



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método funcional y estructural en la avenida San Diego – Lima 2022

AUTOR:

Cavero Mariño, Juan Javier (orcid.org/0000-0001-8202-3756)

ASESOR:

Dr. Benites Zúñiga, José Luis (orcid.org/000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Esto se lo dedico a mi abuelo, el líder eterno de la familia Cavero, el Ing. Juan Oswaldo Cavero Bocanegra de la Universidad Nacional de Ingeniería. A mi padre, el Ing. Juan Javier Cavero Torres. Y a mi madre, la Ing. Belinda Mariño Tenio.

Agradecimiento

Agradezco mucho a la Universidad César Vallejo haber sido una casa de estudios acogedora.

Doy mi agradecimiento en especial a mi asesor, el Ing. José Benites Zuñiga, por haber tenido mucha paciencia en el desarrollo de mi proyecto de investigación.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. Introducción	1
II. Marco teórico	5
III. Metodología	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización	22
3.3. Población, muestra y muestreo	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	25
3.6. Método de análisis de datos	37
3.7. Aspectos éticos	38
IV. Resultados	39
V. Discusión	58
VI. Conclusiones	60
VII. Recomendaciones	64
Referencias.....	65
Anexos	

Índice de tablas

Tabla 1. Especificaciones del diseño del método Marshall.....	15
Tabla 2. Tamaño máximo de las partículas.....	16
Tabla 3. Criterio en el método Marshall.....	17
Tabla 4. Requerimiento del agregado fino.....	18
Tabla 5. Requerimiento del agregado grueso.....	19
Tabla 6. Rangos de calificación del PCI.....	29
Tabla 7. Lecturas por estabilidad y flujo de las briquetas.....	37
Tabla 8. Tipos de daño en total en metros cuadrados según su severidad.....	42
Tabla 9. Tipos de daño en total en metros lineales según su severidad.....	43
Tabla 10. Tipos de daño en total en unidades según su severidad.....	44
Tabla 11. Resumen de la condición del pavimento asfáltico por tramos por el método PCI	45
Tabla 12. Promedio de la condición del pavimento asfáltico por niveles	46
Tabla 13. Medidas de las briquetas.....	48
Tabla 14. Pesos unitarios de las briquetas.....	49
Tabla 15. Gravedad Específica Máxima Teórico de Mezclas Asfálticas.....	49
Tabla 16. Porcentaje de vacíos por briqueta y promedio.....	50
Tabla 17. Análisis Granulométrico.....	50
Tabla 18. Pruebas de normalidad de las propiedades físicas.....	52
Tabla 19. Coeficiente de correlación "r" de Pearson de las propiedades físicas..	53
Tabla 20. Estabilidad y Flujo corregidos de las briquetas.....	53
Tabla 21. Estabilidad corregida de las briquetas en kN.....	54
Tabla 22. Pruebas de normalidad de las propiedades mecánicas.....	56
Tabla 23. Coeficiente de correlación "r" de Spearman de las propiedades mecánicas.....	57

Índice de figuras

Figura 1. Daño por ahuellamiento	11
Figura 2. Daño por fisura longitudinal.....	13
Figura 3. Daño por agrietamientos de piel de cocodrilo.....	14
Figura 4. Diagrama esquemático de una emulsión.....	15
Figura 5. Ejemplo de la muestra M1 en el formato PCI para pavimentos asfálticos.....	26
Figura 6. Fórmula de Densidad para los daños	26
Figura 7. Densidad de los tipos de daño de la muestra M1	27
Figura 8. Ábaco para el tipo de daño Piel de cocodrilo	27
Figura 9. Fórmula para hallar el número de valores deducidos	27
Figura 10. Formato en Excel para hallar el máximo V.D.C.	28
Figura 11. Ábaco para hallar el V.D.C (Valor Deducido Corregido)	28
Figura 12. Operario preparando el taladro de corte	30
Figura 13. Cono posicionado con barra retráctil para delimitar perímetro	30
Figura 14. Botella con agua para evitar sobrecalentamiento del taladro de corte	30
Figura 15. Investigador viendo al operario preparar el taladro de corte	31
Figura 16. Otra foto del investigador viendo al operario preparar el taladro de corte	31
Figura 17. Foto completa de los operarios extrayendo una muestra de diamantina	31
Figura 18. Primera diamantina siendo medida luego de ser marcada como M-1	32
Figura 19. Segunda diamantina siendo medida luego de ser marcada como M-2	32
Figura 20. Todas las diamantinas en el laboratorio	33
Figura 21. Todas las diamantinas siendo pulverizadas en el horno	33
Figura 22. Horno a una temperatura de 140°C	34
Figura 23. Cuarteo de todas las briquetas pulverizadas	34
Figura 24. Material del cuarteo seleccionado para armar briquetas	35
Figura 25. Calentando el material del pavimento asfáltico para armar briquetas	35

Figura 26. Aplicando 35 golpes de acuerdo al criterio del método Marshall	36
Figura 27. El investigador al lado de la máquina de ensayos	36
Figura 28. Mapa político del Perú y del departamento de Lima	39
Figura 29. Avenida San Diego Cuadra 1	39
Figura 30. Delimitación de la avenida San Diego	40
Figura 31. El investigador midiendo el diámetro del hueco	41
Figura 32. El investigador midiendo el ancho de la piel de cocodrilo	41
Figura 33. Área del pavimento asfáltico con hundimiento	42
Figura 34. Área del pavimento asfáltico con parcheo	42
Figura 35. Gráficos de la Tabla 6.....	43
Figura 36. Gráficos de la Tabla 7.....	44
Figura 37. Gráficos de la Tabla 8.....	44
Figura 38. Condición del pavimento por tramos	46
Figura 39. Promedio de PCI por cada nivel de condición del pavimento	47
Figura 40. Densidad bulk de cada briqueta	48
Figura 41. Curva de distribución granulométrica de la Tabla 15	51
Figura 42. Estabilidad corregida de las briquetas en libras	54
Figura 43. Estabilidad corregida de las briquetas en kN.....	55
Figura 44. Flujo corregido en mm de las briquetas.....	55

Resumen

El siguiente proyecto consistió en analizar el pavimento flexible de la avenida San Diego mediante el método funcional y estructural. Tuvo como objetivo general: Determinar si el método funcional y estructural influyen en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022. Asimismo, la metodología fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño no experimental y nivel descriptivo. Por otro lado, la población fue toda la avenida San Diego del distrito SMP, el muestreo fue no probabilístico y la muestra fueron 15 tramos de 40 metros cada uno y 3 briquetas extraídas de la capa asfáltica.

Los resultados fueron que el pavimento asfáltico de la Av. San Diego contó más con piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, abultamientos y hundimientos y grieta de borde. De la misma manera, su promedio PCI de este mismo clasificó como MALO. Aparte, con respecto a las briquetas, la estabilidad de todas las diamantinas cumplen con lo mínimo para cualquier tipo de tránsito, sin embargo, solo 1 cumpliría con el flujo mínimo. Se concluyó que el método funcional y estructural sí influye en el análisis PCI de la avenida San Diego y que necesita rehabilitación.

Palabras Clave: Pavimento Flexible, PCI, Método de Marshall, Briqueta.

Abstract

The next project consisted of analyzing the flexible pavement of San Diego Avenue through the functional and structural method. Its general objective was: To determine if the functional and structural method influence the evaluation of the state of the flexible pavement of San Diego Avenue, Lima 2022. Likewise, the methodology was of an applied type, quantitative approach, non-experimental design and descriptive level. On the other hand, the population was the entire San Diego Avenue of the SMP district, the sampling was non-probabilistic and the sample consisted of 15 sections of 40 meters each and 3 briquettes extracted from the asphalt layer.

The results were that the asphalt pavement of Av. San Diego had more crocodile skin, block cracking, bulging and sinking, and edge cracking. In the same way, his average PCI of this same classified as BAD. Besides, with respect to the briquettes, the stability of all the diamonds meets the minimum for any type of traffic, however, only 1 would meet the minimum flow. It was concluded that the functional and structural method does influence the PCI analysis of San Diego Avenue and that it needs rehabilitation.

Keywords: Flexible Pavement, PCI, Marshall Method, Briquette.

I. INTRODUCCIÓN

Las vías terrestres son las venas principales de conexión interna del país, son obras que el país está necesitando desde hace mucho tiempo, a pesar de ello, todavía existen muchas zonas del país a los cuales no se pueden tener acceso por falta de estas obras. Por eso, se necesitan realizar proyectos para satisfacer esta escasez, por otro lado, la gran desventaja que tiene el Perú es ser de tercer mundo y contar con climas muy variados que pueden comportarse de distintas maneras contra las obras de construcción.

A nivel internacional, los caminos han existido desde tiempos antiguos, por ejemplo, a partir del 312 a.C., los romanos construyeron un gran sistema de calzadas militares de 78.000 km, que se pueden considerar como post carreteras. De lo anterior se deduce que los caminos se originan debido a una necesidad natural, la cual es el conectar los territorios. Entonces la existencia de infraestructura vial es aquel factor determinante de desarrollo en todos los niveles en un territorio (Díaz, 2014, p. 10). Hoy en los pavimentos flexibles controla en el diseño las cargas de tránsito, los factores del Medio Ambiente que es sometida la estructura, el suelo de fundación que es la subrasante y la calidad de los materiales utilizada. (Comisión de República Argentina, 2007, p. 42) Los pavimentos flexibles se van a deformar más que los pavimentos rígidos. (Miranda, 2010, p. 1) Por ello es necesario evaluar estrategias de mantenimiento. (Miranda, 2010, p. 77)

A nivel nacional, usamos más el pavimento flexible donde existe mayor tráfico y que sobre estos se utilizan los productos asfálticos que son beneficiosos, reciclables y económicos, el MTC estima que el 75% ya está pavimentada. Existe una demanda creciente de mejoramiento de vías no asfaltadas, pero, al mismo tiempo, el presupuesto que da el gobierno no es suficiente y vemos deformaciones de los pavimentos flexibles por deficiente calidad del material utilizado. Las aplicaciones económicas para pavimentos se encuentran en productos estabilizantes para sales, emulsiones, etc (Ministerio de economía y finanzas, 2015, p. 110). Para las reparaciones de los pavimentos lo que más se utiliza son ligantes como asfalto diluido o emulsión asfáltica y para pavimentos de concreto se usan mezclas asfálticas en caliente densas. (Provias, 2018, p. 2) El uso de las mezclas asfálticas

es una viable para reparar pavimentos a menor costo y menos contaminante al ambiente por ser diferente a las mezclas convencionales. (Preparación de mezclas asfálticas en laboratorio, 2012, p. 18)

A nivel local, se aprecia que hay muchos distritos en Lima que están siendo renovados, mayormente con asfalto. Por ejemplo, el año pasado se renovaron alrededor de 127 mil metros cuadrados en Miraflores (Andina, 2010, párr. 1). Otras obras recientes se están llevando a cabo en el Rímac. Una vez más se aprecia la demanda o necesidad de la población de un camino, esta vez en la misma ciudad de Lima. Las vías terrestres son las venas principales de conexión interna del país, son obras que el país está necesitando desde hace mucho tiempo, a pesar de ello, todavía existen muchas zonas del país a los cuales no se pueden tener acceso por falta de estas obras. Por eso, se necesitan realizar proyectos para satisfacer esta escasez, por otro lado, la gran desventaja que tiene el Perú es ser de tercer mundo y contar con climas muy variados que pueden comportarse de distintas maneras contra las obras de construcción.

Siempre para todo hay un proceso, lo primero para el Perú es estudiar qué zonas están necesitando más las vías de tránsito, cuánto sería el presupuesto y qué tantas personas estarían usando dicho camino diariamente. Sin embargo, hay muchas causas que entorpecen el proceso de construcción vial o la calidad de esta misma como la gran corrupción en muchos campos, como el económico o la política, o el poco interés o cultura que muestra la gente con respecto a ello, lo que ha producido que el tiempo de vida útil de muchas vías se vea acortada drásticamente, presentando estas fallas como grietas, fisuras, baches o hundimiento antes del tiempo calculado.

Por todo lo anterior mencionado, la pregunta con la que se inicia esta investigación es ¿Cómo el método funcional y estructural influyen en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022? asimismo, los problemas específicos son ¿Cómo influye el identificar los tipos de daños del pavimento con el método PCI en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022? ¿Cómo influye el clasificar la condición del pavimento con el

método PCI en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022?, ¿Cómo el análisis de las propiedades físicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022?, ¿Cómo el análisis de las propiedades mecánicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022?

Justificación Técnica, esta investigación tiene sustentación técnica debido a la existencia de muchas vías que están necesitando de un mantenimiento o reparación en todo el país. Todos los procesos se rigen de acuerdo a la norma nacional EG 2013 MTC y a las normas internacionales ASSHTO y ASTM. Además, como justificación práctica, debido a que se mejoran las variables y sus objetivos, volviéndolo rentable y práctico dentro de las opciones disponibles. También, se justifica de manera metodológica, se hará uso de instrumentos como del taladro extractor de diamantinas, horno o las prensas Marshall para medir el grosor de la capa asfáltica, realizar el cuarteo para realizar briquetas, etc. Todo con el fin de asegurar la calidad del producto. Aparte de ello se justifica de forma económica, en todos los procesos de obtendrán rentabilidad a largo plazo debido a que se ahorran materiales, horas hombre u horas máquina al realizar un mantenimiento al pavimento, también está la ventaja de que se puede aplicar in situ.

El objetivo general es: Determinar si el método funcional y estructural influyen en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.; asimismo, los objetivos específicos fueron: Identificar los tipos de daños del pavimento con el método PCI en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022; Determinar la condición del pavimento con el método PCI en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022; Determinar si el análisis de las propiedades físicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022; Determinar si el análisis de las propiedades mecánicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.

La hipótesis general es “el método funcional y estructural influyen en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022; de la misma

manera, las hipótesis específicas fueron: Los tipos de daño del pavimento identificados con el método PCI influyen en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022; La condición del pavimento determinado con el método PCI influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022; Analizar las propiedades físicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022; Analizar las propiedades mecánicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales en esta investigación, Ccosi C. y Guevara I. (2020), tuvieron como objetivo el emplear el PCI y plantear opciones para mejorar el estado del pavimento en el Jirón Guardia Civil Norte del distrito de Santiago de Surco. Su metodología fue de tipo cuantitativo, diseño no experimental, la población es todo el Jirón y la muestra es 0.75 km del Jirón Guardia Civil Norte. Los principales resultados se observan en las figuras N° 7, 9 y 10, mostrando que el tramo tiene un puntaje promedio de 38, lo que es una calificación de “Malo”, debido a que cuenta con muchos tipos de falla presente el pavimento. La conclusión es que debido al mal estado en el que se encuentra el pavimento del jirón, se deben plantear posibles soluciones para mejorarlo de acuerdo a la MTC y programas de software que ayuden a ello, como el SYNCHRO 8.

Huauya D. y Terrazas K. (2020), en su proyecto de investigación tuvieron como objetivo determinar la relación de los índices de condición y el comportamiento de un pavimento flexible en el ambiente urbano para establecer un ciclo de vida en un óvalo aplicando las metodologías del ASSHTO 93, VIZIR, PCI e Instituto del Asfalto. La metodología es de tipo Mixto, su diseño es descriptiva, su población son todos los óvalos de Lima metropolitana y la muestra son 5 óvalos. Los resultados son que el Ov. Quiñones tiene una clasificación promedio de Regular; el Ov. Bolognesi, Satisfactorio; el Ov. Plaza Centro América, Satisfactorio; el Ov. Julio Ramón Riveyro, Regular; el Ov. De Miraflores, Regular; el Ov. Gutiérrez, Malo y el Ov. Jorge Chávez, Regular. Entre las conclusiones está que los tipos de daño o falla en los pavimentos son similares en casi todos los óvalos, entre las que se encuentran más frecuentes las fisuras longitudinales y transversales, baches, agrietamientos o piel de cocodrilo y depresiones como el agregado pulido y el ahuellamiento. También que sí existe una relación entre los óvalos y las metodologías aplicadas y que esto se puede plantear en una curva de vida.

Vidaurre B. (2018), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la evaluación del pavimento flexible para la reconstrucción del Jr. José Santo Chocano. La metodología es de tipo aplicada, diseño experimental, la población son 600 metros lineales del Jr. José Santos Chocano y la muestra son 8

tramos de 35 metros lineales. Sus resultados son que la clasificación promedio del pavimento del jirón es de 39 puntos aproximadamente, por lo que es un pavimento "Malo". La conclusión es que la evaluación del pavimento y el método PCI sí influye en la reconstrucción del pavimento flexible del Jr. José Santos Chocano, debido a que se ha determinado con los resultados que este ha sufrido un esfuerzo estructural y que, en consecuencia, requiere propuestas para su rehabilitación.

Torres K. (2021), su proyecto de investigación tuvo como objetivo determinar si el análisis de los tipos de daño optimiza el estado de conservación del pavimento flexible en la avenida universitaria norte, comas, 2020. Su investigación fue cuantitativa, su tipo de investigación aplicada, su nivel fue descriptivo y diseño es experimental, la población es todo el pavimento asfáltico de la avenida Universitaria Norte y la muestra es un total de 383 m de Av. Universitaria delimitada entre Av. 22 de agosto y Av. Guillermo. Los resultados fueron que, de los 10 tramos, 6 tienen un PCI de REGULAR y 4 tienen un PCI de MALO. Su conclusión fue que la aplicación del método Marshall y el método PCI permiten la planificación para tomar medidas técnicas para mejorar la condición de la avenida Universitaria.

Seguidamente los antecedentes internacionales con Román F. (2020), su tesis tuvo como finalidad evaluar la superficie del pavimento a través del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), la metodología de la investigación fue aplicada, el nivel de diseño fue descriptiva y el método utilizado cuantitativo-cualitativo. La población estuvo compuesto de 23Km en el tramo de la autopista Palín-Escuintla, mismos que se conforman de 3 carriles de ascenso (Calzada 2) y 2 carriles de descenso (Calzada 1) midiendo la acumulación de irregularidades, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados, se registró que mientras mayores son los valores de rugosidad, las cargas del tránsito serán altamente agresivas para la estructura del pavimento, según el promedio del IRI-promedio mientras más el deformaciones tiene la vía el IRI en esa área se incrementaría, donde los valores promedios oscilan entre 1.41 a 2.73m/km . El autor concluyo que los tramos de baja rugosidad se encuentran debajo del promedio de condiciones de buen estado, dado los valores de PCI, PSI y IRI se consideran adecuados para un periodo de 20 años.

Macías D. (2019), tuvo como objetivo principal identificar las fallas que presenta la carpeta asfáltica para dar un informe detallado de las posibles causas y así dar medidas de solución. La metodología fue de diseño descriptivo-experimental, el cual fue diseño correlacional. La población la conformaron una vía de 6Km con un área 230m de la vía, donde el número de muestras evaluadas es de 14. El resultado se obtuvo de la investigación luego de haberse realizado el análisis de observacional se llevó a la unidad de muestreo según el índice de condición del pavimento en relación a sus fallas, de los cuales los porcentajes de humedad varían de acuerdo al área, los valores de obtenidos de densidad en la muestra 27 según la falla fue de 1M Y 13M que tuvieron como resultado 15.09 y 0.07 de densidad , mientras que en la muestra 18 según la falla fue de 1M, 13M, 15M Y 19M en donde se encontró el valor de densidad de 0.64 de densidad. Se concluye que el porcentaje de densidad de acuerdo al tipo de falla y al área según el Método PCI se logró 30 malas muestras y 100 excelentes muestras.

Auqui J. y Ramírez D. (2019), tuvo como objetivo principal procesar y obtener parámetros de diseño correspondientes a las diferentes metodologías del pavimento, ya sean estos flexibles, rígidos o articulado. La metodología fue de diseño descriptivo- experimental, el método utilizado cuantitativo-cualitativo. La población lo conformaron la vía desde 86km+800 a 87km+200, donde el número de muestras serán evaluadas de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas del pavimento flexible. El resultado se obtuvo de la investigación una vez realizado la comparación de valores detallados de los parámetros según los coeficientes de resistencia, los valores recomendados de drenaje por capas varían en base a la calidad donde se observó menos del 1% una calidad excelente, entre 1%-5% una calidad muy buena, entre 5%-25% una calidad buena, y más del 25% una calidad regular. El autor concluye que mientras más niveles de humedad contenga la vía más tiempo estará expuesto a la saturación.

Entre los artículos de investigación se tiene a Paiva C. y Massenlli G. (2018), en su artículo "Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia" investigador Inginiare de la Revista chilena de ingeniería de la Universidad Estadual de Campinas, Brasil, tuvo como objetivo

analizar las respuestas estructurales cuando las capas del pavimento hipotético y la subrasante pierden integridad, con el propósito de examinar los efectos de como el cambio de los parámetros de rigidez interfieren o influyen en el comportamiento estructural del pavimento, la metodología utilizada por el investigador es de diseño experimental, para obtener los resultados el autor trabajó con una estructura de pavimento de módulo de resiliencia igual a 100MPa apoyado en un sustrato de suelo con módulo de resiliencia igual a 50MPa con una deflexión de la superficie de 64×10^{-2} mm, si la subrasante optara por un valor igual de 80MPa en su módulo de resiliencia la deflexión pasaría a 43×10^{-2} mm. El autor concluye que los pavimentos flexibles, con subrasantes débiles y dimensionados con espesores mínimos, son considerados frágiles y con baja resistencia, la deformación vertical de la subrasante debe ser controlada de esta forma reduce la deflexión en la superficie.

Bacca B. e.t.[al] (2020), en su artículo “Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles” del departamento de ciencia e ingeniería Neogranadina, Universidad del Valle, Colombia. Tuvo como objetivo revisar y analizar alternativas para evaluar el estado del pavimento sobre detección automática de fallas superficiales, con el propósito de procesar nuevas técnicas que han sido desarrolladas en la evaluación superficial del pavimento, la metodología utilizada por el investigador es de diseño experimental, para obtener los resultados el autor trabajó con diferentes investigaciones de prueba con respecto a la técnica de procesamiento para el criterio de evaluación de acuerdo al tipo de falla superficiales en el pavimento flexible. El autor concluye que el rendimiento de este tipo de sistemas está determinado por dos factores: la recopilación de los datos y su procesamiento. El análisis presentado se despliega en función de estos factores. Se considera oportuno el desarrollo de sistemas que aprovechen las cualidades de diferentes sensores en la adquisición de datos y variación de fallas.

Entre otros idiomas se encuentra Singh (2017), the objective of this study was to check all the types of road defects happening on the pavement. To reach this goal, an experimental program has been used to test the materials which were use for the construction. The methodology was applied, cuasi experimental, the population

is the road that goes from the LPU main gate Chaheru to Rama Mandi and the samples were 45 stretches between 9.7 and 10 km. The instrument used to gather information was the Data Sheet of Asphalt Road Surface Distress. En los resultados se determinó que se han producido daños en el pavimento por distintos factores, entre los cuales se encuentran, la variación de temperatura entre 1 a 45°C a más, el tránsito de vehículos pesados, la calidad deficiente del material, el control y el proceso de construcción realizados en el pavimento y por tener con una condición deplorable de drenaje.

El Índice de Condición del Pavimento, por sus siglas en inglés Pavement Condition Index – PCI, es un sistema para evaluar la condición del pavimento por tipo y para identificar los niveles de daño ocurridos en este mismo, siendo la información recopilada usada para la planificación de un mantenimiento (Sabaruddin y Deni, 2020, p. 2). A lo anterior mencionado, faltaría agregar que este método se basa en la inspección visual y que ya tiene formatos establecidos para la recopilación de información.

El término “briqueta” es un término usado para identificar un amplio rango de combustibles que varían en composición, forma, tamaño, energía, densidad y precio (Climate Technology Centre & Network, 2020, p. 11). Por lo que menciona este centro de estudios científicos, esa palabra se usa para nombrar a todo cilindro que esté compuesto de un material destinado a cumplir un papel de combustible. Sin embargo, en el caso de pavimentos, el papel de la briqueta de concreto será la de soportar cargas.

Las diamantinas se obtienen con el sondaje, este consiste en la extracción de muestras cilíndricas, mediante la perforación del pavimento, haciendo uso de broca de diamantina. En otras palabras, las diamantinas son muestras del pavimento (Aracena y Triviño, 2019, p. 32).

La densidad bulk está definida como el peso seco del suelo por unidad de volumen. Este dato puede ser usado para dar indicadores de porosidad y de la estructura del suelo al estar con oxígeno y agua moviéndose dentro de este. También puede ser

una medida del grado de compactación del suelo. Por último, la densidad bulk incrementa con la compactación y tiende a aumentar con la profundidad del suelo (International Atomic Energy Agency, 2016, p. 43). Esta agencia enfoca la densidad bulk al estudio de suelos, pero en el campo de caminos, la densidad bulk vendrían a ser los mismos datos mencionados anteriormente, pero vistos como un parámetro óptimo para que el pavimento dure el tiempo de vida necesario.

La densidad bulk o densidad ayuda a identificar la composición de la materia y de la estructura, esta expresa la concentración de materia en un espacio dado (Napal, Echeverría, Zulet, Ibarra y Santos, 2018, p. 62).

La cantidad sustancias líquidas, como el agua, que logran entrar al interior de un material a través los poros en un tiempo determinado es definido como “permeabilidad” (Vélez, 2010, p. 173).

La porosidad de la mezcla de concreto vendría a ser la suma de los huecos del gel y capilares, y es el espacio no llenado por esta misma mezcla en estado fresco. (Vélez, 2010, p. 175)

El porcentaje de vacíos es la cantidad de espacio existentes entre partículas de agregado, este se puede calcular con el peso unitario y el peso específico. La estabilidad se puede definir como la capacidad que tiene una estructura para soportar cargas o fuerzas sin colapsar o dañarse.

Los daños o fallas típicas que surgen durante el ciclo de vida por su uso y deterioro gradual del mismo en los pavimentos, se pueden agrupar por 4 fallas o roturas: Deformaciones permanente, fisuraciones o agrietamientos, desintegraciones, otros modos de falla que afectaran las condiciones y el comportamiento del pavimento flexible (Irriguren y Simon, 2016, p. 17).

Existen muchos tipos de fallas en el pavimento flexible. Se comenzará con las fallas por deformaciones permanentes. Entre ellas está el ahuellamiento, esta es cuando la longitud es mayor a 6 metros sucede repetición de las cargas que generan

deformación permanente, sucede con el levantamiento lateral del pavimento cuando el radio de la por zona afectada es pequeña esto sucede en las capas superiores, y si el radio es amplio la zona afectada son las capas inferiores. Los factores que la pueden ser inestabilidad de las mezclas asfálticas, ya sea por escasa dosificación o por compactación deficiente, puede ser que el espesor del pavimento flexible es insuficiente y no soporta la carga, puede ser por la calidad insuficiente e inestabilidad de las capas del pavimento (Irriguren y Simon, 2016, p. 20).



Figura 1. Daño por ahuellamiento

Fuente: Cueva, 2021

Otra falla de deformación permanente es el hundimiento, esta sucede cuando el pavimento sufre un descenso que puede pasar en los bordes o interiormente en la calzada, las posibles causas de que ocurra esta falla es construcción deficiente, la humedad en el pavimento o en el terreno de fundación (Irriguren y Simon, 2016, p. 22).

Continuando se tiene la corrugación, la cual es el movimiento plástico caracterizado por la ondulación de la superficie. La causa de esta falla es porque sus capas superficiales tienen poca estabilidad, el exceso de humedad en la subrasante o falta de aireación con asfaltos líquidos que son errores de construcción (Irriguren y Simon, 2016, p. 23). La siguiente falla es el corrimiento, el cual es el levantamiento del material por deslizamiento de la mezcla asfáltica, causas pueden ser capa superficial de baja estabilidad, exceso de asfalto (Irriguren y Simon, 2016, p. 25).

La última falla por deformación permanente es el hinchamiento, el cual es el abultamiento de la superficie del pavimento, esta falla sucede dependiendo de las condiciones climáticas de cada país, y por deficiente tratamiento al suelo de fundación (Irriguren y Simon, 2016, p. 28).

Otro tipo de fallas son por Fisuras o Agrietamientos. La primera falla es por fisura o agrietamientos longitudinal y es cuando se extiende paralelamente al eje de la calzada, la causa es la acción del tránsito, por fatiga de la mezcla asfáltica, y por deficiente construcción en las juntas longitudinales (Irriguren y Simon, 2016, p. 31). La segunda falla es por fisura o agrietamientos transversal y es perpendicular al eje de la calzada, la causa es por el poco espesor del pavimento, el envejecimiento del asfalto, por juntas defectuosas o por pérdida de flexibilidad de la mezcla asfáltica (Irriguren y Simon, 2016, p. 35). Una tercera falla es por fisura o agrietamientos en bloques, es cuando el pavimento se divide en secciones rectangulares pequeños, los cuales son irregulares y pequeños, sucede por una mezcla asfáltica muy rígida y debilitamiento de las capas inferiores (Irriguren y Simon, 2016, p. 44). Otra falla que se tiene es por fisura o agrietamientos por piel de cocodrilo, es cuando la superficie del pavimento tiene pequeños polígonos irregulares con ángulos pequeños y con tamaño menor de 0.30 m, se forman por fatiga de la mezcla asfáltica, por estar bajo acción de cargas repetidas y por tener un pavimento de poco espesor (Irriguren y Simon, 2016, p. 48). La siguiente falla es por fisura o agrietamientos por reflexión de juntas, esta falla sucede en pavimentos mixtos, dependen de la temperatura y la humedad en las losas y por el espesor de la capa asfáltica superficial (Irriguren y Simon, 2016, p. 54). La última falla de este tipo es por fisura o agrietamientos en arco, son aquellas que tienen la forma de cuarto menguante de la Luna, sucede por deficiente espesor de la carpeta, y deficiente adherencia del asfalto (Irriguren y Simon, 2016, p. 58).



Figura 2. Falla de fisura longitudinal

Fuente: Cueva del Ingeniero Civil, 2021

El siguiente tipo es falla por Desintegraciones. La primera es por desprendimiento/descubrimiento de agregados, es el desgaste por superficie de rodamiento por desprendimiento de material, las causas son por pérdida de las propiedades del asfalto, como excesivo endurecimiento del bitumen, insuficiente material bituminoso o agregados pétreos, y por su excesivo uso del servicio (Irriguren y Simon, 2016, p. 68). La segunda es por desintegraciones por peladuras, el cual consiste en el desprendimiento de pequeñas porciones del material de la superficie de rodamiento, entre las causas está que se tiene muy poco espesor de la superficie de rodamiento, por la segregación del agregado pétreo en el proceso constructivo y debido a que el revestimiento asfáltico esté a altas temperaturas y sometido a constante alto tránsito (Irriguren y Simon, 2016, p. 71). La tercera es por desintegraciones por estrías longitudinales, este es el desprendimiento pétreo de la superficie, se origina por un proceso constructivo y tratamientos asfálticos defectuosos (Irriguren y Simon, 2016, p. 77). La cuarta es por desintegraciones por baches, el cual es la desintegración total de la superficie del pavimento, su principal causa es por no haber realizado el adecuado mantenimiento a tiempo lo que provoca que la falla evolucione, otro motivo es por errores en el diseño del pavimento, exactamente en su espesor (Irriguren y Simon, 2016, p. 88). La última es por desintegraciones por rotura de los bordes, esta es la pérdida de la calzada

por desintegración total o pérdida del aglomerado asfáltico, sus causas son por un ancho de la calzada reducido, por una compactación deficiente o por retención de agua.



Figura 3. Daño por agrietamientos piel de cocodrilo

Fuente: Dirección de viabilidad, 2016

Para terminar, hay otros tipos de falla que no entran en las clasificaciones anteriores, a estas se les denomina como “otros modos de falla”. La primera la falla es por exudación de asfalto, esta es cuando la superficie del pavimento tiene una superficie resbaladiza, pegajosa y brillante, no hay manera de reparar esta falla, las causas son el exceso de asfalto en la construcción del pavimento, el uso de un bitumen muy blando o por el uso de cantidades insuficientes de mezcla o tratamientos asfálticos (Irriguren y Simon, 2016, p. 92). La segunda es por falla por exudación de agua/bombeo, esta sucede cuando el agua entra al pavimento a través de sus puntos débiles como las grietas, también ingresa por los poros por la presión de la carga del tránsito.

El asfalto, es un material muy complejo por su composición química compleja, y es el residuo que se obtiene del proceso de refinación del petróleo crudo, a pesar de aquello este material es muy importante en el sector de la construcción por muchas características como es su durabilidad y consistencia. El asfalto tiene muchos nombres como asfalto o bitumen, nafta-betunes, betún, cemento asfáltico y chapopote siendo este producto muy antiguo, ahora posee una gran variedad de aplicaciones como carpetas asfálticas, adhesivos, sellantes, impermeabilizantes

siendo más usado en carpetas asfálticas debido a su bajo costo y su relativa resistencia al tiempo (Ucha, 2010, párr. 4).

Las emulsiones, son aquellas que están formados por dos sistemas parcial o totalmente inmiscibles donde uno es la fase discreta o dispersa y la otra la fase continua o dispersante (Rodríguez, Castaño y Martínez, 2001, p. 15).

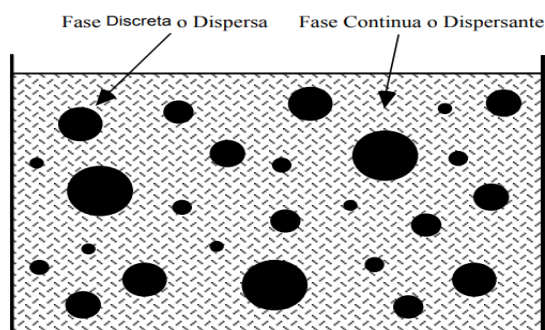


Figura 4. Diagrama esquemático de una emulsión

Fuente: Instituto Mexicano de Transporte, 2001

El ensayo Marshall, es para la determinación del contenido óptimo del asfalto, los criterios recomendados por el Instituto del Asfalto para el diseño de mezcla de concreto asfáltico, están en la siguiente tabla.

Tabla 1. Especificaciones de diseño del Método Marshall

Especificación del Método Marshall	Tráfico Liviano		Tráfico Mediano		Tráfico Pesado	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
No. de golpes	35		50		75	
Estabilidad (N)	3336		5338		8006	
Estabilidad (Lb)	750		1200		1800	
Fluencia 0,25mm (0,01")	8	18	8	16	8	14
% de vacíos	3	5	3	5	3	5

Fuente: The Asphalt Institute's, Manual (2015).

Tabla 2. Tamaño máximo de las partículas

Tamiz	Tamaño máx. nominal de partículas		Mínimo % de vacíos VAM
	Pulgadas	Mm	
No. 16	0,0469	1,18	23,5
No. 8	0,093	2,36	21,0
No. 4	0,187	4,75	18,0
3/8	0,375	9,5	16,0
1/2	0,500	12,5	15,0
3/4	0,750	19,0	14,0
1	1,0	25,0	13,0
1 1/2	1,5	37,5	12,0
2	2,0	50,0	11,5
2 1/2	2,5	63,0	11,0

Fuente: The Asphalt Institute's, Manual (2015).

Mezclas asfálticas emulsionadas, se manifiesta que la mezcla con granulometría abierta contiene alto porcentaje de vacíos, los cuales sirven para drenar el agua (Asphalt Institute, 2010, p. 63). Este tipo de mezcla es muy efectiva para usar en carpetas de rodamiento o como base. Ya que esta no demanda mucho equipamiento, son económicas y rinden hasta para un tráfico pesado (Asphalt Institute, 2010, p. 64).

Por otro lado, evaluaciones como la estructural o la superficial no podrán comprobar la serviciabilidad o valores de resistencia de estas mezclas. Además, señala que si el cemento asfáltico es combinado con un agente emulsificante y agua, se obtiene el asfalto emulsificado (Minaya, 2005, p. 4). En ambos casos, ya sean los asfaltos emulsificados o los diluidos, la prioridad es la trabajabilidad que posee el cemento asfáltico, debido a que estos se pueden trabajar a temperaturas que están entre los 20°C a 60°C. Después de haber sido colocado la mezcla, se evaporará el agua o el solvente, dejando solo al asfalto.

En esta situación, los respectivos estudios de laboratorio, como el análisis de deflectometría o el de resistencia, demostrarán la capacidad estructural del

pavimento (Comisión de República Argentina, 2002, p. 43). Se manifiesta que las mezclas en frío, por lo general, son hechas con asfaltos emulsionados o diluidos, los cuales pueden ser de grado SS y MS o de tipo catiónico o aniónico. Los materiales pétreos a usar se pueden obtener de cualquier agregado que haya sido triturado, más específicamente de suelos granulares con altos porcentajes de polvo o de granulometría cerrada.

Tabla 3. *Criterio en el método Marshall*

Criterio en el Método Marshall de Diseño de Mezclas	Vías locales	Vías Colectoras y Arteriales	Vías Expresas
	$EAL < 10^4$	$10^4 \leq EAL \leq 10^6$	$EAL \geq 10^6$
	Tránsito Liviano	Tránsito Mediano	Tránsito Pesado
Números de golpes en cada cara de la probeta	35	50	75
Estabilidad mínima, kN	3.4	5.44	8.16
Estabilidad mínima, Lb	$3.4 \times 224.8 \text{ Lb} = 764.35$	$5.44 \times 224.8 \text{ Lb} = 1222.96$	$8.16 \times 224.8 \text{ Lb} = 1834.44$
Flujo, 0.25 mm (min – max)	8 – 18	8 – 16	8 – 14
Porcentaje de vacíos llenos de aire, (min – max)	3 – 5	3 – 5	3 - 5

Fuente: Tecnología de Asfalto y Prácticas de Construcción

Lo que se necesita de las mezclas en frío es que den los mismos valores de resistencia que de una de mezcla en caliente. Los indicadores a utilizar serían las respectivas evaluaciones superficiales y estructurales, los cuales se obtendrán al

analizar las mezclas diseñadas para tal fin. Los agregados son la base esencial de toda mezcla debido a que componen entre el 90 a 95% de la mezcla emulsionada.

Existe una gran variedad de granulometría y tipo de agregados que pueden ser usadas para una mezcla emulsionada efectiva, recordando que hay ciertas pautas que deben respetarse. Para empezar, lo más importante es que los agregados tengan una compatibilidad apropiada con la emulsión asfáltica, por ello, es muy importante el análisis de la composición de los agregados para determinar ya mencionada compatibilidad y, luego, probar las mezclas en laboratorio para definir si es necesario o no adicionar un agregado no local (Asphalt Institute, 2010, p. 66).

A continuación, se encuentra la tabla de ensayos de calidad para los agregados:

Tabla 4. *Requerimientos del agregado fino*

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud	
		< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% mín.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales Solubles	MTC 219	0.5 % máx.	0.5 % máx.
Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209	.-	15 % máx.

Fuente: Manual de carreteras (2013) del MTC.

Se ve en la tabla 4 los requerimientos del agregado fino de acuerdo a su altitud viéndose que el índice plástico, la equivalencia de arena, las sales solubles durabilidad del Sulfato de Magnesio dependen de la altitud si es menor de 3000 msnm o si es mayor de 3000 msnm.

Tabla 5. *Requerimientos para los agregados gruesos*

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤ 3.000	> 3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18 % máx.	15 % máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35 % máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 % mín.	35 % mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10 % máx.	10 % máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5 % máx.	0,5 % máx.
Absorción	MTC E 206	1,0 % máx.	1,0 % máx.

Fuente: Manual de carreteras (2013) del MTC.

Se tiene un formato de estructura de pavimento para carreteras pavimentadas con el código IC-11 que recolecta la subbase, base granular, base asfáltica, capa de rodadura y la subrasante del pavimento (MTC, 2013, p. 70). También se tiene otro formato de estructura de pavimento carreteras pavimentadas con el código IC-12 que recolecta cuántas capas adicionales de recapeo debe tener el pavimento.

Se menciona que los datos necesarios se pueden encontrar en los documentos realizados al final de la supervisión de obra y cuando se trata de mantenimiento vial, los datos requeridos son los de las capas superiores del respectivo pavimento (MTC, 2013, p. 70).

Hay muchos tipos de diseño de vías, empezando por las pavimentadas y no pavimentadas, en este caso, el pavimento de la avenida que se va a evaluar es un

pavimento flexible, el cual cuenta con una base asfáltica y una carpeta asfáltica (MTC, 2013, p. 71).

De acuerdo al Manual de Carreteras de Mantenimiento Vial del MTC, los datos importantes a recopilar son el CBR (clasificación del suelo de la subrasante), el espesor del pavimento y cuando se ha construido cada capa de la vía (MTC, 2013 p. 72).

Para la subrasante, se usa la metodología AASHTO y el CBR se mide a 0.95 de su máxima densidad definida por el Proctor Modificado, luego de sumergirlo cuatro días en agua.

En caso de que los datos sean dudosos o que estén incompletos, se deben programar investigaciones geotécnicas en el área de campo, las cuales consisten en calicatas con el fin de recolectar muestras de la subrasante, medir el grosor de cada capa y calificarlas. La profundidad de estas calicatas es aproximadamente de 1 metro y se realizan cada 10 km.

Las causas y tipos de daños superficiales comúnmente se producen por un incorrecto control de calidad o proceso de construcción, entre ellos se aprecian las fisuras transversales, los baches y los desprendimientos (MTC, 2013, p. 85 y 86).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación aplicada se le reconoce también como dinámica, activa, empírica, practica la cual depende del descubrimiento, aporte teórico generando así beneficio y bienestar para cada ciudadano (Oliveros, Tam y Vera, 2002, p. 147). La investigación fue del tipo aplicada porque según los objetivos se aplicaron teorías y normas para lograr la obtención de cada objetivo que se planteó conociendo las realidades.

El tipo de investigación es descriptiva, pues describe eventos con la finalidad de detallar propiedades (Cálix, Zazueta y Macías, 2012, p. 101). El alcance es explicativo debido a que va más allá de la descripción de los fenómenos sino que se dirigen a dar respuestas del por qué de sus causas de los eventos y los fenómenos ya sean estos físicos o sociales (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 95). La investigación se centrara en ver que sucede con las variables y el por qué ocurre esto, y como se manifiesta con las variables.

Enfoque de investigación

La investigación es cuantitativa, aquella donde se miden las variables y los resultados de ello son numéricos (Mejía, 2005, p. 36). Aquella que es de manera secuencial siendo cada etapa bien delimitada (Ramírez y Zwerz, 2012, p. 106). El tipo de investigación cuantitativa, es para obtener la información y responder un planteamiento (Hernández et al., 2014, p. 128). Que, si la evaluación del pavimento de la avenida San Diego mediante el método funcional y estructural influye en el estado de este mismo, siendo el tipo de investigación de tipo cuantitativa, cuyas características son deductivo, secuencial y en base de pruebas analiza la realidad (Hernández et al., 2014, p. 3). En una investigación de enfoque cuantitativo no se puede saltar etapas y se acota de acuerdo a la delimitación de los objetivos, se establecen las hipótesis y necesariamente se realizará un plan para probar el diseño pues los datos pues estos son medibles, cuantificables, numéricos y de ahí se extrae las conclusiones.

El diseño de la investigación

El diseño de la investigación es de tipo no experimental, se define aquellas investigaciones que no se manipula las variables, es decir que se analiza situaciones ya existentes donde el investigador no tiene ningún control pues ya sucedieron y solo se dedica a analizar los efectos (Hernández et al., 2014, p. 152).

El nivel de la investigación:

El tipo de investigación es descriptivo, pues describe eventos con la finalidad de detallar propiedades. El alcance es explicativo debido a que va más allá de la descripción de los fenómenos, sino que se dirigen a dar respuestas del por qué de sus causas de los eventos y los fenómenos ya sean estos físicos o sociales. La investigación se centrará en ver qué sucede con las variables y el por qué ocurre esto, y como se manifiesta con las variables.

3.2 Variables y Operacionalización de las variables

“La variable es una característica, cualidad o propiedad observada que puede adquirir diferentes valores y es susceptible de ser cuantificada o medida en una investigación. Para ser nominada como tal, debe tener la posibilidad de variar entre dos valores, como mínimo.” (Oyola, 2021, p. 90)

En la investigación se consideran 2 variables:

Variable 1: Método funcional y estructural

Variable 2: Estado del pavimento Flexible

La operacionalización, es cuando se pasa una variable a indicadores empiricos que pueden medirse y que se pueden verificar y medir con ítems o con sus equivalentes (Hernández et al., 2014, p. 211). Fundamentándose en la definición conceptual y operacional de la variable, es decir se define cada variable tanto independiente como la variable dependiente y se operacionaliza con unidades medibles y cuantificables.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población:

“La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (Hernández et al., 2014, p. 174). También, la población es aquella que tiene características en común y es el que da el principio de la investigación (Tamayo y Tamayo, 2002, p. 93). La población será entonces aquella que tenga las mismas características y del mismo tipo. Por esta razón la importancia de definir correctamente a la población. La población es el pavimento de toda la avenida San Diego.

Muestra:

“La muestra es en esencia un subgrupo de la población”. La muestra servirá para representar a la población pues será su fiel reflejo (Hernández et al., 2014, p. 175). La muestra para el PCI fue de 15 tramos de 40 m de largo, siendo 8 de 6.4 m de ancho, 6 con 6.3 m de ancho y 1 solo de 6 m, lo cual tiene un área total de 3800 m². La muestra para los ensayos de laboratorio fueron 3 diamantinas extraídas de las siguientes direcciones de la avenida San Diego: Mz 3 Lt 28, Mz 5 Lt 21 y Mz B-3 Lt 3.

Muestreo:

El muestreo es el recurso que utiliza el investigador para seleccionar aquellas unidades que representan a la población (Gómez, 2012, p. 34). El muestreo es no probabilístico, pues la muestra fue escogida intencionalmente fines del estudio del proyecto de tesis. Las muestras no probabilísticas se llaman muestras dirigidas, pues está orientado a lo que el investigador ve a su conveniencia de sus los datos para realizar su investigación (Hernández et al., 2014, p. 190). El muestreo no probabilístico, es porque la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino porque están relacionadas por sus características donde el investigador las escoge con fines de propósito para su estudio. El muestreo utilizado es no probabilístico, para el presente proyecto de tesis se escogió por las características para realizar mejor la investigación.

Unidad de análisis:

Se consideró como unidad de análisis a una unidad de diamantina o a un tramo de 40 metros de largo del pavimento de la avenida San Diego.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

El investigador cuando establece un contacto directo con el objeto a estudiar, pero recopila datos sin alterar nada, a eso se le llama la observación directa o la inspección visual. En la observación directa se evaluará la condición y el estado en que se encuentra el pavimento flexible que se encuentra en la avenida San Diego, en el distrito de San Martín de Porres, en el departamento de Lima. En otras palabras, la inspección visual será la técnica para acumular datos, acompañada de los ensayos de laboratorio.

Instrumentos de recolección de datos

Se realizará el estudio de cómo está el pavimento flexible recogiendo la muestra para llevarla al laboratorio para realizar los análisis el ensayo de Marshall y el ensayo de granulometría. Para los instrumentos de recolección de los datos se usará los formatos establecidos por el ASTM, los cuales están en archivos Excel. El instrumento de recolección de datos cuenta con un fin ya definido porque realiza un proceso enfocado a recolectar datos. En este proyecto de investigación, los instrumentos a usar son los formatos requeridos en el ensayo Marshall.

Validez

Al referirse a la validez sea cualitativo o cuantitativo, se considera el instrumento aplicable para medir los datos y reconocer la relación existente para responder las preguntas que se plantearon (Prieto y Delgado, 2010, p. 70). Con relación a la validez se ejecutaron instrumentos para recoger los datos que se realizaron a las dos variables y fue validado por tres expertos en el área.

Confiabilidad de los instrumentos.

Se le conoce a la confiabilidad como fiable, el cual es el instrumento que brinda confianza para aplicarlo y obtener el resultado, siendo considerado fiable cuando la medición no tiene demasiada variación (Ñaupas, 2018, p. 273). Se visualizo la confiabilidad de cada instrumento en el certificado que otorgo el laboratorio, que se validó por cada experto del laboratorio, considerando el certificado de calibración del equipo utilizado.

3.5. Procedimientos

En la investigación se esta realizando los procedimientos que validen el presente proyecto de tesis de acuerdo a los objetivos e hipotesis planteados para contrastar con los resultados deseados, para ello el ensayo de Marshall y ensayo de granulometria que tendrá la certificación laboratorio.

Se describirá el procedimiento de manera general, tomando como ejemplo la unidad de muestra M1,UND

Se comienza el análisis del tramo con la unidad de muestra M1 la cual tiene un ancho de calzada de 6.4 m y un largo de 40 m. Se termina el análisis con la unidad de muestra M15, la cual tiene un ancho de calzada de 6.4 m y un largo de 40 m.

Los daños se clasificaron según su severidad, las cuales son Bajo (Low), Medio (Medium) y Alto (High). Las daños encontrados a lo largo de todos los tramos son: Piel de Cocodrilo, Agrietamiento en bloque, Abultamientos y hundimientos, Grieta de borde, Parcheo y Huecos. Todos tienen sus respectivas unidades de medida. En la muestra M1 fueron: Piel de cocodrilo Media (Medium), Agrietamiento en bloque Baja (Low), Agrietamiento en bloque Media (Medium) y Abultamientos y hundimientos Media (Medium)

Después de identificar los distintos tipos de daño en cada muestra, se anotarán los datos observados en una tabla y se realiza la suma total de cada tipo de daño según su severidad.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA					
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1		ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA	URBANA	00+000	M1_UND						
		ABSCISA FINAL	ÁREA DE MUESTREO (m2)						
		00+040	256						
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER		FECHA		12/5/2022				
Nº	Daño		Nº	Daño					
1	Piel de cocodrilo (m2)		11	Parqueo (m2)					
2	Exudación (m2)		12	Pulimento de agregados (m2)					
3	Agrietamiento en bloque (m2)		13	Huecos (Nº)					
4	Abultamientos y hundimientos (m2)		14	Cruce de vía férrea (m2)					
5	Corrugación (m2)		15	Ahuellamiento (m2)					
6	Depresión (m2)		16	Desplazamiento (m2)					
7	Grieta de borde (m)		17	Grieta parabólica (m2)					
8	Grieta de reflexión de junta (m)		18	Hincharse (m2)					
9	Desnivel carril / berma (m)		19	Desprendimiento de agregados (m2)					
10	Grietas long y transversal (m)								
NIVEL DE SEVERIDAD			NÚMERO MÁXIMO DE VD						
LOW	BAJA	L	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						
MEDIUM	MEDIA	M							
HIGH	ALTA	H							
Falla	Severidad		Cantidad				Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L					0	0.00%		
	M	29.6	48.1			77.7	30.35%	62	
	H					0	0.00%		
3	L	9	15			24	9.38%	8	
	M	14	21			35	13.67%	19	
	H					0	0.00%		
4	L					0	0.00%		
	M	5.75				5.75	2.25%	18	
	H					0	0.00%		
	L					0	0.00%		
	M					0	0.00%		
	H					0	0.00%		
	H					0	0.00%		

Figura 5. Ejemplo de la muestra M1 en el formato PCI para pavimentos asfálticos
Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber realizado la suma total, se calcula la densidad que tiene cada tipo de daño según su severidad en el tramo analizado. Para ello se usa la siguiente fórmula.

$$Densidad = \frac{\text{Área Total del Daño} \times 100}{\text{Área de Muestra}}$$

Figura 6. Fórmula de Densidad para los daños
Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de la aplicación de la fórmula en la muestra M1.

$$Densidad_{\text{piel de cocodrilo (M)}} = \frac{\text{Área total de Daño} \times 100}{\text{Área total de la muestra}} = \frac{77.7 \times 100}{256} = 30.35\%$$

$$Densidad_{\text{Agrietamiento en bloque (L)}} = \frac{24 \times 100}{256} = 9.38\%$$

$$Densidad_{\text{Agrietamiento en bloque (M)}} = \frac{13.67 \times 100}{256} = 13.67\%$$

$$Densidad_{\text{Abultamientos y hundimientos (M)}} = \frac{5.75 \times 100}{256} = 2.25\%$$

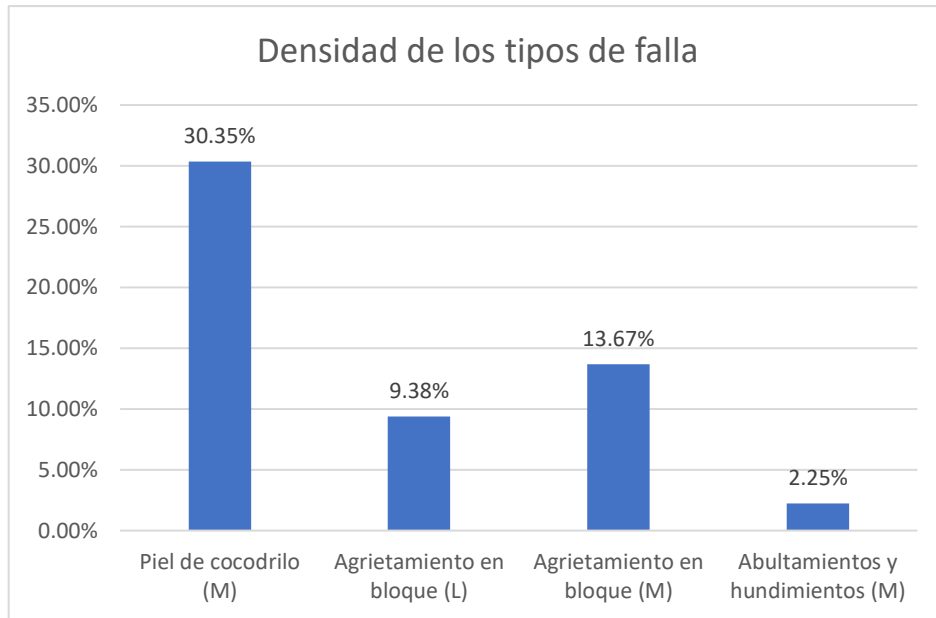


Figura 7. Densidad de los tipos de daño de la muestra M1
Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber calculado la densidad, se estima el valor deducido de acuerdo a los ábacos para pavimento asfáltico del Manual PCI de acuerdo a cada tipo de daño.

Ejemplo del uso de los ábacos en la muestra M1.

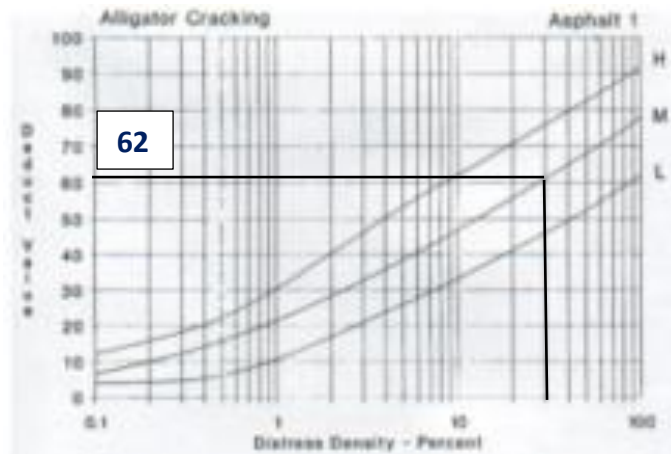


Figura 8. Ábaco para el tipo de daño Piel de cocodrilo
Fuente: Manual Pavement Condition Index (PCI), p. 83.

Después de estimar todos los valores deducidos, se usa el máximo valor de estos para hallar el N° de valores deducidos por medio de la siguiente fórmula.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Figura 9. Fórmula para hallar el número de valores deducidos
Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de aplicación en la muestra M1.

$$N^{\circ} \text{ de Valores Deducidos} = 1 + \frac{9}{98} + (100 - 62) \leq 10$$

$$N^{\circ} \text{ de Valores Deducidos} = 4.49 \leq 10$$

Se obtiene 4.49, por lo que se determina que hay 4 valores deducidos. Luego se va ordenando los valores deducidos de los tipos de daño en una tabla para determinar el máximo V.D.C (Valor Deducido Corregido).

Número de valores deducidos > 2 (q)		4									
Valor deducido más alto		62									
Número máximo de VD (m)		4.49									
NRO	VALORES DEDUCIDOS				VDI	q	VDC				
1	62	19	18	3.92	102.92	4	59				
2	62	19	18	2	101	3	65				
3	62	19	2	2	85	2	61				
4	62	2	2	2	68	1	70				
					0						
					0						
					0						
					0						
					0						
					0						
					0						
					0						
					0						
							Max. VDC	70			
					ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)		30				
					CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		MALO				

Figura 10. Formato en Excel para hallar el máximo V.D.C.
Fuente: Elaboración propia

Para ello, se usará el ábaco con las curvas de corrección para pavimentos asfálticos

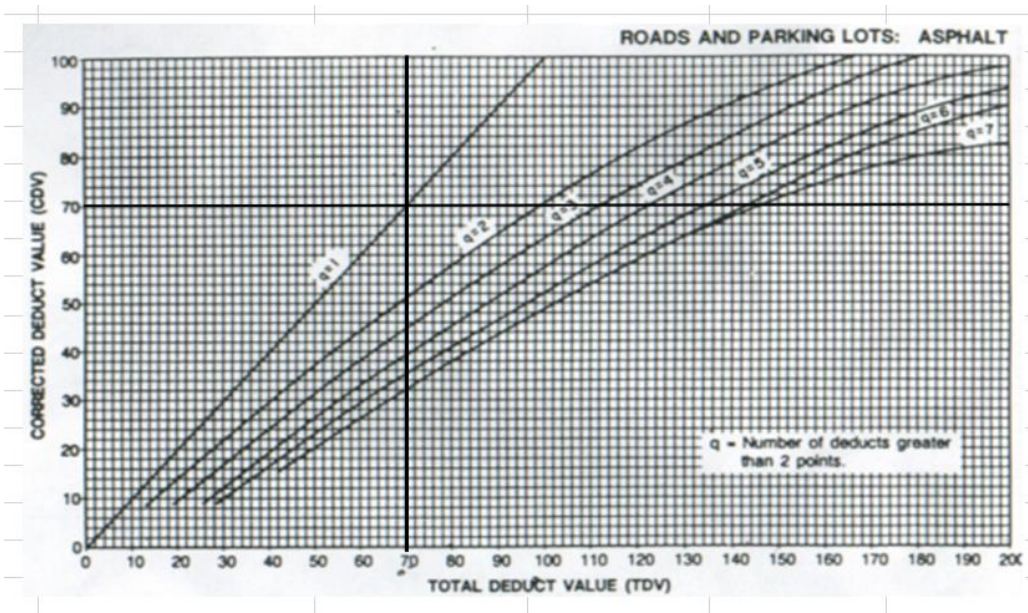


Figura 11. Ábaco para hallar el V.D.C (Valor Deducido Corregido).
Fuente: Manual Pavement Condition Index (PCI), p. 86

El máximo V.D.C se usará en la siguiente fórmula para determinar la condición del pavimento asfáltico.

$$PCI = 100 - (\text{máximo V.D.C.})$$

En la muestra M1 el máximo V.D.C. es 70, se aplica la fórmula anterior:

$$PCI = 100 - 70 = 30$$

Tabla 6. Rangos de calificación del PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Fuente: Manual Pavement Condition Index, 2002, p. 2.

Para terminar, se usa la tabla 6 para clasificar la condición del pavimento asfáltico, el valor obtenido para la muestra M1 es de 30, lo que se traduce a una condición de MALO.

Ensayos de laboratorio

Procedimiento de la extracción y análisis de las briquetas o diamantinas

Para la extracción se deben de usar los equipos adecuados que se indicarán a continuación:

Equipos:

Taladro de Corte



Figura 12. Operario preparando el taladro de corte

Fuente: Elaboración propia

Conos de seguridad



Figura 13. Cono posicionado con barra retráctil para delimitar perímetro

Fuente: Elaboración propia

Agua



Figura 14. Botella con agua para evitar sobrecalentamiento del taladro de corte

Fuente: Elaboración propia

Extracción de las muestras de diamantina

Para una extracción satisfactoria de diamantinas en la avenida San Diego se tuvo que usar los EPCs y EPPs con el fin de prevenir accidentes de tránsito.



Figura 15. Investigador viendo al operario preparar el taladro de corte

Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Otra foto del investigador viendo al operario preparar el taladro de corte

Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Foto completa de los operarios extrayendo una muestra de diamantina

Fuente: Elaboración propia

Para la extracción de la briqueta hay que bombear agua porque eso evitará que las cuchillas del taladro alcancen temperaturas inseguras, evitando que se funda las cuchillas o que el motor falle por saturación de trabajo. Se obtuvieron un total de 6 muestras de 3 pulgadas.



Figura 18. Primera diamantina siendo medida luego de ser marcada como M-1
Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Segunda diamantina siendo medida luego de ser marcada como M-2
Fuente: Elaboración propia

Muestras de Diamantinas en Laboratorio

De las muestras obtenidas, se eligen tres, las cuales se les medirá con el pie de rey y se les pesará para obtener las medidas, el peso y la densidad. Después se meterán pulverizarán todas en el horno.



Figura 20. Todas las diamantinas en el laboratorio
Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Todas las diamantinas siendo pulverizadas en el horno
Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. Horno a una temperatura de 140°C
Fuente: Elaboración propia.



Figura 23. Cuarteo de todas las briquetas pulverizadas
Fuente: Elaboración propia

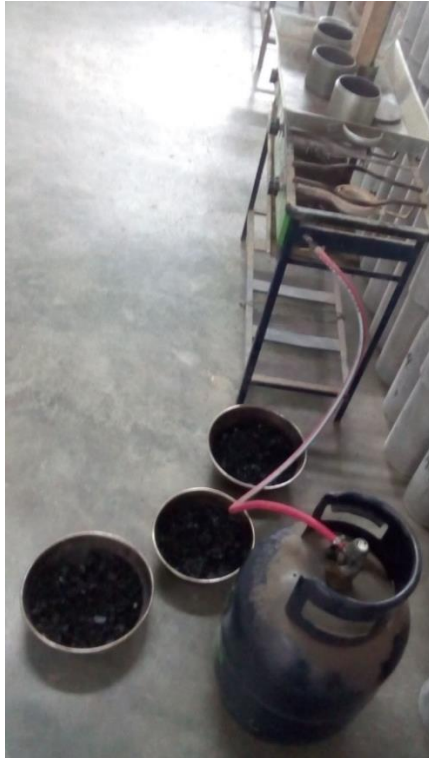


Figura 24. Material del cuarteo seleccionado para armar briquetas
Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Calentando el material del pavimento asfáltico para armar briquetas
Fuente: Elaboración propia



Figura 26. Aplicando 35 golpes de acuerdo al criterio del método Marshall

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de Compresión de Marshall

La diamantina se coloca en una máquina de compresión para aplicarle carga, con lo que se obtuvo la estabilidad y el flujo en Libras que puede soportar la briqueta.



Figura 27. El investigador al lado de la máquina de ensayos

Fuente. Elaboración propia

Los resultados del ensayo ASTM D – 6927 “Método de prueba estándar para estabilidad Marshall y flujo de mezclas bituminosas” están a continuación.

Tabla 7. Lecturas por estabilidad y flujo de las briquetas

Lectura (N°)	Flujo (1/100")	Briqueta N° 1	Briqueta N° 2	Briqueta N° 3
		Estabilidad (Lbs)	Estabilidad (Lbs)	Estabilidad (Lbs)
0	0.00	0	0	0
1	1.00	100	87	123
2	2.00	839	759	692
3	3.00	2632	2563	1352
4	4.00	4188	4005	2805
5	5.00	4930	4985	3735
6	6.00	5180	5236	4458
7	7.00	5193	5298	4895
8	8.00	5034	5146	4917
9	9.00	4773	4824	4689
10	10.00	4478	4462	4425
11	11.00	4225	4256	4201
12	12.00	4004	4023	3989
13	13.00	3796	3689	3687
14	14.00	3606	3521	3346
15	15.00	3266	3289	3125
16	16.00	3015	3102	3014
17	17.00	2764	2915	2903
18	18.00	2513	2728	2792
19	19.00	2262	2541	2681
20	20.00	2011	2354	2570

Fuente: elaboración propia.

3.6 Método de análisis de los datos

Son aquellos datos que se han codificado y que ya han sido transferidos a una matriz, corrigiendo los errores para que el investigador proceda a analizarlos (Hernández et al., 2014, p. 272).

Se recopilarán los datos por medio de la observación directa, recojo de la muestra del presente proyecto de investigación que depende de los análisis de laboratorio y la contrastación con la hipótesis planteada.

La muestra se observara directamente y se recogerá de la avenida San Diego, en el distrito de San Martín de Porres, en el departamento de Lima, para llevarla al laboratorio, pues con ayuda del personal de laboratorio se recogerá con un equipo especial para extraer una muestra del pavimento flexible se verá de la pista para ver el espesor de la pista y realizar el ensayo Marshall y ensayo de granulometria por tamizado.

3.7. Aspectos éticos

La investigación esta presentandose de manera que se están citando a los autores, es una investigación original y no es una copia, pues como futuro ingeniero civil este estudio demuestra la honestidad, transparencia y respeto.

La investigación se desarrollo usando la norma ISO 690 2010, y se encuentran citados en las referencias bibliograficas los autores, respetando los aporte de ellos que han sido utilizados en el presente proyecto de tesis.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

El distrito de San Martín de Porres es uno de los 43 distritos de la provincia de Lima, ubicado en el departamento de Lima, en el Perú. La zona de estudio está ubicada en la urbanización San Diego, distrito de San Martín de Porres, Provincia de Lima, Departamento de Lima, a una altura de 123 msnm (Joseph, Pereyra, Omar y Marín, 2009, p. 69).

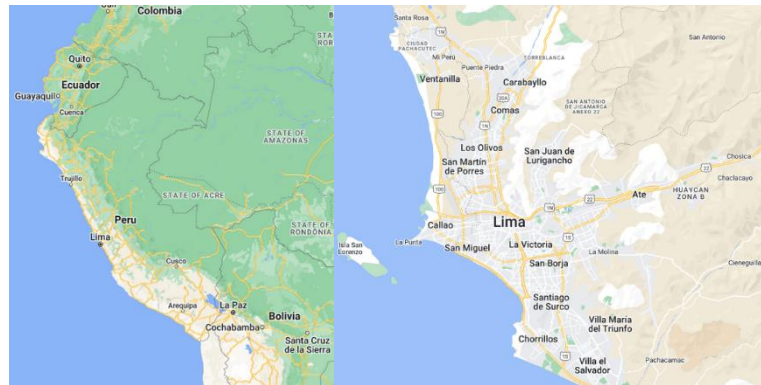


Figura 28. Mapa político del Perú y del departamento de Lima

Fuente: Google Maps

Ubicación del proyecto

La avenida San Diego está ubicada al noreste del distrito de San Martín de porres, va a lo largo de todo el río Chillón y limita con el distrito de Los Olivos.



Figura 29. Avenida San Diego Cuadra 1

Fuente: Google Maps

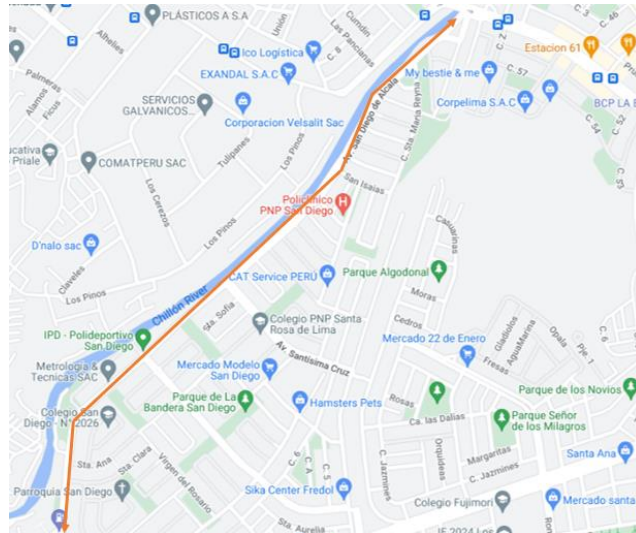


Figura 30. Delimitación de la avenida San Diego

Fuente: Elaboración propia

Limites

- Norte : Distrito de Puente Piedra y Ventanilla, separados por el río Chillón
- Sur : Distrito de San Martín de Porres
- Este : Distrito de Los Olivos y Comas
- Oeste : Distrito del Callao o Región del Callao

Ubicación geográfica

San Martín de Porres está situado al noroeste del Centro de Lima, entre la margen derecha del río Rímac y la izquierda del río Chillón. Su latitud respecto al Ecuador es de 12 grados, 1 minuto y 40 segundos y su longitud es de 77 grados, 2 minutos y 36 segundos oeste del Meridiano de Greenwich. Este dato corresponde a su capital, el Barrio Obrero del Puente del Ejército.

Datos Predominantes

El tramo analizado de la avenida San Diego está delimitado por la calle Virgen de las Mercedes y calle Virgen del Carmen. Este tramo carece de mantenimiento por un periodo de más de 10 años y ha tenido reparaciones de tubos de desagüe en más de 3 ocasiones. Debido a eso, las fallas que se observan en este son piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, abultamientos y hundimientos, grieta de borde, parcheo y huecos.

Análisis del Método PCI

El objetivo de esta investigación fue analizar los tramos del pavimento asfáltico en la zona de estudio ya especificada.

En las evaluaciones realizadas en el pavimento asfáltico de la avenida San Diego, entre la calle Virgen de las Mercedes y Virgen del Carmen, distrito de San Martín de Porres, se encontraron distintas fallas las cuales se analizaron con el Método PCI.

Objetivo específico 1: Identificar los tipos de daños del pavimento con el método PCI en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.



Figura 31. El investigador midiendo el diámetro del hueco.

Fuente: Elaboración propia



Figura 32. El investigador midiendo el ancho de la piel de cocodrilo.

Fuente: Elaboración propia



Figura 33. Área del pavimento asfáltico con hundimiento.

Fuente: Elaboración propia



Figura 34. Área del pavimento asfáltico con parcheo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. *Tipos de daño en total en metros cuadrados según su severidad*

Severidad de daño	Piel de cocodrilo (m2)	Agrietamiento en bloque (m2)	Abultamientos y hundimientos (m2)	Parcheo (m2)
Bajo	1.7	36	9.62	0
Medio	360.98	72.64	34.46	1.42
Alto	151.70	11.25	20.64	0

Fuente: elaboración propia.

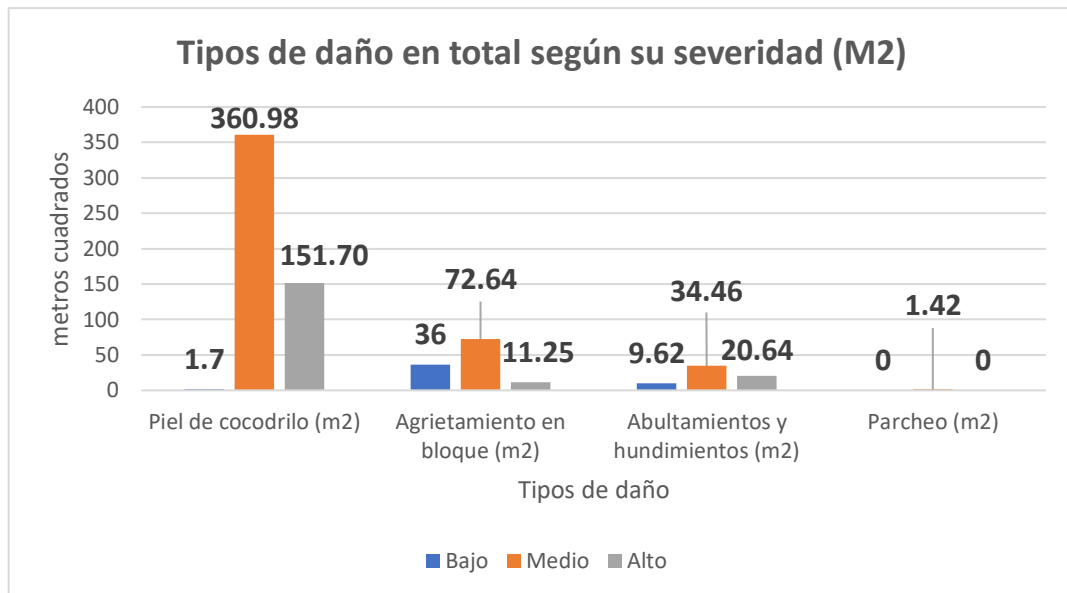


Figura 35. Gráficos de la Tabla 8
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 y figura 35, se muestra la cantidad total en metros cuadrados de tipos de daño que tuvo el pavimento asfáltico, siendo estos los resultados: 1.7 m2 de Piel de cocodrilo (L), 360.98 m2 de Piel de cocodrilo (M), 151.70 m2 de Piel de cocodrilo (H). De la misma manera se observó 36 m2 de Agrietamiento en bloque (L), 72.64 de Agrietamiento en bloque (M), 11.25 m2 de Agrietamiento en bloque (H). Asimismo, se vio 9.62 m2 de Abultamientos y hundimientos (L), 34.46 m2 de Abultamientos y hundimientos (M), 20.64 m2 de Abultamientos y hundimientos (H). Por último, se registró 1.42 m2 de Parcheo (M)

Tabla 9. Tipos de daño en total en metros lineales según su severidad

Severidad de daño	Grieta de borde (m)
Bajo	24
Medio	39.73
Alto	5.21

Fuente: elaboración propia.

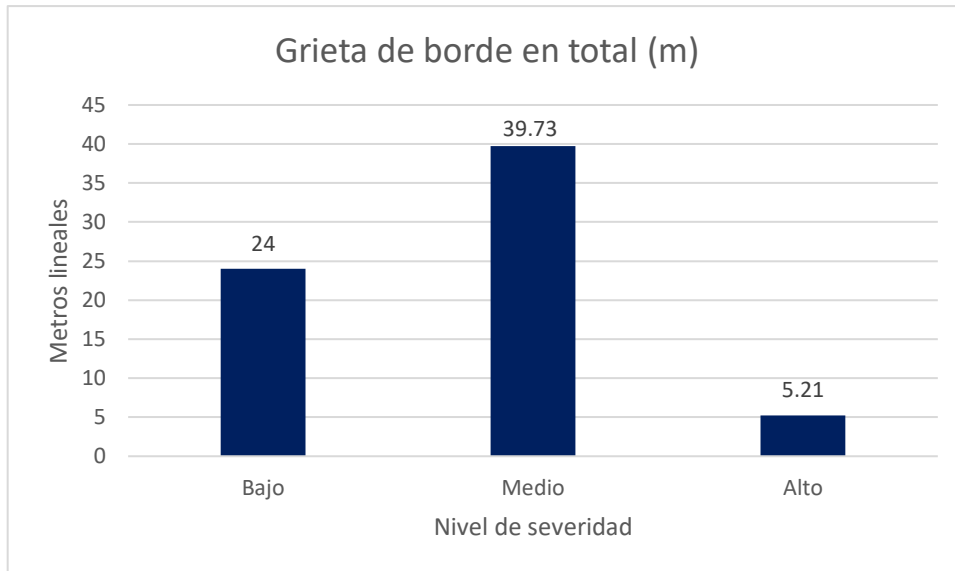


Figura 36. Gráficos de la Tabla 9
Fuente: Elaboración propia

La tabla 9 se ilustró en la figura 36, enseñando la cantidad total del único tipo de daño en metros lineales que tuvo el pavimento asfáltico, siendo estos los resultados: 24 m de Grieta de borde (L), 39.73 m de Grieta de borde (M) y 5.21 m de Grieta de borde (H).

Tabla 10. Tipos de daño en total en unidades según su severidad

Severidad de daño	Huecos
Bajo	3
Medio	5
Alto	1

Fuente: elaboración propia.

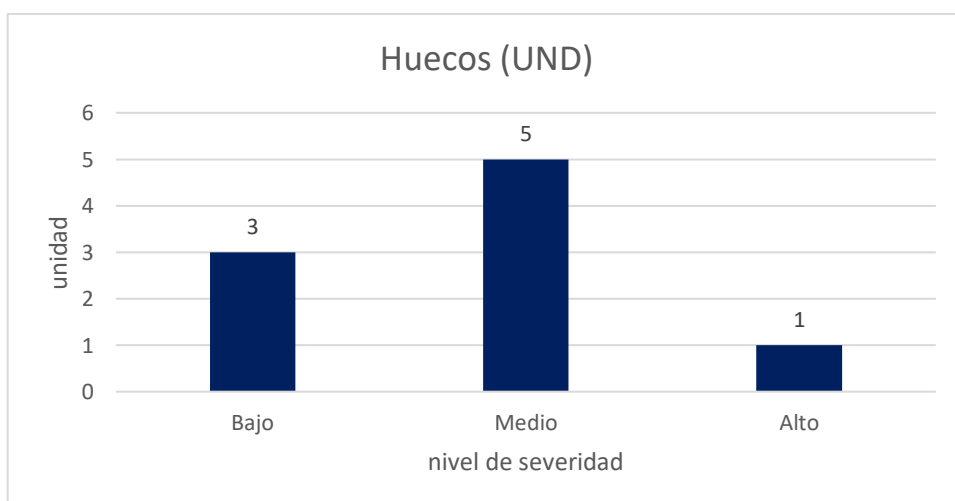


Figura 37. Gráficos de la Tabla 10
Fuente: Elaboración propia

La tabla 10 se representó en un gráfico en la figura 37, detallando la cantidad total del único tipo de daño en unidades que tuvo el pavimento asfáltico, siendo estos los resultados: 3 unidades de Huecos (L), 5 unidades de Huecos (M) y 1 unidad de Huecos (H).

Objetivo específico 2: Determinar la condición del pavimento con el método PCI en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.

Se repitió el procedimiento explicado en “3.5. Procedimientos” en las 15 muestras, dando los siguientes resultados, los cuales se ordenaron en la siguiente tabla.

Tabla 11. Resumen de la condición del pavimento asfáltico por tramos por el método PCI

Tramo N°	INICIAL	FINAL	PCI (%)	Condición del pavimento
1	0	40	30	MALO
2	40	80	39	MALO
3	80	120	42	REGULAR
4	120	160	41	REGULAR
5	160	200	42	REGULAR
6	200	240	33	MALO
7	240	280	44	REGULAR
8	280	320	41	REGULAR
9	320	360	8	FALLADO
10	360	400	9	FALLADO
11	400	440	69	BUENO
12	440	480	20	MUY MALO
13	480	520	28	MALO
14	520	560	6	FALLADO
15	560	600	23	MUY MALO

Fuente: elaboración propia.

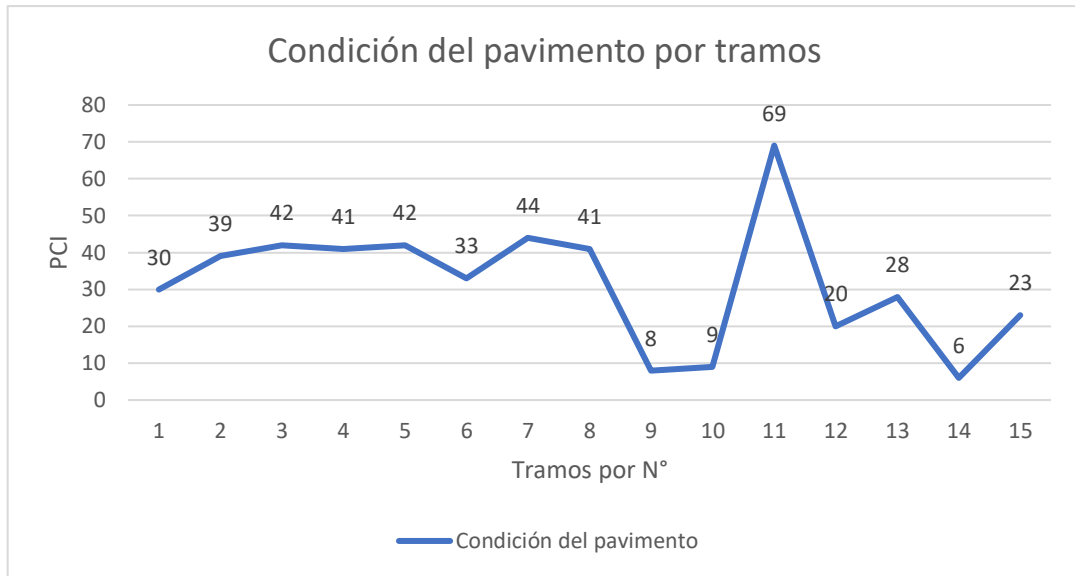


Figura 38. Condición del pavimento por tramos

Fuente: Elaboración propia

El promedio de la condición del pavimento asfáltico sale de la suma total dividido entre la cantidad total de los tramos que es 15.

$$PCI_{promedio} = \frac{475}{15} = 31.67\%$$

El valor anterior califica como una condición de MALO para el pavimento asfáltico de la avenida San Diego.

Tabla 12. Promedio de la condición del pavimento asfáltico por niveles

Condición del pavimento	PCI PROMEDIO
BUENO	14.53%
REGULAR	44.21%
MALO	27.37%
MUY MALO	9.05%
FALLADO	4.84%

Fuente: elaboración propia.

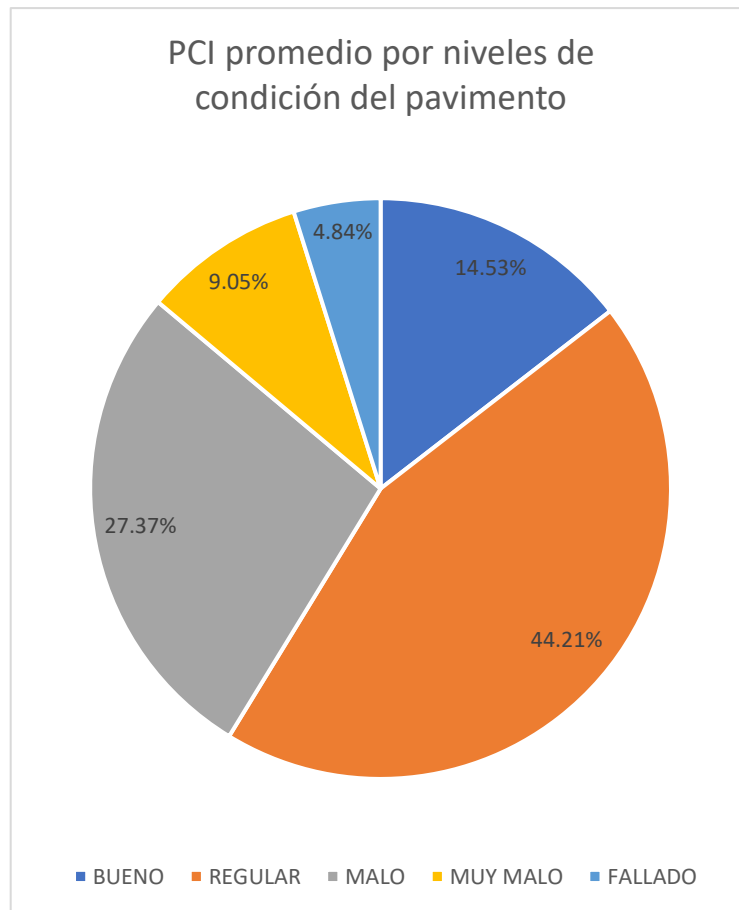


Figura 39. Promedio de PCI por cada nivel de condición del pavimento

Fuente: Elaboración propia

De la figura 39, se aprecia los siguientes resultados del pavimento de la avenida San Diego: un 14.53% clasificó como BUENO; 44.21%, REGULAR; 27.37% MALO; 9.05%, MUY MALO y 4.84%, FALLADO.

Objetivo específico 3: Determinar si el análisis de las propiedades físicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.

Tabla 13. Medidas de las briquetas

NOTA: TEMPERATURA DE COMPACTACIÓN 150°C	Briqueta N° 1	Briqueta N° 2	Briqueta N° 3
Diámetro pulg.	4	4	4
Peso de la muestra seca.	1263	1275	1258
Peso de la muestra sat.	1268	1280	1264
Peso de la muestra sumerg.	718	725	719
Volumen de la muestra	550	555	545
Densidad bulk de la muestra	2.296	2.297	2.308

Fuente: elaboración propia.

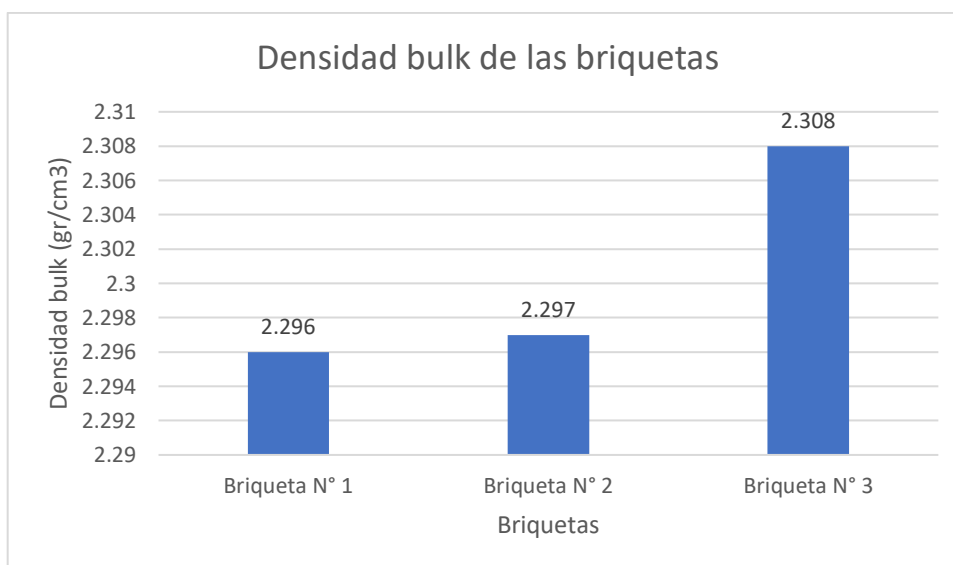


Figura 40. Densidad bulk de cada briketa

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 13 solo se ilustró las densidades bulk de cada briketa en la figura 40, mostrando que la Briqueta N° 1 tuvo 2.296 gr/cm³ de densidad bulk; la Briqueta N° 2, 2.297 gr/cm³; y la Briqueta N° 3, 2.308 gr/cm³

Tabla 14. Pesos unitarios de cada briqueta

	Briqueta N° 1	Briqueta N° 2	Briqueta N° 3
Densidad parafina (gr/cm ³)	0.74	0.74	0.74
Peso de la muestra (gr)	860.6	862.3	858.9
Peso de la muestra parafinada (gr)	862.3	865.1	862.1
Peso muestra parafinada sumergida (gr)	472.3	474.7	475.6
Peso parafina (gr)	1.7	2.8	3.2
Volumen muestra + parafina (cm ³)	390	390.4	386.5
Volumen de parafina (cm ³)	2.3	3.8	4.3
Volumen de la muestra (cm ³)	387.7	386.6	382.2
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.22	2.23	2.25
Peso Unitario (Promedio)	2.233		
Peso Unitario Marshall (gr/cm ³) (Densidad máxima de los remoldeados)	2.301		
Peso Unitario (%)	97.04%		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 14 se aprecia que la densidad bulk promedio de las briquetas sin remoldear fue de 2.233 gr/cm³ y de las remoldeadas, 2.301 gr/cm³. El porcentaje del Peso Unitario es la división del Peso unitario promedio de las briquetas sin remoldear entre las remoldeadas.

$$\text{Peso Unitario (\%)} = \frac{2.233}{2.301} \times 100 = 97.04\%$$

Tabla 15. Gravedad Específica Máxima Teórico de Mezclas Asfálticas

A	Identificación de la Muestra		
B	% de Cemento Asfáltico		
C	Peso del Frasco		2974.5
D	Peso del Frasco + Agua a temperatura de ensayo		7352.2
E	Peso del Frasco + Muestra	E - C	4325
F	Peso Muestra		1350.5
G	Peso del Frasco + Muestra + Agua después del vacío	F + D	8162
H	Suma de Pesos		8702.7
I	Peso de un Volumen de Agua igual a la Muestra	H - G	540.7
J	Temperatura del Ensayo (°C)		26
K	P.E. Máximo Teórico de la Mezcla a la Temperatura de Ensayo	F / I	2.498
L	Factor para referir el ensayo a 25 °C		0.998718
M	Peso Específico Máximo Teórico de la Mezcla a 25 °C	K x L	2.494
N	Peso Específico Promedio para temperatura de 25 °C		2.494

Fuente: elaboración propia.

Con los datos Densidad bulk de la tabla 13 y Peso Específico Promedio para temperatura de 25 °C de la tabla 15 se realiza una división para hallar el porcentaje de vacíos.

Tabla 16. Porcentaje de vacíos por briqueta y promedio

	Peso unitario (%)	Porcentaje de vacíos
Briqueta N° 1	$\frac{2.296}{2.494} = 92.06\%$	7.94%
Briqueta N° 2	$\frac{2.297}{2.494} = 92.10\%$	7.90%
Briqueta N° 3	$\frac{2.308}{2.494} = 92.54\%$	7.46%
	Promedio	7.77%

Fuente: elaboración propia.

De la tabla 16 se observa que la Briqueta N° 1 tiene un 7.94% de vacíos, la Briqueta N° 2, un 7.90% y la Briqueta N° 3, un 7.46%. Finalmente, el promedio del porcentaje de vacíos de las tres briquetas es de 7.77%.

Tabla 17. Análisis Granulométrico

TAMIZ N°	ABERTUR. Mm	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% R. ACUM	% PASA	ESPECIF. TIPO IV	
						Limite agregado grueso	Limite agregado fino
1"	25.4	0	0.00%	0	100%	100%	100%
3/4"	19	15	1.31%	1.31%	98.7%	100%	100%
1/2"	12.5	89	7.78%	9.09%	90.9%	80%	100%
3/8"	9.5	74	6.47%	15.55%	84.4%	70%	90%
4	4.75	168	14.68%	30.23%	69.8%	50%	70%
8	2.6	206	18.00%	48.23%	51.8%	35%	50%
30	0.6	391	34.16%	82.39%	17.6%	18%	29%
50	0.3	53	4.63%	87.02%	13.0%	13%	23%
100	0.15	67	5.85%	92.87%	7.1%	8%	16%
200	0.075	11	0.96%	93.83%	6.2%	4%	10%
FONDO		70.62	6.17%	100.00%	0.0%		
TOTAL		1144.62					
FACTOR		0.0874					

Fuente: elaboración propia.

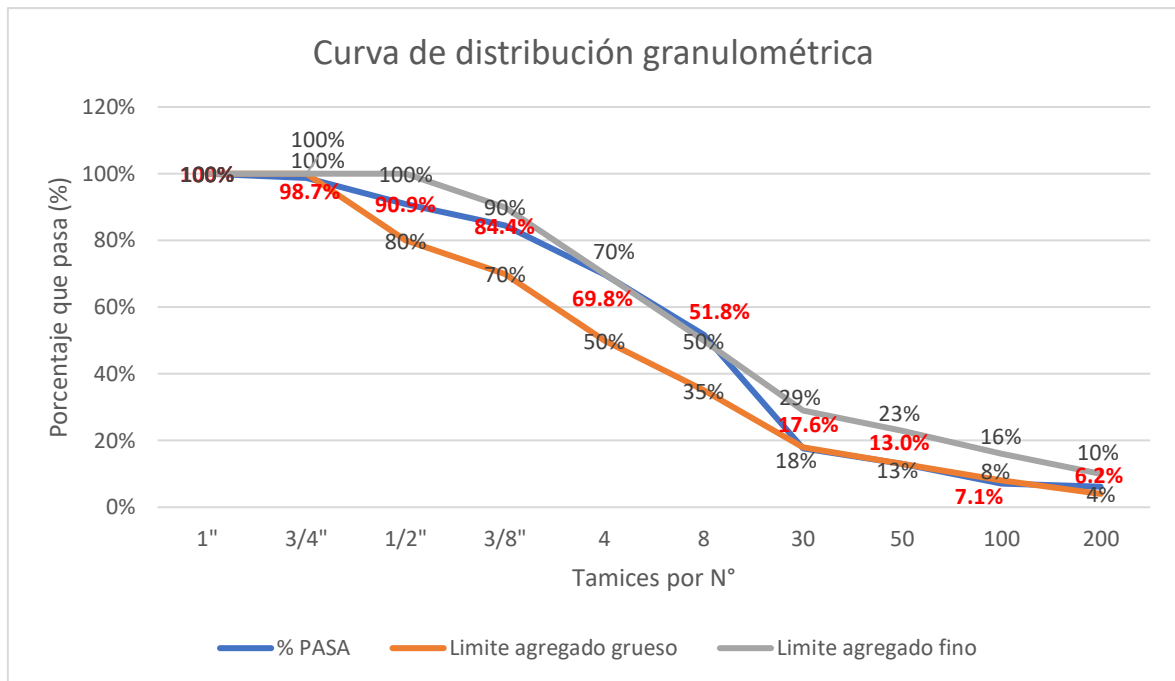


Figura 41. Curva de distribución granulométrica de la Tabla 17

Fuente: Elaboración propia

De la grafica anterior se observa que en el tamiz ¾" el porcentaje que pasa fue de 98.7%; en el de ½", 90.9%; en el de 3/8", 84.4%; en el de N° 4, 69.8%; en el de N° 8, 51.8%; en el de N° 30, 17.6%; en el de N° 50, 13%; en el de N° 100, 7.1% y en el de N° 200, 6.2%.

Prueba de normalidad

1. Planteamiento de normalidad

Ho: Las propiedades físicas del pavimento flexible de la avenida San Diego tienen normalidad.

H1: Las propiedades físicas del pavimento flexible de la avenida San Diego no tienen normalidad.

2. Nivel de significancia

$\alpha = 5 \%$ (0.05)

3. Elección de la prueba estadística

Shapiro – Wilk

4. Estimación del p-valor

Tabla 18. Pruebas de normalidad de las propiedades físicas

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Prop.Físicas	,358	3	.	,812	3	,144
PCI	,358	3	.	,812	3	,144

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia.

5. Toma de decisión

$$p = 0.144$$

$p > 0.05$; entonces se acepta la hipótesis nula.

Los datos de las propiedades físicas tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Grado de asociación por coeficiente de correlación “r” de Pearson

1. Planteamiento de problema

Ho: Datos de las propiedades físicas no están relacionadas con la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego

H1: Datos de las propiedades físicas están relacionadas con la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego

2. Nivel de significancia

$$\alpha = 5 \% (0.05)$$

3. Elección de la prueba estadística

Tabla 19. Coeficiente de correlación “r” de Pearson de las propiedades físicas

Correlaciones			
		Densidad	Vacíos
Densidad	Correlación de Pearson	1	1,000**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	3	3
Vacíos	Correlación de Pearson	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	3	3

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: elaboración propia.

4. Regla de decisión

$$p = 0$$

$p < 0.05$, entonces se acepta la hipótesis alterna

Existe evidencia estadística significativa de que las propiedades físicas están relacionadas de manera directa y positiva con la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego.

Objetivo específico 4: Determinar si el análisis de las propiedades mecánicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.

Tabla 20. Estabilidad y Flujo corregidos de las briquetas

	Estabilidad (Lb)	Flujo
Briqueta N° 1	4622	7
Briqueta N° 2	4715	7
Briqueta N° 3	4720	8

Fuente: elaboración propia.

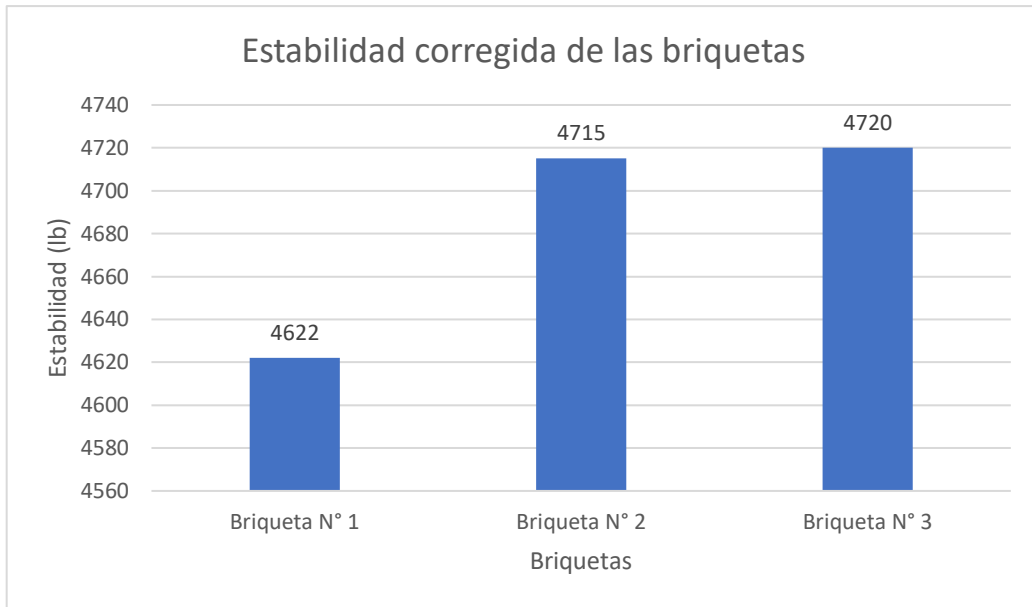


Figura 42. Estabilidad corregida de las briquetas en libras.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior, la estabilidad corregida que soportó la Briqueta N° 1 fue de 4622 libras; la Briqueta N° 2, 4715 libras y la Briqueta N° 3, 4720 libras.

Tabla 21. Estabilidad corregida de las briquetas en kN

	Estabilidad (kN)
Briqueta N° 1	20.56
Briqueta N° 2	20.97
Briqueta N° 3	21.00

Fuente: elaboración propia.

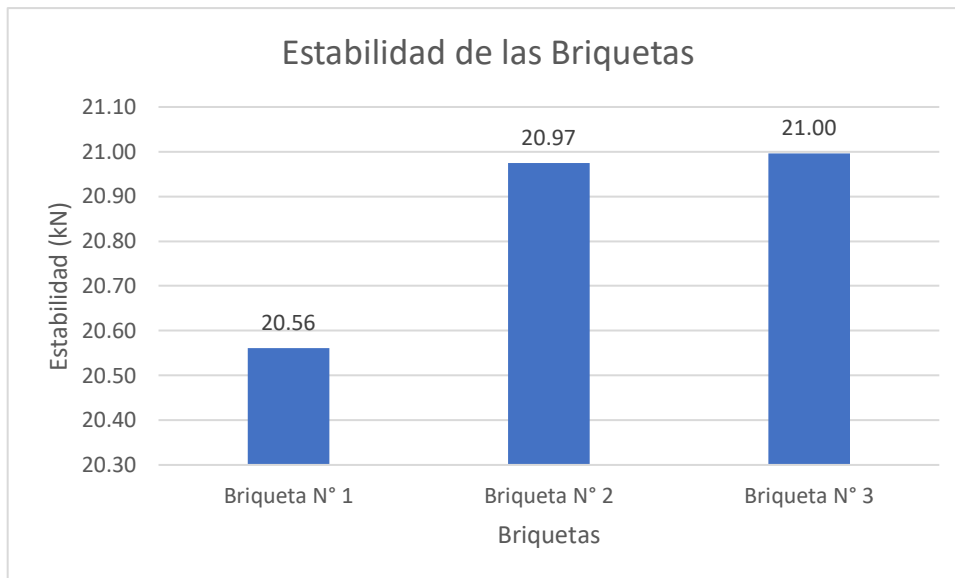


Figura 43. Estabilidad corregida de las briquetas en kN.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior, la estabilidad corregida que soportó la Briqueta N° 1 fue de 20.56 kN; la Briqueta N° 2, 20.97 kN y la Briqueta N° 3, 21 kN libras.

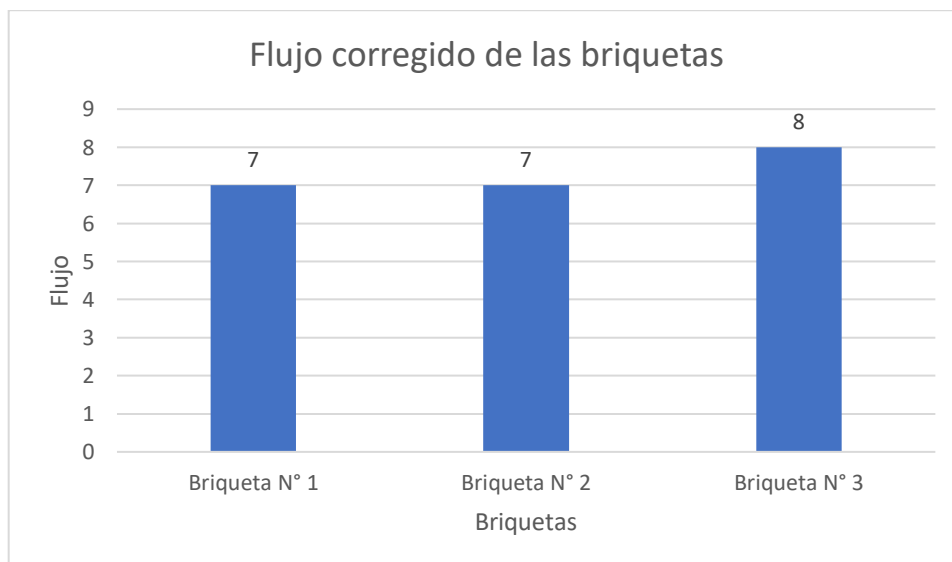


Figura 44. Flujo corregido en mm de las briquetas

Fuente. Elaboración propia

En el gráfico anterior, el flujo corregido de la briqueta 1 fue de 7 mm; la briqueta 2, 7 mm y la briqueta 3, 8 mm.

Prueba de normalidad

1. Planteamiento de normalidad

Ho: Las propiedades mecánicas de las briquetas del pavimento asfáltico de la avenida San Diego tienen normalidad.

H1: Las propiedades mecánicas de las briquetas del pavimento asfáltico de la avenida San Diego no tienen normalidad.

2. Nivel de significancia

$\alpha = 5 \% (0.05)$

3. Elección de la prueba estadística

Shapiro – Wilk

4. Estimación del p-valor

Tabla 22. Pruebas de normalidad de las propiedades mecánicas

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Prop.Mec.	,369	3	.	,788	3	,087
PCI	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia.

5. Toma de decisión

$p = 0$

$p < 0.05$; entonces se acepta la hipótesis alterna.

Los datos de las propiedades mecánicas no tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Grado de asociación por coeficiente de correlación “r” de Pearson

6. Planteamiento de problema

Ho: Datos de las propiedades mecánicas están relacionadas con la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego

H1: Datos de las propiedades mecánicas no están relacionadas con la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego

7. Nivel de significancia

$\alpha = 5 \% (0.05)$

8. Elección de la prueba estadística

Tabla 23. *Coefficiente de correlación “r” de Spearman de las propiedades mecánicas*

Correlaciones				
			Estabilidad	Flujo
Rho de Spearman	Estabilidad	Coeficiente de correlación	1,000	,866
		Sig. (bilateral)	.	,333
		N	3	3
	Flujo	Coeficiente de correlación	,866	1,000
		Sig. (bilateral)	,333	.
		N	3	3

Fuente: elaboración propia.

9. Regla de decisión

$p = 0.333$

$p > 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula

Existe evidencia estadística significativa de que las propiedades mecánicas están relacionadas de manera directa y positiva con la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego.

V DISCUSIÓN

Discusión 1: Del primer objetivo, que fue identificar los tipos de daño del pavimento con el método PCI en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, los principales tipos de daños encontrados fueron Piel de cocodrilo con 514.38 m², Agrietamiento en bloque con 119.89 m², Grieta de borde con 68.94 m y Abultamientos y hundimientos con 64.72 m². Por su lado, Ccosi y Guevara (2020), en su trabajo los tipos de daño más significativos encontrados fueron Piel de cocodrilo con 838.45 m², Grietas Longitudinales o Transversales con 729.90 m, Parcheo con 614.17 m² y Exudación con 156.08 m². Una primera observación fue que, en ambos trabajos, se tiene una gran área con Piel de cocodrilo, lo que significa que ambos pavimentos están sujetos a cargas de tránsito a menudo. Una segunda observación fue que la avenida San Diego no tiene el tipo de daño Exudación mientras que el Jirón Guardia Civil sí lo tiene y en una gran extensión, de ello se deduce que el Jirón puede tener un exceso de asfalto o de uso de sellantes. Una tercera observación fue que en ambos pavimentos se encontraron grietas, en el de San Diego fueron grietas de borde y en el de Jirón Guardia Civil Norte fueron longitudinales y transversales, lo que indica que ambos pavimentos sufrieron contracciones o endurecimientos ya sea por los cambios de temperatura del día a día o por una pobre construcción de junta de carril. Una última observación fue que tanto en San Diego como en Guardia Civil hubo huecos, mientras que en el primero se le ha hecho parcheo a casi ninguno, en el segundo sí han realizado un mantenimiento o rehabilitación lo cual se verifica en su gran extensión de parcheo en metros cuadrados. De lo último, se concluye que la Municipalidad o la comunidad del Jirón Guardia Civil está más organizada a la de San Diego con respecto a mantenimientos, rehabilitaciones o reconstrucciones de infraestructura vial. Comparando con otra tesis, en esta ocasión con Torres (2020), se observó que su unidad de muestra del primer tramo tiene el nivel de severidad Low (Baja) con respecto a la piel de cocodrilo y hay fallas de severidad Media que son fisuras longitudinales y transversales y también piel de cocodrilo y finalmente también se encontró nivel de severidad Alto que son abultamientos y hundimientos y piel de cocodrillo, todo esto para el tramo cuyas dimensiones fueron de 38.30 m de largo y 6 m de ancho de calzada, lo cual mostró semejanza en los tipos de daño que

tiene el pavimento de la avenida San Diego, evidenciando que esos tipos de daño se presenciarán en muchos pavimentos asfálticos.

Discusión 2: Del segundo objetivo, que fue determinar la condición del pavimento con el método PCI en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, se observan los resultados obtenidos del análisis de 15 tramos en la tabla 11 y 12, siendo los siguientes, la avenida San Diego tuvo un 14.53% con un PCI de BUENO; un 44.21%, REGULAR; 27.37%, MALO; un 9.05%, MUY MALO; un 4.84%, FALLADO y su promedio PCI fue de 31.67%, calificando todo el pavimento como MALO. Por su parte, Torres (2020) en su investigación, al analizar 10 tramos de la avenida Universitaria, obtuvo: un 46.17% del total analizado clasificó con un PCI de REGULAR y un 36.75% con un PCI de MALO y un promedio PCI de 42.4, clasificando el pavimento de Av. Universitaria con una condición general de REGULAR. Contrastando ambos, en ambos trabajos se analizaron al menos 10 tramos y en ambas avenidas los pavimentos tienen un ancho mínimo de 6 metros. Otro detalle fue que la avenida San Diego contó con tramos en condición de BUENO, REGULAR, MALO, MUY MALO y FALLADO, mientras que Torres solo tuvo tramos en condición REGULAR y MALO, esto refleja que el pavimento asfáltico de la avenida San Diego no es uniforme como el de la avenida Universitaria, esto se puede deber a un incorrecto vibrado del concreto, una mezcla no muy efectiva, agregados gruesos mal gradados, entre otros. Continuando con los promedios PCI generales de ambos trabajos, la capa asfáltica de San Diego de acuerdo a las medidas de acción recomendadas por intervalos de promedio PCI está necesitando una rehabilitación o refuerzo estructural, mientras que el pavimento de la Av. Universitaria solo está necesitando un mantenimiento correctivo. Para terminar, que el pavimento de San Diego haya obtenido un 10.73% menos de PCI promedio que la avenida Universitaria puede tener muchas causas, para determinar dichas causas, se requerirían más ensayos y análisis de laboratorio.

Discusión 3: Del tercer objetivo, que fue determinar si el análisis de las propiedades físicas de las briquetas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, los resultados de las propiedades físicas fueron: Una densidad bulk de 2.296 gr/cm³ de la Briqueta N° 1; 2, 2.297 gr/cm³ de la Briqueta

N° 2 y 2.308 gr/cm³ de la Briqueta N° 3. Asimismo, el porcentaje de vacíos promedio fue de 7.77%. Por su lado, Torres (2020) tiene las siguientes densidades: 2.407 gr/ cm³ de la Diamantina 1, 2.368 gr/ cm³ de la Diamantina 2 y 2.386 gr/ cm³ de la Diamantina 3 y su porcentaje de vacíos promedio es del 5%. Comparando las densidades, la Briqueta N° 1 tiene un 4.61% menos de gr/cm³ que la Diamantina 1, la Briqueta N° 2 tiene un 3% menos de gr/cm³ que la Diamantina 2 y la Briqueta N° 3 tiene un 3.27% menos de gr/cm³ que la Diamantina 3, esa diferencia de cantidades en porcentaje se vio reflejada en la deformación total o flujo de los resultados del objetivo 4. De la misma manera, el porcentaje de vacíos de las briquetas de la avenida San Diego tienen un 2.77% más que el promedio de las diamantinas de la Av. Universitaria, siendo las primeras descalificadas por haber excedido el porcentaje de vacíos con un promedio de más de 2.77%, pero las segundas aprobadas por mantenerse dentro de los rangos admisibles del criterio del Método Marshall en la tabla 3. Continuando con los resultados de curvas granulométricas, se observó que en el tamiz de $\frac{3}{4}$ " pasó 1.3% más de lo permitido, en el tamiz N° 8, pasó el 1.8% menos de lo permitido, en el tamiz N° 30, pasó 0.4% más de lo permitido y del tamiz N° 100, pasó 0.9% más de lo permitido. Por su lado, la curva granulométrica de la tesis de Torres (2020) estuvo siempre dentro de los parámetros. Por todo lo anterior mencionado, se puede concluir que la mezcla asfáltica usada en la avenida San Diego ha sufrido de segregación de los agregados, provocando que la mezcla no tenga mucha deformación o flujo, lo cual puede haber resultado de dos posibilidades, un desgaste acelerado del agregado grueso por erosión o por cargas constantes o, simplemente, el agregado grueso estuvo mal gradado o fue incorrectamente seleccionado.

Discusión 4: Del último objetivo que fue determinar si el análisis de las propiedades mecánicas de las briquetas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego. La estabilidad corregida de las briquetas de la avenida San Diego fueron: 4622 Lb (20.56 kN) de la Briqueta N° 1, 4715 Lb (20.97 kN) de la Briqueta N° 2 y 4720 Lb (21 kN) de la Briqueta N° 3. El flujo obtenido de las briquetas fue: 7 mm de la Briqueta N° 1, 7 mm de la Briqueta N° 2 y 8 mm de la Briqueta N° 3. En su trabajo, Torres, K. (2020), obtuvo 17.07 kN de la Diamantina 1, 12.39 kN de la Diamantina 2 y 14.21 kN de la Diamantina 3. Asimismo, un flujo

de 9 mm en la Diamantina 1, un flujo de 7 mm en la Diamantina 2 y un flujo de 8 mm en la Diamantina 3. Contrastando ambos resultados con el criterio del Método de Marshall de la tabla 3, las briquetas de la capa asfáltica de San Diego cumplen por estar dentro del rango de estabilidades permitidas, clasificando para cualquier tipo de tránsito, ya sea pesado, mediano o liviano, sin embargo, analizándolos junto con el flujo, la Briqueta N° 1 y N° 2 no cumplen para ningún tipo de tránsito y solo la Briqueta N° 3 cumplió con un tránsito pesado. Por otro lado, casi todas las diamantinas de la Av. Universitaria clasificaron para cualquier tipo de tránsito, excepto la diamantina 2 por tener un flujo menor de 8 mm. De todo lo anterior se puede deducir que ambas avenidas, al tener más de 10 años de vida útil, fueron diseñadas para durar mucho tiempo, lo cual se observó en los resultados de estabilidad corregida de ambos trabajos, sin embargo, en el caso de la avenida San Diego, su agregado grueso se vio alterado o afectado por muchos factores, como la presencia del río Chillón que está a menos de 50 metros de distancia o el hecho de que esta esté en las rutas de los chinos y otras combis informales.

VI CONCLUSIONES

Conclusión 1: Siendo los principales tipos de daño encontrados en la avenida San Diego los siguientes: Piel de cocodrilo, Agrietamiento en bloque, Grieta de borde y Abultamientos y hundimientos. Se puede concluir que el pavimento de San Diego ha estado sometido a constantes cargas tránsito provocadas por estas mismas y por las huellas de los neumáticos, que posiblemente se haya producido un levantamiento o combadura de las losas de concreto y que haya sufrido contracciones o endurecimiento del concreto asfáltico debido a los factores climáticos, como los cambios de temperatura o las lluvias.

Conclusión 2: Los porcentajes totales de todos los tramos acuerdo a la condición del pavimento de la avenida San Diego fueron: un 14.53% tuvo un PCI de BUENO con un puntaje promedio de 69; un 44.21%, REGULAR con un puntaje promedio de 42; 27.37%, MALO con un puntaje promedio de 32.5; un 9.05%, MUY MALO con un puntaje promedio de 21.5; un 4.84%, FALLADO con un puntaje promedio de 7.67 y un promedio de condición del pavimento de 32. Lo que significa que para el tramo en condición BUENO se estaría necesitando un mantenimiento preventivo rutinario; para el tramo en condición REGULAR, un mantenimiento correctivo; para el tramo en condición MALO, una rehabilitación o refuerzo estructural y para los tramos en estado MUY MALO y FALLADO, una rehabilitación o reconstrucción total.

Conclusión 3: La densidad bulk de la Briqueta N° 1 fue de 2.296 gr/cm³; de la Briqueta N° 2, 2.297 gr/cm³ y la Briqueta N° 3, 2.308 gr/cm³. Los porcentajes de vacíos fueron: De la Briqueta N° 1, un 7.94%; de la Briqueta N° 2; 7.90% y de la Briqueta N° 3, 7.46%. De lo anterior se concluye que, a más densidad, menos contenido de vacíos. Sin embargo, se llega a un punto en el que, si se aumenta más ligante o asfalto, comenzaría a aumentar los contenidos de vacíos y, por ende, a disminuir su estabilidad y flujo. Para ello se recomendarían hacer más ensayos de mezclas asfálticas con diferentes porcentajes de emulsión o asfalto para observar el comportamiento.

Conclusión 4: La estabilidad corregida de las briquetas fueron: 20.56 kN de la Briqueta N° 1, 20.97 kN de la Briqueta N° 2 y 21 kN de la Briqueta N° 3. El flujo obtenido de las briquetas fue: 7 mm de la Briqueta N° 1, 7 mm de la Briqueta N° 2 y 8 mm de la Briqueta N° 3. Al observar que solo la Briqueta N° 3 clasificó para cualquier tipo de tránsito y la Briqueta N° 1 y la N° 2 no cumplen con ninguno debido al flujo mínimo, sin embargo, se concluye que se necesitarían más pruebas con más y menos porcentajes de ligante, es decir, asfalto, para determinar con qué porcentaje de asfalto se llegaría a cumplir con el flujo mínimo que es de 8 mm. También se concluye que el agregado grueso de la avenida San Diego se ha desgastado por muchos factores, principalmente, por el uso de esta como ruta de transporte por muchas empresas formales e informales y por la ruptura de tuberías de agua y desagüe, lo que pudo haber provocado erosión en el pavimento flexible.

VII RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Habiendo obtenido una gran área de daños en el pavimento de la avenida San Diego, se recomienda aplicar medidas de reparación a toda su carpeta asfáltica con el respectivo procedimiento para cada tipo de daño encontrado de acuerdo al Manual Pavement Condition Index.

Recomendación 2: Sabiendo que el resultado PCI promedio del pavimento asfáltico de la avenida San Diego es menor de 40, se sugiere realizar una rehabilitación o refuerzo estructural urgentemente debido a que, si la carpeta asfáltica se sigue desgastando, llegará un punto en el que se requiera una reconstrucción total y ello es aún mucho más costoso y toma más tiempo.

Recomendación 3: Se recomienda investigar diferentes fabricantes de asfalto y de emulsiones con el fin de realizar más ensayos para determinar con cuáles de estos productos se puede obtener un rentable y óptimo rendimiento a largo plazo. Aparte, al haber observado que el pavimento de la avenida San Diego lleva durando mucho tiempo bajo malas condiciones, demuestra que ha sido un buen diseño de pavimento, por lo que se debe buscar a la entidad pública o privada que haya realizado la construcción de esta infraestructura para comparar los resultados versus las estadísticas o datos con los que fue diseñado en un comienzo.

Recomendación 4: Es recomendable realizar más pruebas con más y menos porcentajes de ligante, es decir, asfalto, para determinar con qué porcentaje de asfalto se llegaría a cumplir con el intervalo de flujo de la tabla 3, al mismo tiempo que se reduzcan los porcentajes de vacíos y que se optimice el uso de todos los materiales en sí, como el asfalto, el agua o el emulsificante.

REFERENCIAS

- ANDINA.** 4 de abril de 2010. Inician obras viales para mejorar más de 80 calles en zona de La Aurora en Miraflores [Fecha de consulta: 24 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-inician-obras-viales-para-mejorar-mas-80-calles-zona-de-aurora-miraflores-288638.aspx>
- ARACENA PÉREZ, IRENE y TRIVIÑO MADARIAGA, TANIA. 2019.** *Manual de Uso Público.* [ed.] MARÍA JOSÉ LUQUE GUERRERO. 2019. p. 32.
- ASPHALT INSTITUTE. 2010.** Pavimentos Flexibles. México, México : s.n., 2010.
- AUQUI, J. y RAMÍREZ, D. 2019.** Elaboración de una "Guía práctica para el diseño estructural de carreteras". Tesis para obtener el título de Ingenieros Civiles. Quito: Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, 2019. 571 pp.
- BACCA, B., CAICEDO, E., OROBIO, A. y RÍOS, N. 2020.** Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles. Colombia: Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2020. 19 pp.
- CÁLIX, C., ZAZUETA, L. y MACÍAS, J. 2012.** *Metodología de la Investigación Científica.* México : Servicios editoriales Once ríos, 2012. p. 101.
- Civil, Cueva del Ingeniero. 2021.** Pavimentos Flexibles y Rígidos. [En línea] 2021. [Citado el: 01 de Junio de 2021.] <https://www.cuevadelcivil.com/2015/12/pavimentos-flexibles-y-rigidos.html>.
- CCOSI, C. y GUEVARA, I. 2020.** Mejoramiento del pavimento flexible mediante el método PCI para plantear propuestas de intervención, Jirón Guardia Civil Norte, Surco, 2020. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Lima: Universidad César Vallejo, 2020. 167 pp.
- Centre for technology and climate change.** Urban Briquette Making Pilot Study [en línea]. Nairobi: EED Advisory Limited, 2021 [fecha de consulta: 23 de mayo de 2022]. Disponible en: https://www.ctcn.org/system/files/dossier/3b/20210504_Briquette%20Sector%20Study_Final.pdf
- COMISIÓN DE REPÚBLICA ARGENTINA. 2002.** Buenos Aires, Argentina : s.n., 2002. p. 5. *Design Methodologies of Flexible Pavements.* RONDÓN, H. y REYES, F. 2007. Bogotá : s.n., 22 de Agosto de 2007, Ciencia e Ingeniería Neogranadina, p. 42, 43. 0124-8170.

- GÓMEZ, S. 2012.** *Metodología de la Investigación Científica*. México : s.n., 2012. p. 34. 978-607-733-149-0.
- GÓMEZ, S. 2012.** *Metodología de la investigación*. s.l., México : Red Tercer Milenio, México. p. 92. ISBN: 9786077331490.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. 2014.** *Metodología de la Investigación*. México : McGRAW-HILL, 2014. p. 128,3,4,95,152,211,174,175,190,272. 978-1-4562-2396-0.
- HUAUYA, D. Y TERRAZAS K. 2020.** Determinar el ciclo de vida a partir del estado de condición del pavimento flexible urbano en rotondas aplicando metodologías internacionales. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2020. 304 pp.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY.** Supporting Sampling and sample preparation tools for isotope and nuclear analysis [en línea]. Vienna: IAEA, 2016 [fecha de consulta: 23 de mayo de 2022]. Disponible en: https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:47065220
- IRRIGUREN, J. y SIMON, L. 2016.** *Identificación de Fallas en Pavimentos y Técnicas de Reparación*. República Dominicana : s.n., 2016. p. 17, 20, 22, 23, 25,28, 31, 35, 44,48,54,58, 68,71,77, 88,92.
- MACÍAS, D. 2019.** Estudio de fallas que presenta la carpeta asfáltica con alternativas solución-diagnóstico PCI en la vía Sasay Cantón Santa Ana. Proyecto para obtener el título de Ingeniero Civil. Manabí: Universidad Estatal del Sur de Manabí, 2019. 101 pp.
- MEJÍA, E. 2005.** *Metodología de la Investigación Científica*. Lima, Perú : s.n., 2005. p. 36. Universidad Nacional San Marcos. **MINAYA. 2005.** 2005. 5.
- Ministerio de Economía y Finanzas. 2015.** *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. Lima : Servicios Gráficos JMD s.r.l., 2015. p. 110.
- MIRANDA, R. 2010.** Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos. Santiago, Chile : s.n., 2010. p. 1. Tesis. *Modelo de evaluación técnica del desempeño del mantenimiento de pavimentos flexibles*.
- MTC. 2013.** *Manual de Carreteras*. Lima : s.n., 2013. p. 259, 265.

- . 2013. *Manual de Carreteras demantenimiento Vial*. Lima : s.n., 2013. p. 70,71,72, 85, 86.
- NAPAL FRAILE, MARÍA, y otros. 2018.** *Estrategias del alumnado de Educación Secundaria para estimar la densidad*. 2018.
- ÑAUPAS, H., MEJÍA, E., NOVOA, E. y VILLAGÓMEZ, A. 2018.** Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. 5.^a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. 538 pp.
ISBN: 9789587628777
- OLIVEROS, R., VERA, G. y TAM, J. 2008.** Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. *Pensamiento y Acción*. 5: 145 - 154. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjX2bLE68X4AhVeHrkGHSihDh8QFnoECCMQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.imarpe.pe%2Fimarpe%2Farchivos%2Farticulos%2Fimarpe%2Foceanografia%2Fadj_modela_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf&usg=AOvVaw1663IDCDcwR5qlR01a4013
- OYOLA, A. 2021.** La variable [en línea]. Perú: Revista del Cuerpo Médico del HNAAA, 2021 [fecha de consulta: 23 de mayo de 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-47312021000100016
- PAIVA, C. Y MASSELLI, G. 2019.** Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2019. 12 pp.
- PRIETO, G. y DELGADO, A. 2010.** FIABILIDAD Y VALIDEZ. Madrid, España: Papeles del Psicólogo, 2010.
ISSN: 0214-7823
- PROVIAS. 2018.** Servicios de conservación de pavimentos flexibles en calzada de lared vial pavimentada,carreterra: sonda abra-cruz chiquita Ruta PE-02B. <https://www.pvn.gob.pe/wp-content/uploads/2019/04/servicio-de-pavimentos-flexibles.pdf>. [En línea] pvn.gob.pe, 2018. [Citado el: 3 de Junio de 2021.] <https://www.pvn.gob.pe/wp-content/uploads/2019/04/servicio-de-pavimentos-flexibles.pdf>.
- RAMÍREZ, H. y ZWERZ, A. 2012.** *Research Methodology: More than a recipe*. 2012. p. 106.

- RODRIGUEZ, R., CASTAÑO, V. y MARTÍNEZ, M. 2001.** Emulsiones asfálticas [En línea]. México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2001. [fecha de consulta: 1 de Junio de 2021.]. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/documentotecnico/dt23.pdf>. ISSN: 0188-7114
- ROMAN, F. 2020.** Metodología para el cálculo del índice de rugosidad internacional (IRI) y su aplicación en pavimentos flexibles de Guatemala. Tesis (Maestría en Ingeniería Vial). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2020. 106 pp.
- TAMAYO y TAMAYO. 2002.** Metodología de la Investigación Científica. 2002. p. 93.
- TORRES, K. 2020.** Análisis de los tipos de fallas de un pavimento flexible para determinar el estado conservación Av. Universitaria Norte, Comas, 2020. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Lima: Universidad César Vallejo, 2020. 83 pp.
- SABARUDDIN y DENI, A.** Application of pavement condition index (PCI) on the assessment of the Kalumata highway section of the city of South Ternate [en línea]. Ternate: IOP Publishing, 2020 [fecha de consulta: 23 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/419/1/012016/pdf>
- SINGH, S. 2017.** Analysis and evaluation of road defects on the flexible pavement. A case study from LPU main gate Chaheru to Rama Mandi. Tesis (Maestría en tecnología). Phagwara: Lovely Professional University, 2017. 63 pp.
- UCHA, F. 2010.** Definición de Asfalto [En línea]. Venezuela: *Definición ABC*, 2010 [23 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/general/asfalto.php>.
- VÉLEZ, L. 2010.** Permeabilidad y Porosidad en Concreto [en línea]. Medellín, Colombia: Instituto Tecnológico Metropolitano, 2010 [fecha de consulta: 23 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3442/344234320010.pdf>
- VIDAURRE, B. 2018.** Evaluación para la reconstrucción del Pavimento Flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos - Lima 2018. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil. Lima: Universidad César Vallejo, 2018. 145 pp.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
MÉTODO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL	El método funcional es aquel que permite identificar los daños de los 19 en total que suceden en el pavimento debido a los cambios que sufre este mismo por el clima o por los efectos del tránsito. El método estructural es el que permite determinar las causas por las que surgieron las fallas en el pavimento, así como su valor estructural restante.	El pavimento se evaluará mediante el método PCI, la técnica será la inspección visual y el instrumento, el formato PCI para pavimentos con superficie asfáltica	PCI	Inspección visual	Método PCI	De la razón
			Diamantinas	Densidad Bulk, Porcentaje de vacíos, Estabilidad	ASTM D-2172 ASTM D-6927 ASTM D 2041	De la razón
PAVIMENTO FLEXIBLE	Los pavimentos flexibles, son aquellos pavimentos que están formados por carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas que son la base y la sub-base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. (León, F., p. 21)	El pavimento flexible se evaluará con el ensayo de Marshall con la finalidad del evaluar las propiedades volumétricas de las mezclas asfálticas compactadas y para conocer su susceptibilidad a la deformación.	Tipos de daño	Fisuras, Deformaciones, Pérdida de las capas estructurales, Daños superficiales, Otros daños	Método PCI (Método funcional)	De la razón
			Condición del pavimento	Fallado, Muy malo, Malo, Regular, Bueno, Muy Bueno	Método PCI (Método estructural)	De la razón
			Propiedades físicas	Densidad Bulk, Porcentaje de vacíos, porcentaje de absorción	Diamantina ASTM D-2172 ASTM D-6927 ASTM D 2041	De la razón
			Propiedades mecánicas	Estabilidad	Diamantina ASTM D-6927	De la razón

ANEXO 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	INDEPENDIENTE Método funcional y estructural	PCI	Inspección visual	Método PCI	Tipo de investigación: Aplicada
¿Cómo el método funcional y estructural influyen en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022?	Determinar si el método funcional y estructural influyen en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.	El método funcional y estructural influyen en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.		Diamantinas	Densidad Bulk, Porcentaje de vacíos, Estabilidad	Ensayo Marshall ASTM D-2172 ASTM D-6927 ASTM D 2041	Enfoque de la investigación cuantitativo
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	DEPENDIENTE Estado del pavimento flexible	Tipos de daño	Fisuras, Deformaciones, Pérdida de las capas estructurales, Daños superficiales, Otros daños	Método PCI	El diseño de la investigación: No experimental
¿Cómo influye el identificar los tipos de daños del pavimento con el método PCI en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022?	Identificar los tipos de daños del pavimento con el método PCI en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.	Los tipos de daños del pavimento con el método PCI influyen en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.					El nivel de la investigación: descriptiva
¿Cómo influye el clasificar la condición del pavimento con el método PCI en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022?	Determinar la condición del pavimento con el método PCI influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.	La condición del pavimento con el método PCI influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.		Condición del pavimento	Fallado, Muy malo, Malo, Regular, Bueno, Muy Bueno	Diamantina Método PCI	La población es el pavimento de toda la Av. San Diego. Muestra para PCI: 15 tramos de 40 m de largo, siendo 8 de 6.4 m de ancho, 6 con 6.3 m de ancho y 1 solo de 6 m, con un área total de 3800 m2.
¿Cómo el análisis de las propiedades físicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022?	Determinar si el análisis de las propiedades físicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.	Analizar las propiedades físicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.		Propiedades físicas	Densidad Bulk, Porcentaje de vacíos, porcentaje de absorción	Diamantina ASTM D-2172 ASTM D-6927 ASTM D 2041	Muestra para los ensayos de laboratorio: 3 diamantinas extraídas de las siguientes direcciones: Mz 3 Lt 28, Mz 5 Lt 21 y Mz B-3 Lt 3.
¿Cómo el análisis de las propiedades mecánicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022?	Determinar si el análisis de las propiedades mecánicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.	Analizar las propiedades mecánicas influye en la evaluación del estado del pavimento flexible de la avenida San Diego, Lima 2022.		Propiedades mecánicas	Estabilidad	ASTM D-6927	Muestreo: No probabilístico

ANEXO 3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA			
AVENIDA	<input type="text" value="SAN DIEGO CUADRA 1"/>			ABSCISA INICIAL	<input type="text"/>		UNIDAD DE MUESTREO		
ZONA	<input type="text" value="URBANA"/>			ABSCISA FINAL	<input type="text"/>		ÁREA DE MUESTREO (m2)		
INSPECCIONADO POR	<input type="text" value="CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER"/>					FECHA			
N°	Daño			N°	Daño				
1	Piel de cocodrilo (m2)			11	Parcheo (m2)				
2	Exudación (m2)			12	Pulimento de agregados (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)			13	Huecos (N°)				
4	Abultamientos y hundimientos (m2)			14	Cruce de vía férrea (m2)				
5	Corrugación (m2)			15	Ahuellamiento (m2)				
6	Depresión (m2)			16	Desplazamiento (m2)				
7	Grieta de borde (m)			17	Grieta parabólica (m2)				
8	Grieta de reflexión de junta (m)			18	Hinchamiento (m2)				
9	Desnivel carril / berma (m)			19	Desprendimiento de agregados (m2)				
10	Grietas long y transversal (m)								
NIVEL DE SEVERIDAD				NÚMERO MÁXIMO DE VD					
LOW	BAJA		L	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$					
MEDIUM	MEDIA		M						
HIGH	ALTA		H						
Falla	Severidad		Cantidad			Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
	L								
	M								
	H								
	L								
	M								
	H								
	L								
	M								
	H								

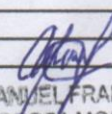
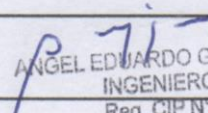


 CARMEN JULISSA
 CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP N° 61276

ANEXO 4. VALIDEZ

Gravedad Específica Máxima Teórico de Mezclas Asfálticas (ASTM D - 2041)

NOMBRE DE PROYECTO:		SOLICITANTE:					
MEZCLA CONTROLADA:		FECHA:					
PROCEDENCIA DE LA MEZCLA:		N° DE INFORME:					
GRAVEDAD ESPECIFICA MÁXIMA TEORICO DE MEZCLAS ASFALTICAS ENSAYO RICE ASTM D 2041							
MÉTODO CON FRASCO VOLUMÉTRICO							
PESO MUESTRA DE MEZCLA							
A	Identificación de La Muestra		1	2	3		
B	% de Cemento Asfáltico		--				
C	Peso del Frasco						
D	Peso del Frasco + Agua a temperatura de ensayo	Ver Tabla					
E	Peso del Frasco + Muestra						
F	Peso Muestra	E-C					
G	Peso del Frasco + Muestra + Agua después del Vacío						
H	Suma de Pesos	F+D					
I	Peso de un Volumen de Agua igual a la Muestra	H-G					
J	Temperatura del Ensayo (° C)						
K	P.E. Máximo Teórico de la Mezcla a la Temperatura de Ensayo	F/I					
L	Factor para referir el ensayo a 25 ° C	Ver Tabla					
M	Peso Especifico Máximo Teórico de la Mezcla a 25 ° C	K/L					
N	Peso Especifico Promedio para temperatura de 25 ° C						
FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA							
Temp.	Factor para 25°C	Temp.	Factor para 25°C	Temp.	Factor para 25°C	Temp.	Factor para 25°C
	0.999738		0.999467		0.999186		0.998896
	0.999711		0.999439		0.999157		0.998866
	0.999684		0.999411		0.999128		0.998837
	0.999655		0.999383		0.999100		0.998807
	0.999631		0.999355		0.999071		0.998777
	0.999603		0.999327		0.999042		0.998748
	0.999576		0.999299		0.999013		0.998718
	0.999549		0.999271		0.998984		0.998688
	0.999522		0.999243		0.998955		0.998657
	0.999491		0.999214		0.998925		0.998627
NOTA: Ensayo efectuado con frasco Rice original y Bomba de vacíos aplicando 25 libras de Mercurio.							
Especialista				Firma y sello			
Ing. Manuel Francisco Correa Morocho				MANUEL FRANCISCO CORREA MOROCHO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 58208			
Eng. Angel Eduardo Gomez Garcia							
Mg. Ing. Juan Javier Caverro Torres				ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 79951			
				Mg. Ing. Juan Javier Caverro Torres CONSULTOR INTERNACIONAL REC. CIP 49209			

Extracción Cuantitativa de Ligante Asfáltico (ASTM D – 2172)

NOMBRE DE PROYECTO:		SOLICITANTE:																																																																																					
MEZCLA CONTROLADA:		FECHA DE ENSAYO:																																																																																					
PROCEDENCIA DE LA MEZCLA:		N° DE INFORME:																																																																																					
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE LIGANTE ASFÁLTICO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DESPUÉS DE ELIMINAR EL LIGANTE ASTM D - 2172																																																																																							
PESO DEL FILTRO 1,-Peso de la muestra + tara 2,-Peso de la tara 3,-Peso de la muestra		CONTENIDO DE ASFALTO 18,-Peso del C.Asfáltico 19,-Porcentaje De C.Asfalt.																																																																																					
PESO DEL FILTRO 4,-Peso final del filtro 5,-Peso 6,-Agregado original atrapado del filtro		CONTENIDO OPTIMO DE ASFALTO = % TOL. +/- 0.3%																																																																																					
LIQUIDO DE LA EXTRACCIÓN 7,-Volumen del solvente utilizado 8,-Parte alicuota 9,-Proporción total		GRANULOMETRÍA DESPUÉS DE ELIMINADO EL LIGANTE.																																																																																					
PESO CENIZA EN SOLVENTE 10,-Peso del crisol + residuo 11,-Peso del crisol 12,-Peso del residuo 13,-Peso total de cenizas		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>ABERTUR.</th> <th>%</th> <th>%</th> <th>%</th> <th>ESPECIF.</th> </tr> <tr> <th>N°</th> <th>mm</th> <th>RETENIDO</th> <th>R. ACUM</th> <th>PASA</th> <th>TIPO IV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>50</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>FACTOR</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		TAMIZ	ABERTUR.	%	%	%	ESPECIF.	N°	mm	RETENIDO	R. ACUM	PASA	TIPO IV	1"						3/4"						1/2"						3/8"						4						8						30						50						100						200						TOTAL						FACTOR					
TAMIZ	ABERTUR.	%	%	%	ESPECIF.																																																																																		
N°	mm	RETENIDO	R. ACUM	PASA	TIPO IV																																																																																		
1"																																																																																							
3/4"																																																																																							
1/2"																																																																																							
3/8"																																																																																							
4																																																																																							
8																																																																																							
30																																																																																							
50																																																																																							
100																																																																																							
200																																																																																							
TOTAL																																																																																							
FACTOR																																																																																							
PESO DE AGREGADO TOTAL 14,-Peso de agregado seco 15,-Peso total de las cenizas 16,-Peso agregado en filtro 17,-Peso total de los agregados																																																																																							
Especialista		Firma y sello																																																																																					
Ing° Manuel Francisco Correa Morochó		 MANUEL FRANCISCO CORREA MOROCHO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 53262																																																																																					
Eng° Angel Eduardo Gomez Garcia		 ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 79951																																																																																					
Mg° Ing. Juan Javier Cávero Torres		 Mg. Ing. Juan-Javier Cávero Torres CONSULTOR INTERNACIONAL REC. CIP 49209																																																																																					

Método de prueba estándar para estabilidad Marshall y flujo de mezclas bituminosas (ASTM D – 6927)

NOMBRE DE PROYECTO:				SOLICITANTE:							
MEZCLA CONTROLADA:				FECHA DE ENSAYO:							
PROCEDENCIA DE LA MEZCLA:				N° DE INFORME:							
Método de prueba estándar para estabilidad Marshall y flujo de mezclas bituminosas ASTM D-6927											
NOTA: TEMPERATURA DE COMPACTACION ENVC				Temperatura de ensayo 60 ± 0.5 °C							
	Briqueta N°1	Briqueta N°2	Briqueta N°3	Briqueta N° 1		Briqueta N° 2		Briqueta N° 3			
Diametro pulg.				Lectura (N°)	Flujo (1/100")	Estabilidad (lbs)	Lectura (N°)	Flujo (1/100")	Estabilidad (lbs)		
Peso de la muestra seca.				0.0			0.0				
Peso de la muestra sat.				1.0			1.0				
Peso de la muestra sumerg.				2.0			2.0				
Volumen de la muestra				3.0			3.0				
Densidad bulk de muestra				4.0			4.0				
				5.0			5.0				
				6.0			6.0				
				7.0			7.0				
				8.0			8.0				
				9.0			9.0				
				10.0			10.0				
				11.0			11.0				
				12.0			12.0				
				13.0			13.0				
				14.0			14.0				
				15.0			15.0				
				16.0			16.0				
				17.0			17.0				
				18.0			18.0				
				19.0			19.0				
				20.0			20.0				
Briqueta N° 1				Briqueta N° 2				Briqueta N° 3			
Volumen de la muestra	cm3										
Factor de correcion por vol.											
Briqueta N° 2				Briqueta N° 3							
Volumen de la muestra	cm3										
Factor de correcion por vol.											
Briqueta N° 3				Briqueta N° 3							
Volumen de la muestra	cm3										
Factor de correcion por vol.											
Estabilidad correg. Briqueta N° 1				Estabilidad correg. Briqueta N° 2				Estabilidad correg. Briqueta N° 3			
Estabilidad y Fluencia				Estabilidad y Fluencia				Estabilidad y Fluencia			
Estabilidad correg. Briqueta N° 1		Lbs		Flujo		Lbs		Estabilidad corre		Lbs	
Flujo		1/100"		Flujo		1/100"		Flujo		1/100"	
Estabilidad (lbs)				Flujo 1/100"							
[]				[]							
Especialista				Firma y sello							
Ing. Manuel Francisco Correa Morochu				MANUEL FRANCISCO CORREA MOROCHO INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 53802							
Ing. Angel E. Gomez Garcia				ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 79951							
Mg. Ing. Juan Javier Cavero Torres				Mg. Ing. Juan Javier Cavero Torres CONSULTOR INTERNACIONAL REC CIP 49299							

ANEXO 5. MAPA

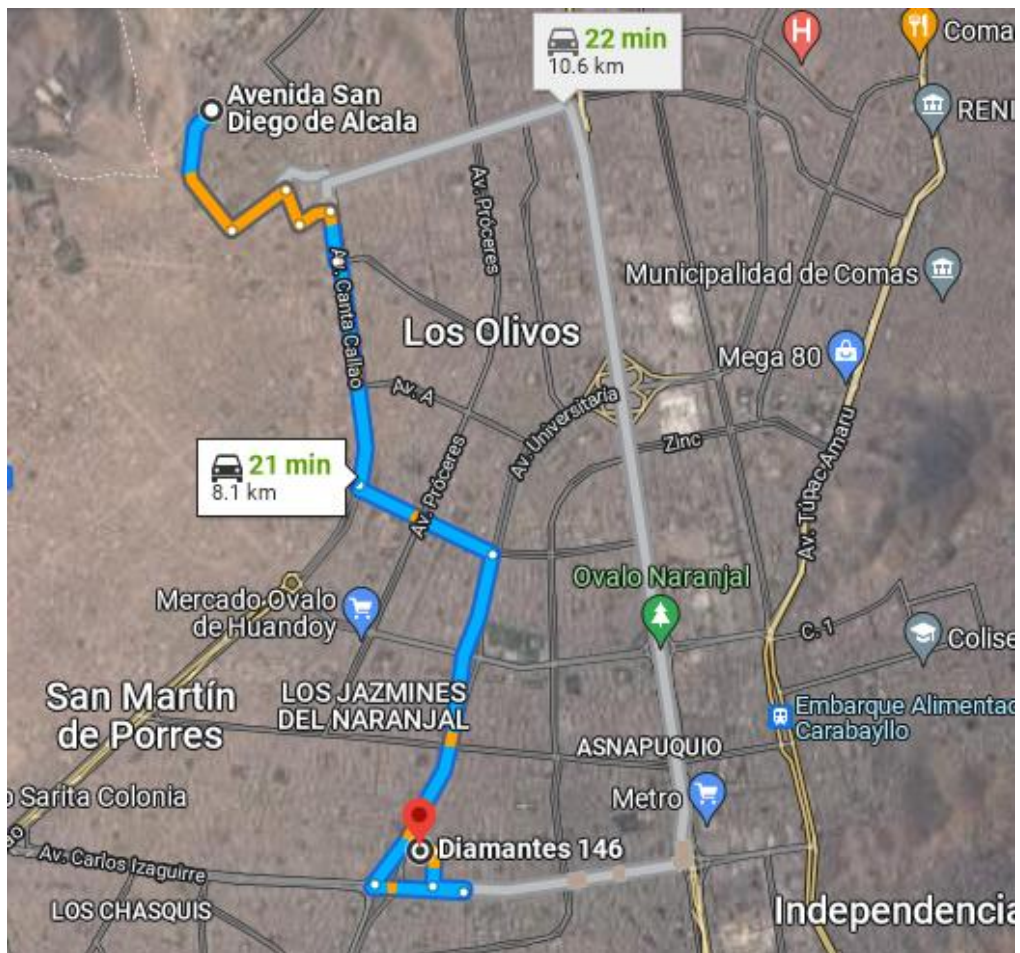


Figura. Mapa con ruta trazado de la ruta de estudio hacia el laboratorio

Fuente: Google Maps

ANEXO 6. PANEL FOTOGRÁFICO



Figura. Investigador al lado del horno
Fuente: Elaboración propia



Figura. Investigador en el sitio de extracción de la diamantina
Fuente: Elaboración propia



Figura. Investigador al lado del equipo de ensayo
Fuente: Elaboración propia



Figura. El técnico de laboratorio recomendando el manual de asfalto
Fuente: Elaboración propia



Figura. Técnico vertiendo la mezcla caliente para compactarlo
Fuente: Elaboración personal



Figura. Técnico realizando 35 golpes
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7. HOJA DE CÁLCULOS

Hoja de cálculo de la muestra M1

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA				
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1		ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO						
			00+00 0	M1						
ZONA	URBANA		ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m2)						
			00+04 0	256						
INSPECCIONADO POR				FECHA						
CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER				12/05/2022						
Nº	Daño		Nº	Daño						
1	Piel de cocodrilo (m2)		11	Parcheo (m2)						
2	Exudación (m2)		12	Pulimento de agregados (m2)						
3	Agrietamiento en bloque (m2)		13	Huecos (Nº)						
4	Abultamientos y hundimientos (m2)		14	Cruce de vía férrea (m2)						
5	Corrugación (m2)		15	Ahuellamiento (m2)						
6	Depresión (m2)		16	Desplazamiento (m2)						
7	Grieta de borde (m)		17	Grieta parabólica (m2)						
8	Grieta de reflexión de junta (m)		18	Hincharamiento (m2)						
9	Desnivel carril / berma (m)		19	Desprendimiento de agregados (m2)						
10	Grietas long y transversal (m)									
NIVEL DE SEVERIDAD			NÚMERO MÁXIMO DE VD							
LOW	BAJA	L	$m_1 = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$							
MEDIU	MEDIA	M								
M HIGH	ALTA	H								
Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	L					0	0.00%	62		
	M	29.6	48.1			77.7	30.35%			
	H					0	0.00%			
3	L	9	15			24	9.38%	8		
	M	14	21			35	13.67%			
	H					0	0.00%			
4	L					0	0.00%	18		
	M	5.75				5.75	2.25%			
	H					0	0.00%			
	L					0	0.00%			
	M					0	0.00%			
	H					0	0.00%			
Número de valores deducidos > 2 (q)		4								
Valor deducido más alto		62								
Número máximo de VD (m)		4.49								
NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	62	19	18	3.92		102.9	4	59		
2	62	19	18	2		101	3	65		
3	62	19	2	2		85	2	61		
4	62	2	2	2		68	1	70		
							Max. VDC	70		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)							30			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							MALO			

CARMEN JULISSA
 CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP Nº 61276

Hoja de cálculo de la muestra M2

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA	
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1	ABSCISA INICIAL	00+00	UNIDAD DE MUESTREO	M2
ZONA	URBANA	ABSCISA FINAL	00+40	AREA DE MUESTREO (m2)	256
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER	FECHA	12/05/2022		
Nº	Daño	Nº	Daño		
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)		
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)		
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (Nº)		
4	Abultamientos y hundimientos (m2)	14	Cruce de vía férrea (m2)		
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)		
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)		
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)		
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)		
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)		
10	Grietas long y transversal (m)				

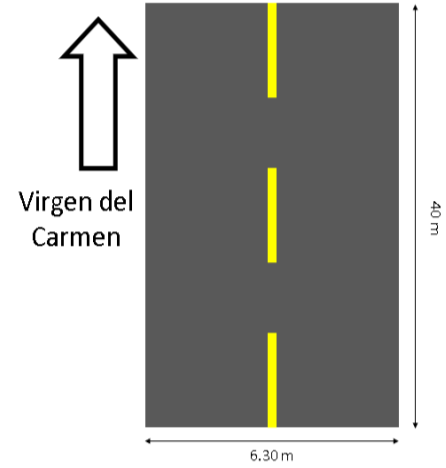
NIVEL DE SEVERIDAD			NÚMERO MÁXIMO DE VD				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
LOW MEDIUM HIGH	BAJA MEDIA ALTA	L M H	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$							
Falla	Severidad	Cantidad								
1	L						0	0.00%	53	
	M	24	18				42	16.41%		
	H						0	0.00%		
4	L	1.06	1.36				2.42	0.95%	5	
	M	4					4	0.00%		
	H						0	0.00%		
7	L						0	0.00%	6	
	M	0.86	1.5				2.36	0.92%		
	H						0	0.00%		
13	L	1					1	0.39%	8	
	M						0	0.00%		
	H						0	0.00%		
Número de valores deducidos > 2 (q)		3								
Valor deducido más alto		53								
Número máximo de VD (m)		5.32								
NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	53	8	6	2.56			69.5	4	39	
2	53	8	6	2			6	3	45	
3	53	8	2	2			69	2	51	
4	53	2	2	2			65	1	51	
							59		61	
								Max. VDC	61	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)	39
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	MALO

CARMEN JULISSA
 CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP N° 61276

Hoja de cálculo de la muestra M3

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA	
AVENID A	SAN DIEGO CUADRA 1	ABSCISA INICIAL	00+000	UNIDAD DE MUESTREO	M3
ZONA	URBANA	ABSCISA FINAL	00+040	AREA DE MUESTREO (m2)	252
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER	FECHA	12/05/2022		
N°	Daño	N°	Daño		
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)		
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)		
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (N°)		
4	Abultamientos y hundimientos (m2)	14	Cruce de vía férrea (m2)		
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)		
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)		
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)		
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)		
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)		
10	Grietas long y transversal (m)				



NIVEL DE SEVERIDAD			NUMERO MAXIMO DE VD
LOW	BAJA	L	$m_1 = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$
MEDIU	MEDIA	M	
M	ALTA	M	
HIGH		H	

Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L					0	0.00%	49	
	M	22	12			34	13.49%		
	H					0	0.00%		
3	L	1.8				1.86	0.74%	2	
	M	6				0	0.00%		
	H					0	0.00%		
4	L	0.8				0	0.00%	14	
	M	9	2.67			3.56	1.41%		
	H					0	0.00%		
13	L	1				1	0.40%	3	
	M	1				1	0.40%		
	H					0	0.00%		

Número de valores deducidos > 2 (q) 4
 Valor deducido más alto 49
 Número máximo de VD (m) 5.68

NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	49	14	6	3	2	2.04	76.0	6	35	
2	49	14	6	3	2	2	4	5	38	
3	49	14	6	3	2	2	76	4	43	
4	49	14	6	2	2	2	76	3	48	
5	49	14	2	2	2	2	75	2	51	
6	49	2	2	2	2	2	71	2	51	
							59	1	58	

Max. VDC 58

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)	42
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	REGULAR


 CARMEN JULISSA
 CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP N° 61276

Hoja de cálculo de la muestra M4

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA	
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1	ABSCISA INICIAL	00+000	UNIDAD DE MUESTREO	M4
ZONA	URBANA	ABSCISA FINAL	00+040	AREA DE MUESTREO (m2)	252
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARINO JUAN JAVIER	FECHA	12/05/2022		
N°	Daño	N°	Daño		
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parcheo (m2)		
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)		
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (N°)		
4	Abultamientos y hundimientos (m2)	14	Cruce de vía férrea (m2)		
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)		
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)		
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)		
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)		
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)		
10	Grietas long y transversal (m)				

NIVEL DE SEVERIDAD			NUMERO MAXIMO DE VD				Total	Densidad (%)	Valor Deducido
LOW MEDIU M HIGH	BAJA MEDIA ALTA	L M H	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
Falla	Severidad	Cantidad				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	L					0	0.00%	48	
	M	13.75	17.5			31.25	12.40%		
	H					0	0.00%		
3	L					0	0.00%	3	
	M					0	0.00%		
	H	0.9				0.9	0.36%		
4	L					0	0.00%	15	
	M	3.187	5			3.187	1.26%		
	H					0	0.00%		
7	L					0	0.00%	5	
	M	0.825				0.825	0.33%		
	H					0	0.00%		

Número de valores deducidos > 2 (q) 4
 Valor deducido más alto 48
 Número máximo de VD (m) 5.78

NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	48	15	5	3	2	2.34	75.34	6	35	
2	48	15	5	3	2	2	75	5	38	
3	48	15	5	3	2	2	75	4	42	
4	48	15	5	2	2	2	74	3	47	
5	48	15	2	2	2	2	71	2	52	
6	48	2	2	2	2	2	58	1	59	

Max. VDC 59

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)	41
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	REGULAR

CARMEN JULISSA
CAVERO TORRES
Ingeniera Civil
CIP N° 61276

Hoja de cálculo de la muestra M5

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA	
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1	ABSCISA INICIAL	00+00 0	UNIDAD DE MUESTREO	M5
ZONA	URBANA	ABSCISA FINAL	00+04 0	AREA DE MUESTREO (m2)	252
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER	FECHA	12/05/2022		
N°	Daño	N°	Daño		
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)		
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)		
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (N°)		
4	Abultamientos y hundimientos (m2)	14	Cruce de vía férrea (m2)		
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)		
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)		
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)		
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)		
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)		
10	Grietas long y transversal (m)				

NIVEL DE SEVERIDAD			NUMERO MAXIMO DE VD				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
LOW MEDIU M HIGH	BAJA MEDIA ALTA	L M H	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$							
Falla	Severidad	Cantidad								
1	L M H	14	16.8				0 30.8 0	0.00% 12.22% 0.00%	48	
3	L M H	1.4	1.98	5.4			0 8.78 0	0.00% 3.48% 0.00%	9	
4	L M H	3.187 5					0 3.187 5	0.00% 1.26% 0.00%	13	
13	L M H	1					0 1 0	0.00% 0.40% 0.00%	18	
Número de valores deducidos > 2 (q)		4								
Valor deducido más alto		48								
Número máximo de VD (m)		5.78								
NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	48	18	13	9	2	7.02	97.02	6	47	
2	48	18	13	9	2	2	92	5	47	
3	48	18	13	9	2	2	92	4	52	
4	48	18	13	2	2	2	85	3	54	
5	48	18	2	2	2	2	74	2	53	
6	48	2	2	2	2	2	58	1	58	
								Max. VDC	58	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)	42
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	REGULAR

CARMEN JULISSA
 CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP N° 61276

Hoja de cálculo de la muestra M6

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA				
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1		ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO							
			00+0 00	M6							
ZONA	URBANA		ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m2)							
			00+0 40	256							
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER			FECHA							
				12/05/2022							
N°	Daño		N°	Daño							
1	Piel de cocodrilo (m2)		11	Parcheo (m2)							
2	Exudación (m2)		12	Pulimento de agregados (m2)							
3	Agrietamiento en bloque (m2)		13	Huecos (N°)							
4	Abultamientos y hundimientos (m2)		14	Cruce de vía férrea (m2)							
5	Corrugación (m2)		15	Ahuellamiento (m2)							
6	Depresión (m2)		16	Desplazamiento (m2)							
7	Grieta de borde (m)		17	Grieta parabólica (m2)							
8	Grieta de reflexión de junta (m)		18	Hincharamiento (m2)							
9	Desnivel carril / berma (m)		19	Desprendimiento de agregados (m2)							
10	Grietas long y transversal (m)										
NIVEL DE SEVERIDAD			NUMERO MAXIMO DE VD								
LOW	BAJA		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$								
MEDIU	MEDIA										
HIGH	ALTA										
		L									
		M									
		H									
Falla	Severidad		Cantidad					Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	L						0	0.00%	50		
	M		9	10.8	14.4		34.2	13.36%			
	H						0	0.00%			
3	L		4.2				0	0.00%	11		
	M		5	7.65			11.9	4.65%			
	H						0	0.00%			
4	L		2.0				0	0.00%	12		
	M		7				2.07	0.81%			
	H			1.95			1.95	0.76%			
13	L						0	0.00%	18		
	M		1				1	0.39%			
	H						0	0.00%			
Número de valores deducidos > 2 (q)			5								
Valor deducido más alto			50								
Número máximo de VD (m)			5.59								
NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC	
1	50	31	18	12	11	6.49	128.4	6	63		
2	50	31	18	12	11	2	9	5	65		
3	50	31	18	12	2	2	124	4	66		
4	50	31	18	2	2	2	115	3	67		
5	50	31	2	2	2	2	105	2	63		
6	50	2	2	2	2	2	89	2	63		
							60	1	60		
								Max. VDC	67		
								ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)	33		
								CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	MALO		


 CARMEN JULISSA
 CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP N° 61276

Hoja de cálculo de la muestra M7

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA			
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1		ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO						
ZONA	URBANA		ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m2)						
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER		00+000	M7						
			00+040	256						
				FECHA						
				12/05/2022						
N°	Daño		N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo (m2)		11	Parcheo (m2)						
2	Exudación (m2)		12	Pulimento de agregados (m2)						
3	Agrietamiento en bloque (m2)		13	Huecos (N°)						
4	Abultamientos y hundimientos (m2)		14	Cruce de vía férrea (m2)						
5	Corrugación (m2)		15	Ahuellamiento (m2)						
6	Depresión (m2)		16	Desplazamiento (m2)						
7	Grieta de borde (m)		17	Grieta parabólica (m2)						
8	Grieta de reflexión de junta (m)		18	Hincharamiento (m2)						
9	Desnivel carril / berma (m)		19	Desprendimiento de agregados (m2)						
10	Grietas long y transversal (m)									
NIVEL DE SEVERIDAD			NUMERO MAXIMO DE VD							
LOW	BAJA		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$							
MEDIU	MEDIA									
HIGH	ALTA									
		L								
		M								
		H								
Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	L	15.7					0	0.00%	47	
	M	3	9.9				25.6	10.01%		
	H						3	0.00%		
3	L	3.72					0	0.00%	5	
	M		2.55				3.72	1.45%		
	H						2.55	1.00%		
11	L		1.02				0	0.00%	7	
	M						1.02	0.40%		
	H						0	0.00%		
	L						0	0.00%		
	M						0	0.00%		
	H						0	0.00%		
Número de valores deducidos > 2 (q)		4								
Valor deducido más alto		47								
Número máximo de VD (m)		5.87								
NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	47	8	7	5	2	4.35	73.3	6	34	
2	47	8	7	5	2	2	5	5	36	
3	47	8	7	5	2	2	71	4	40	
4	47	8	7	2	2	2	71	3	43	
5	47	8	2	2	2	2	68	2	46	
6	47	2	2	2	2	2	63	1	56	
							57	1	56	
								Max. VDC	56	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								44		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								REGULAR		


 CARMEN JULISSA
 CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP N° 61276

Hoja de cálculo de la muestra M8

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA	
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1	ABSCISA INICIAL	00+00	UNIDAD DE MUESTREO	M8
ZONA	URBANA	ABSCISA FINAL	00+40	AREA DE MUESTREO (m2)	256
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARINO JUAN JAVIER	FECHA	12/05/2022		
N°	Daño	N°	Daño		
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parcheo (m2)		
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)		
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (N°)		
4	Abultamientos y hundimientos (m2)	14	Cruce de vía férrea (m2)		
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)		
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)		
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)		
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)		
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)		
10	Grietas long y transversal (m)				

NIVEL DE SEVERIDAD			NÚMERO MÁXIMO DE VD
LOW	BAJA	L	$m_1 = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$
MEDIU	MEDIA	M	
HIGH	ALTA	H	

Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L						0	0.00%	
	M	13					13	5.08%	39
	H		16.8				16.8	6.56%	26
7	L			0.54			0	0.00%	
	M						0.54	0.21%	0
	H	1.04	0.97				2.01	0.79%	9
13	L	1					1	0.39%	20
	M						0	0.00%	
	H						0	0.00%	
	L						0	0.00%	
	M						0	0.00%	
	H						0	0.00%	

Número de valores deducidos > 2 (q) 4
 Valor deducido más alto 39
 Número máximo de VD (m) 6.60

NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	39	26	20	9	2	2	5.4	103.4	7	50
2	39	26	20	9	2	2	2	100	6	48
3	39	26	20	9	2	2	2	100	5	52
4	39	26	20	9	2	2	2	100	4	57
5	39	26	20	2	2	2	2	93	3	59
6	39	26	2	2	2	2	2	75	2	54
7	39	2	2	2	2	2	2	51	1	52
									Max. VDC	59

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)	41
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	REGULAR

CARMEN JULISSA CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP N° 61276

Hoja de cálculo de la muestra M9

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA	
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1	ABSCISA INICIAL	00+00	UNIDAD DE MUESTREO	M9
ZONA	URBANA	ABSCISA FINAL	00+40	AREA DE MUESTREO (m2)	256
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER	FECHA	12/05/2022		
Nº	Daño	Nº	Daño		
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)		
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)		
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (Nº)		
4	Abultamientos y hundimientos (m2)	14	Cruce de vía férrea (m2)		
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)		
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)		
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)		
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)		
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)		
10	Grietas long y transversal (m)				

NIVEL DE SEVERIDAD			NÚMERO MÁXIMO DE VD				Total	Densidad (%)	Valor Deducido
LOW MEDIUM HIGH	BAJA MEDIA ALTA	L M H	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
Falla	Severidad	Cantidad							
1	L	18.5					0	0.00%	
	M						18.5	7.23%	41
	H		25.2				25.2	9.84%	61
4	L				0.81		0	0.00%	
	M	1.5					0.81	0.32%	5
	H	6	1.46				3.02	1.18%	36
13	L						0	0.00%	
	M	1					1	0.39%	32
	H						0	0.00%	
	L						0	0.00%	
	M						0	0.00%	
	H						0	0.00%	

Número de valores deducidos > 2 (q) 5
 Valor deducido más alto 61
 Número máximo de VD (m) 4.58

NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	61	41	36	32	5		175	5	86
2	61	41	36	32	2		172	4	92
3	61	41	36	2	2		142	3	84
4	61	41	2	2	2		108	2	74
5	61	2	2	2	2		69	1	68

Max. VDC 92

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)	8
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	FALLADO

CARMEN JULISSA
 CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP Nº 61276

Hoja de cálculo de la muestra M10

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA			
AVENIDA SAN DIEGO CUADRA 1		ABSCISA INICIAL 00+00		UNIDAD DE MUESTREO M10					
ZONA URBANA		ABSCISA FINAL 00+40		AREA DE MUESTREO (m2) 252					
INSPECCIONADO POR CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER				FECHA 12/05/2022					
N°	Daño	N°	Daño						
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)						
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)						
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (N°)						
4	Abultamientos y hundimientos (m2)	14	Cruce de vía férrea (m2)						
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)						
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)						
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)						
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)						
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)						
10	Grietas long y transversal (m)								
NIVEL DE SEVERIDAD			NÚMERO MÁXIMO DE VD						
LOW	BAJA	L	$m_1 = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$						
MEDIUM	MEDIA	M							
HIGH	ALTA	H							
Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L					0	0.00%		
	M	9.1				9.1	3.61%	34	
	H		9.6			9.6	3.81%	59	
4	L					0	0.00%		
	M		0.34			0.34	0.13%	0	
	H	0.8		0.62		1.47	0.58%	27	
13	L					0	0.00%		
	M					0	0.00%		
	H	1				1	0.40%	37	
	L					0	0.00%		
	M					0	0.00%		
	H					0	0.00%		
Número de valores deducidos > 2 (q)		4							
Valor deducido más alto		59							
Número máximo de VD (m)		4.77							
NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	59	37	34	27	20.79	177.7	5	87	
2	59	37	34	27	2	9	4	91	
3	59	37	34	2	2	159	3	80	
4	59	37	2	2	2	134	2	71	
5	59	2	2	2	2	102	2	71	
						67	1	66	
							Max. VDC	91	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)							9		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							FALLADO		


 CARMEN JULISSA
 CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP N° 61276

Hoja de cálculo de la muestra M11

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA	
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1	ABSCISA INICIAL	00+000	UNIDAD DE MUESTREO	M11
ZONA	URBANA	ABSCISA FINAL	00+040	AREA DE MUESTREO (m2)	252
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER	FECHA	12/05/2022		
N°	Daño	N°	Daño		
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parcheo (m2)		
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)		
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (N°)		
4	Abultamientos y hundimientos (m2)	14	Cruce de vía férrea (m2)		
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)		
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)		
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)		
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)		
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)	19	
10	Grietas long y transversal (m)				

NIVEL DE SEVERIDAD			NÚMERO MÁXIMO DE VD	
LOW	BAJA	L	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	
MEDIU	MEDIA	M		
HIGH	ALTA	H		

Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad (%)	Valor Deducido
3	L						0	0.00%	
	M		3.2				3.2	1.27%	4
	H	7.8					7.8	3.10%	17
7	L						0	0.00%	
	M						0	0.00%	
	H	3.2					3.2	1.27%	9
11	L						0	0.00%	
	M		0.4				0.4	0.16%	3
	H						0	0.00%	
13	L						0	0.00%	
	M		1				1	0.40%	18
	H						0	0.00%	

Número de valores deducidos > 2 (q) 5
 Valor deducido más alto 18
 Número máximo de VD (m) 8.53

NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	18	17	9	4	4.77	52.77	5	24
2	18	17	9	4	2	50	4	26
3	18	17	9	2	2	48	3	29
4	18	17	2	2	2	41	2	31
5	18	2	2	2	2	26	1	25

Max. VDC 31

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)	69
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	BUENO

CARMEN JULISSA
 CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP N° 61276

Hoja de cálculo de la muestra M12

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA	
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1	ABSCISA INICIAL	00+000	UNIDAD DE MUESTREO	
ZONA	URBANA	ABSCISA FINAL	00+040	M12	
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER			AREA DE MUESTREO (m2)	
				240	
				FECHA	
				12/05/2022	
N°	Daño	N°	Daño		
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parcheo (m2)		
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)		
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (N°)		
4	Abultamientos y hundimientos (m2)	14	Cruce de vía férrea (m2)		
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)		
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)		
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)		
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)		
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)		
10	Grietas long y transversal (m)				

NIVEL DE SEVERIDAD			NÚMERO MÁXIMO DE VD
LOW	BAJA	L	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
MEDIU	MEDIA	M	
HIGH	ALTA	H	

Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L						0	0.00%	
	M		7.7				7.7	3.21%	34
	H			9.9			9.9	4.13%	51
4	L						0	0.00%	
	M	1.1					1.17	0.49%	8
	H	7	5.4				5.4	2.25%	46
	L						0	0.00%	
	M						0	0.00%	
	H						0	0.00%	
	L						0	0.00%	
	M						0	0.00%	
	H						0	0.00%	

Número de valores deducidos > 2 (q) 4
 Valor deducido más alto 51
 Número máximo de VD (m) 5.50

NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	51	46	34	4		135	4	73
2	51	46	34	2		133	3	80
3	51	46	2	2		101	2	71
4	51	2	2	2		57	1	57
							Max. VDC	80

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)	20
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	MUY MALO

CARMEN JULISSA
 CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP N° 61276

Hoja de cálculo de la muestra M13

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA	
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1	ABSCISA INICIAL	00+00	UNIDAD DE MUESTREO	M13
ZONA	URBANA	ABSCISA FINAL	00+40	AREA DE MUESTREO (m2)	252
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER	FECHA	12/05/2022		
N°	Daño	N°	Daño		
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parcheo (m2)		
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)		
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (N°)		
4	Abultamientos y hundimientos (m2)	14	Cruce de vía férrea (m2)		
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)		
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)		
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)		
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)		
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)		
10	Grietas long y transversal (m)				

NIVEL DE SEVERIDAD			NUMERO MAXIMO DE VD				Total	Densidad (%)	Valor Deducido
LOW MEDIU M HIGH	BAJA MEDIA ALTA	L M H	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - NDV_i)$						
Falla	Severidad	Cantidad							
1	L	1.7					1.7	0.67%	8
	M		5.1				5.1	2.02%	29
	H			10.2			10.2	4.05%	50
4	L	7.2					7.2	2.86%	7
	M		14.4				14.4	5.71%	31
	H						0	0.00%	
	L						0	0.00%	
	M						0	0.00%	
	H						0	0.00%	
	L						0	0.00%	
	M						0	0.00%	
	H						0	0.00%	

Número de valores deducidos > 2 (q) 5
 Valor deducido más alto 50
 Número máximo de VD (m) 5.59

NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	50	31	29	8	7	4.13	129.13	6	63	
2	50	31	29	8	7	2	127	5	66	
3	50	31	29	8	2	2	122	4	69	
4	50	31	29	2	2	2	116	3	72	
5	50	31	2	2	2	2	89	2	64	
6	50	2	2	2	2	2	60	1	60	
									Max. VDC	72

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)	28
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	MALO

CARMEN JULISSA
 CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP N° 61276

Hoja de cálculo de la muestra M14

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA	
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1	ABSCISA INICIAL	00+000	UNIDAD DE MUESTREO	M14
ZONA	URBANA	ABSCISA FINAL	00+040	AREA DE MUESTREO (m2)	256
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARINO JUAN JAVIER	FECHA	12/05/2022		
N°	Daño	N°	Daño		
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)		
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)		
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (N°)		
4	Abultamientos y hundimientos (m2)	14	Cruce de vía férrea (m2)		
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)		
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)		
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)		
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)		
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)		
10	Grietas long y transversal (m)				

NIVEL DE SEVERIDAD			NÚMERO MÁXIMO DE VD				Total	Densidad (%)	Valor Deducido
LOW	BAJA	L	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) V_i$						
MEDIU	MEDIA	M							
HIGH	ALTA	H							
Falla	Severidad	Cantidad				Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	L					0	0.00%		
	M	32				32	12.50%	49	
	H		16			16	6.25%	58	
3	L	10.1				10.1	3.96%	5	
	M	4				4	0.00%		
	H					0	0.00%		
4	L					0	0.00%		
	M					0	0.00%		
	H	8.8				8.8	3.44%	54	
	L					0	0.00%		
	M					0	0.00%		
	H					0	0.00%		
Número de valores deducidos > 2 (q)		4							
Valor deducido más alto		58							
Número máximo de VD (m)		4.86							
NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	58	54	49	5	4.3	170.3	5	85	
2	58	54	49	5	2	168	4	90	
3	58	54	49	2	2	165	3	94	
4	58	54	2	2	2	118	2	81	
5	58	2	2	2	2	66	1	65	
							Max. VDC	94	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)	6
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	FALLADO

CARMEN JULISSA CAVERO TORRES

 Ingeniera Civil

 CIP N° 61276

Hoja de cálculo de la muestra M15

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA	
AVENIDA	SAN DIEGO CUADRA 1	ABSCISA INICIAL	00+000	UNIDAD DE MUESTREO	M15
ZONA	URBANA	ABSCISA FINAL	00+040	AREA DE MUESTREO (m2)	256
INSPECCIONADO POR	CAVERO MARIÑO JUAN JAVIER	FECHA	12/05/2022		
N°	Daño	N°	Daño		
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)		
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)		
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (N°)		
4	Abultamientos y hundimientos (m2)	14	Cruce de vía férrea (m2)		
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)		
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)		
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)		
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)		
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)		
10	Grietas long y transversal (m)				

NIVEL DE SEVERIDAD			NÚMERO MÁXIMO DE VD
LOW	BAJA	L	$m_1 = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$
MEDIU	MEDIA	M	
HIGH	ALTA	H	

Falla	Severidad	Cantidad					Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L					0	0.00%	74	
	M					0	0.00%		
	H	64				64	25.00%		
7	L	24				24	9.38%	16	
	M		36			36	14.06%		
	H					0	0.00%		
	L					0	0.00%		
	M					0	0.00%		
	H					0	0.00%		
	L					0	0.00%		
	M					0	0.00%		
	H					0	0.00%		

Número de valores deducidos > 2 (q)	3
Valor deducido más alto	74
Número máximo de VD (m)	3.39

NRO	VALORES DEDUCIDOS					VD T	q	VDC
1	74	16	5			95	3	60
2	74	16	2			92	2	65
3	74	2	2			78	1	77
							Max. VDC	77

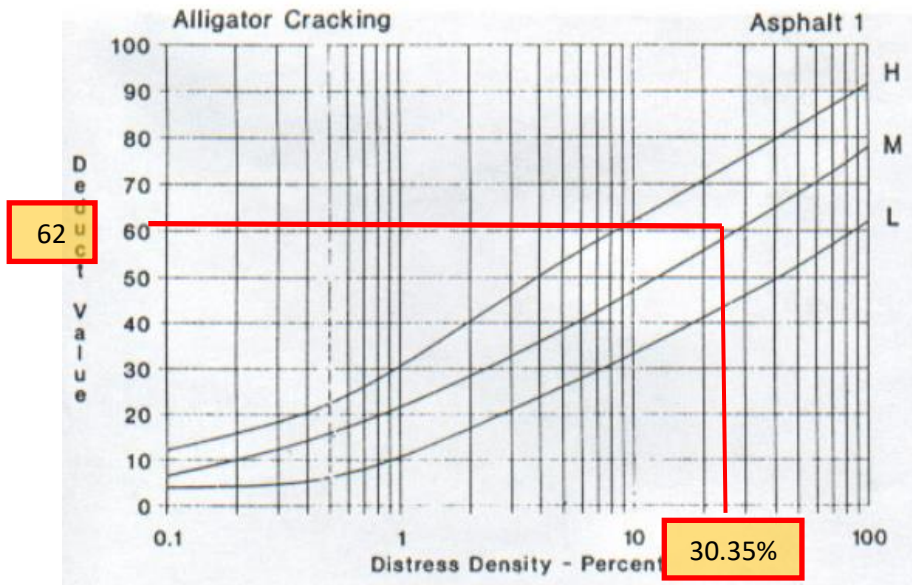
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)	23
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	MUYMALO


 CARMEN JULISSA
 CAVERO TORRES
 Ingeniera Civil
 CIP N° 61276

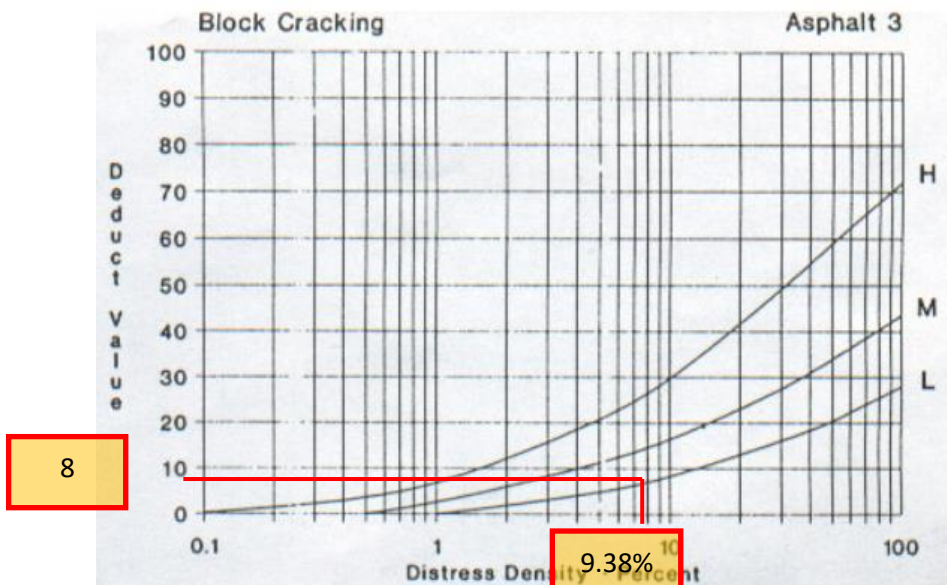
ÁBACOS

Muestra M1

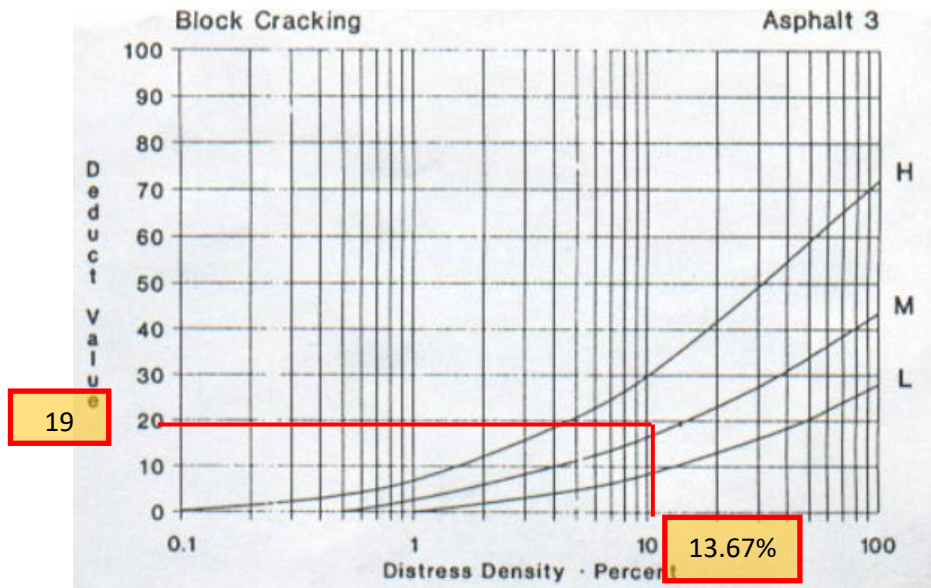
Piel de cocodrilo



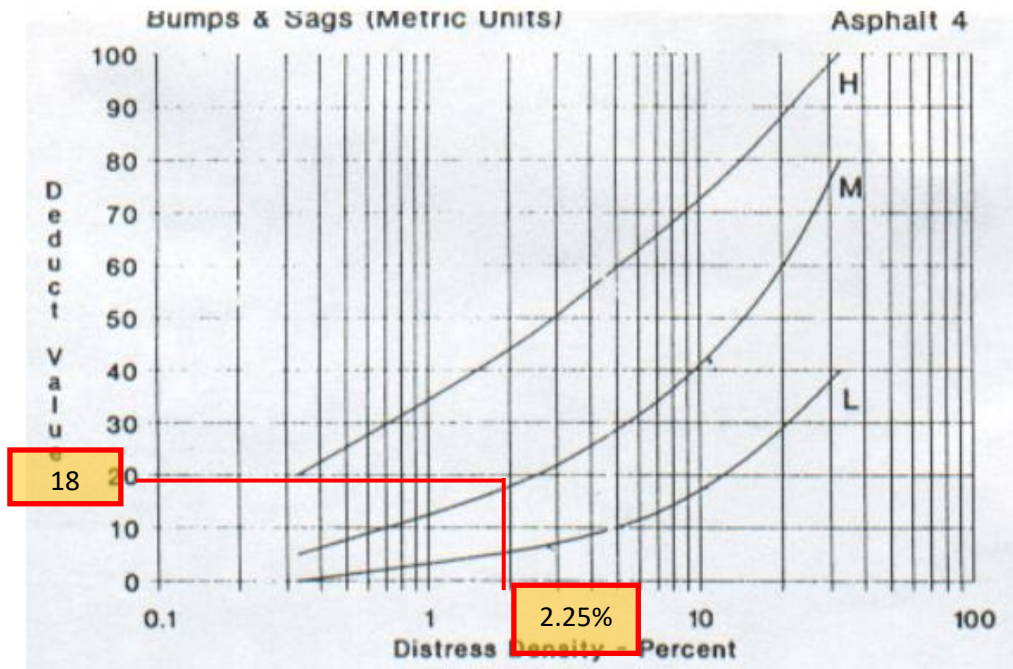
Agrietamiento en bloque



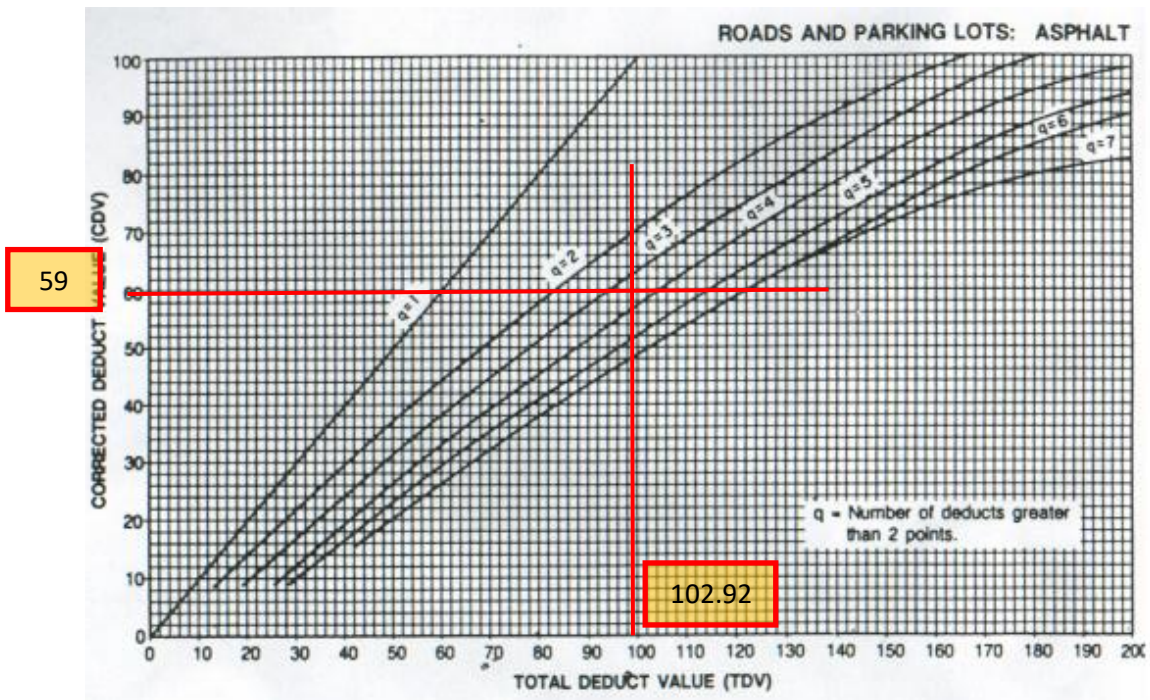
Agrietamiento en bloque



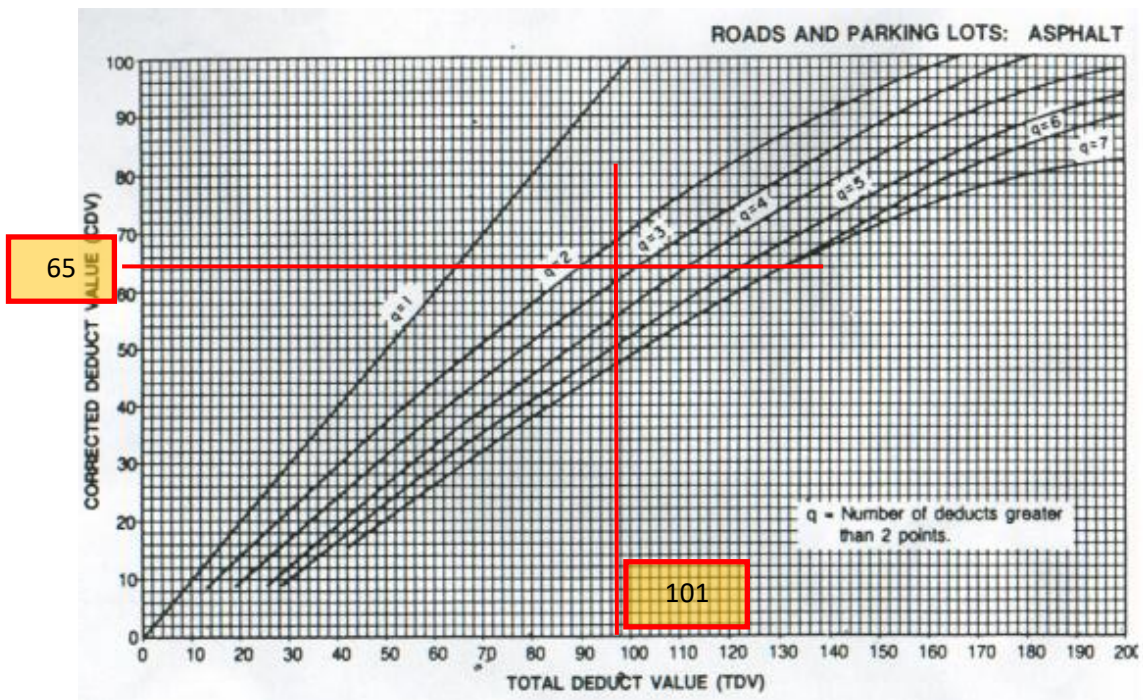
Abultamientos y hundimientos



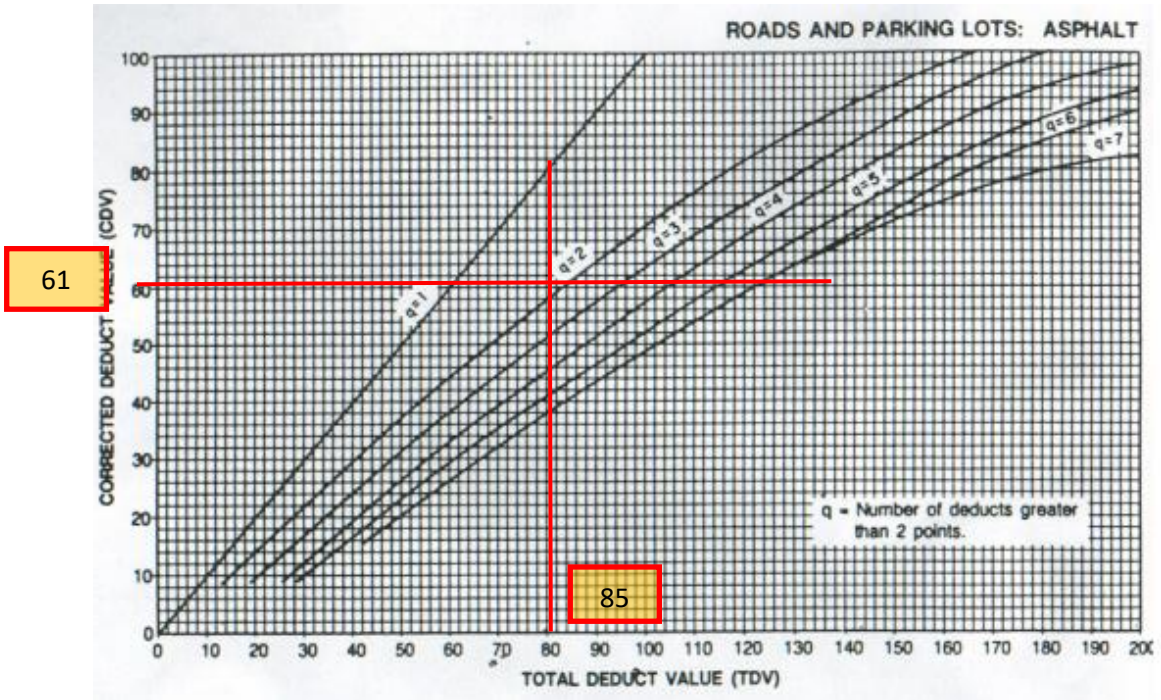
Valor Deducido Corregido 1



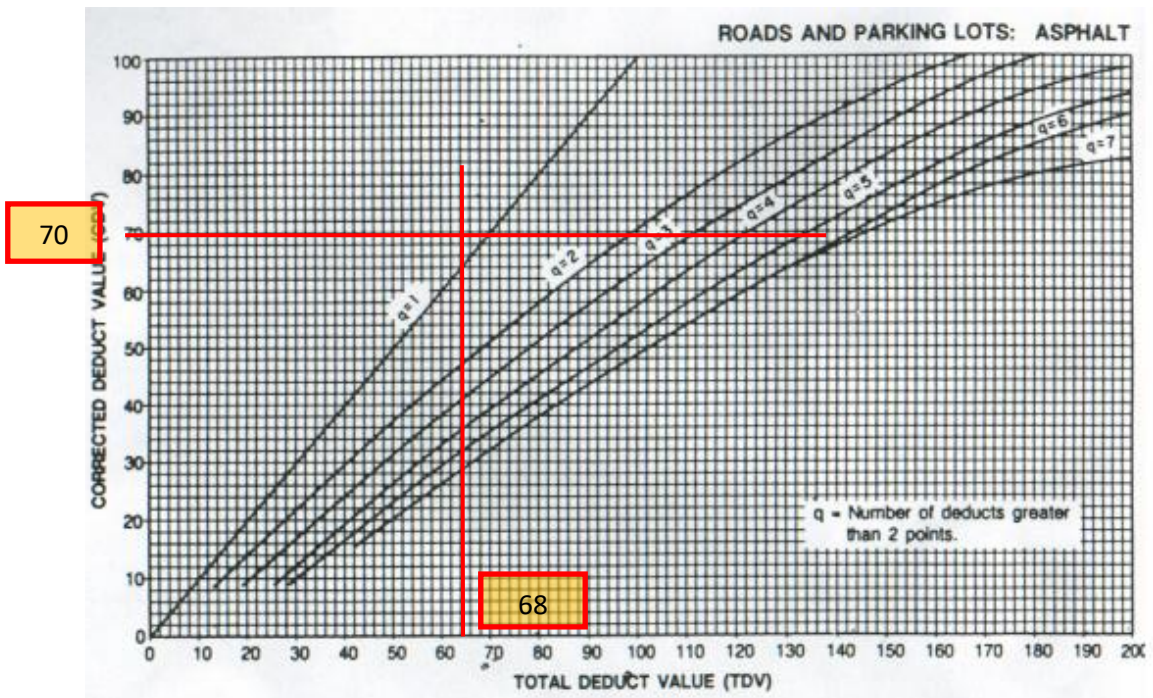
Valor Deducido Corregido 2



Valor Deducido Corregido 3

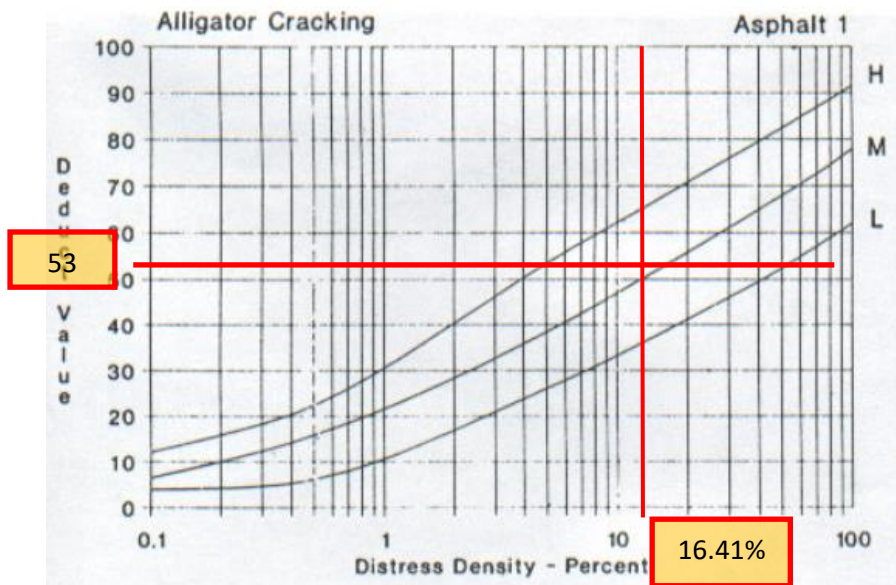


Valor Deducido Corregido 4

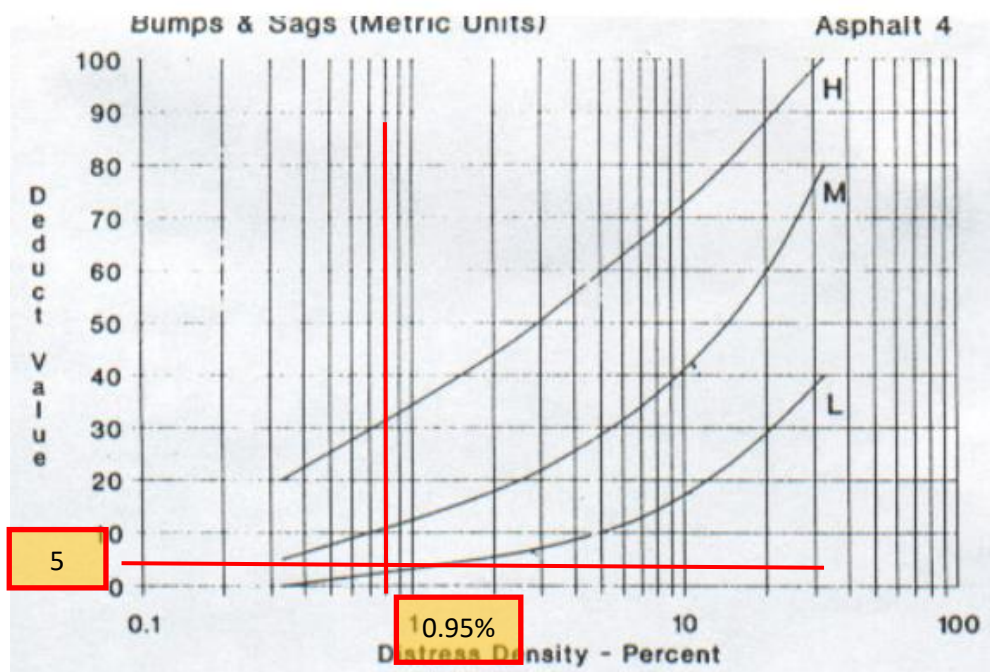


Muestra M2

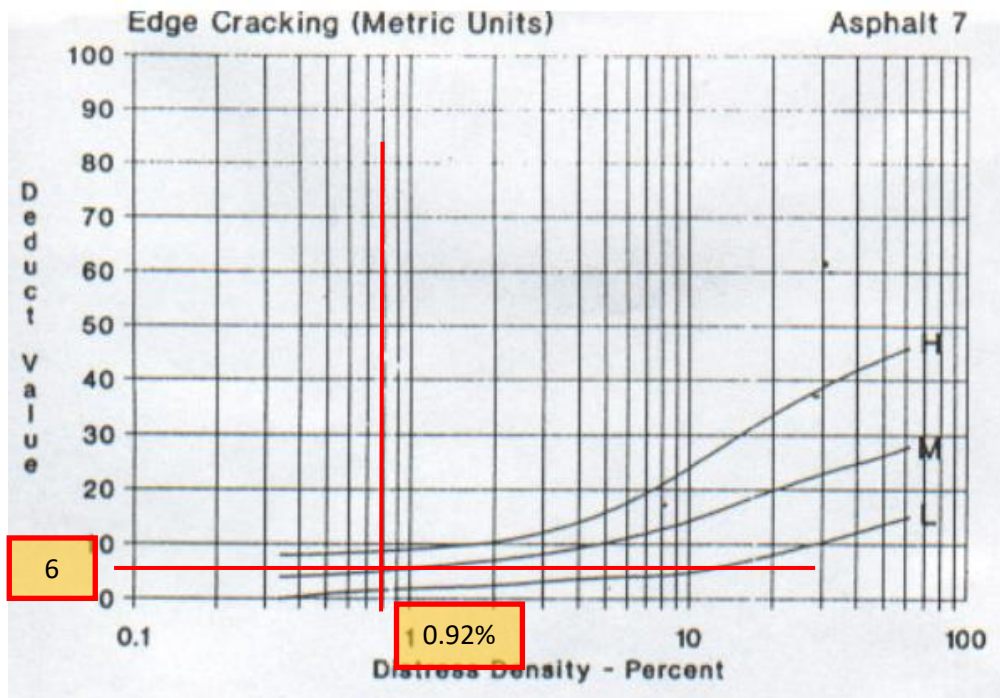
Piel de cocodrilo



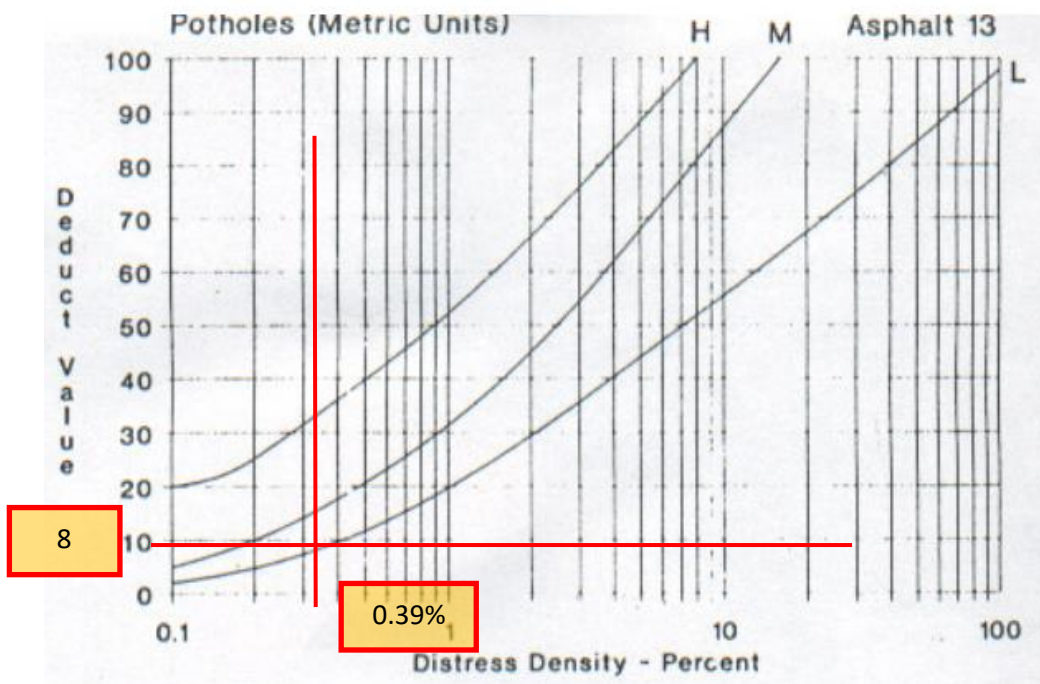
Abultamientos y hundimientos



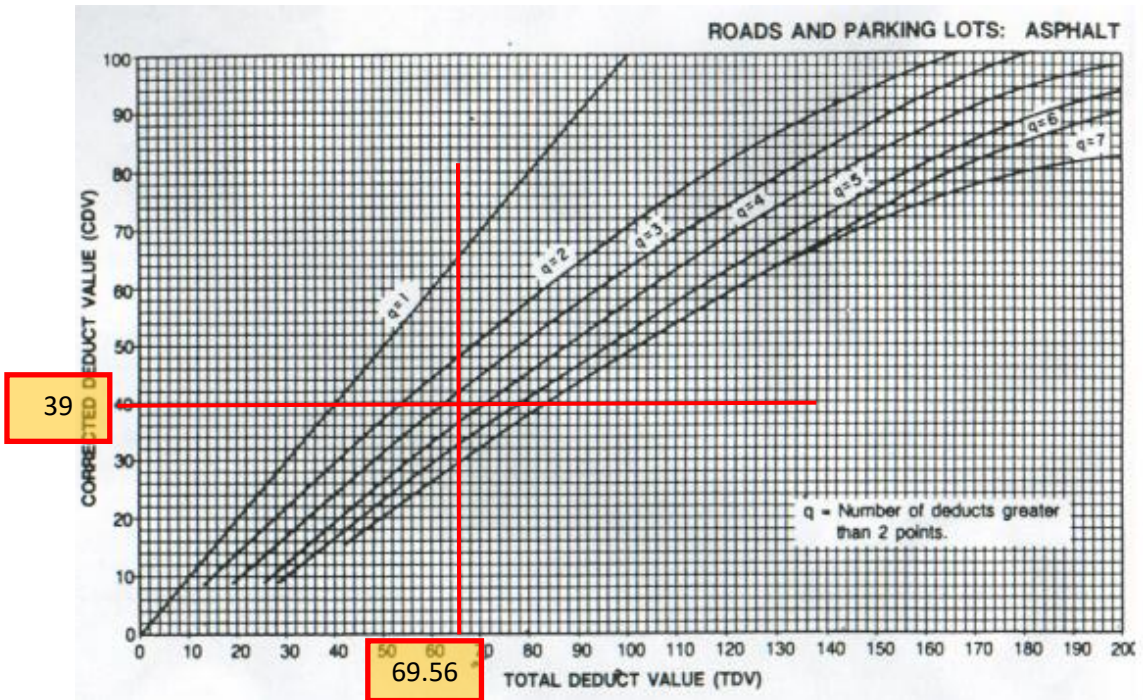
Grieta de borde



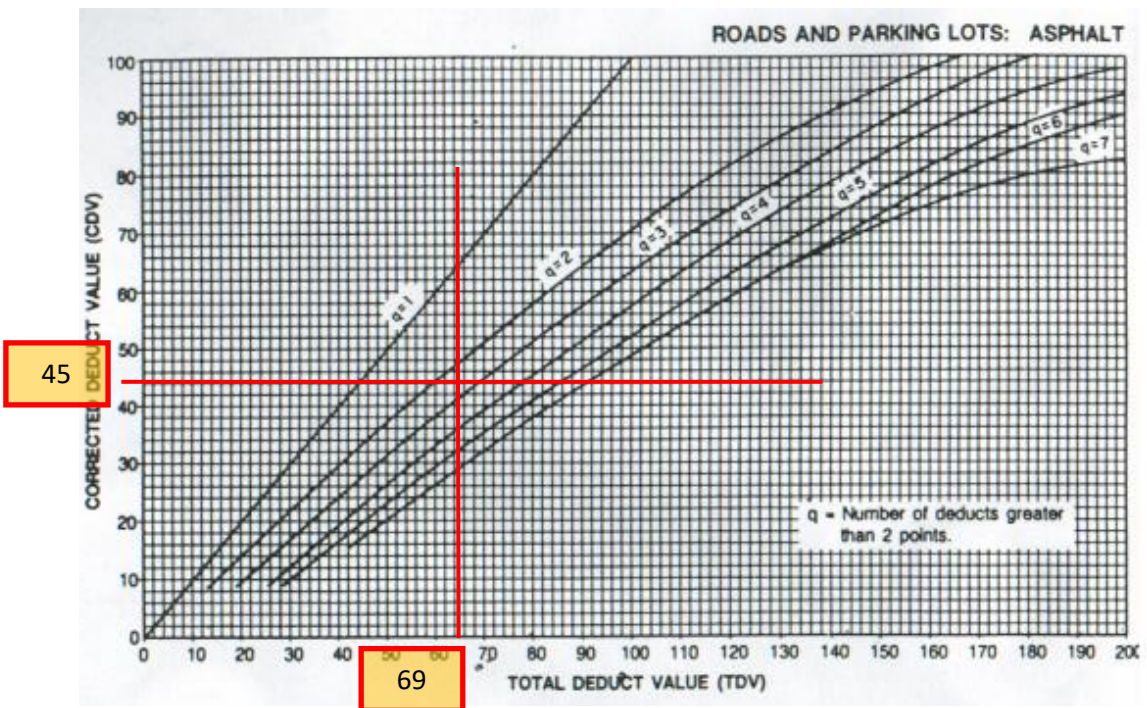
Huecos



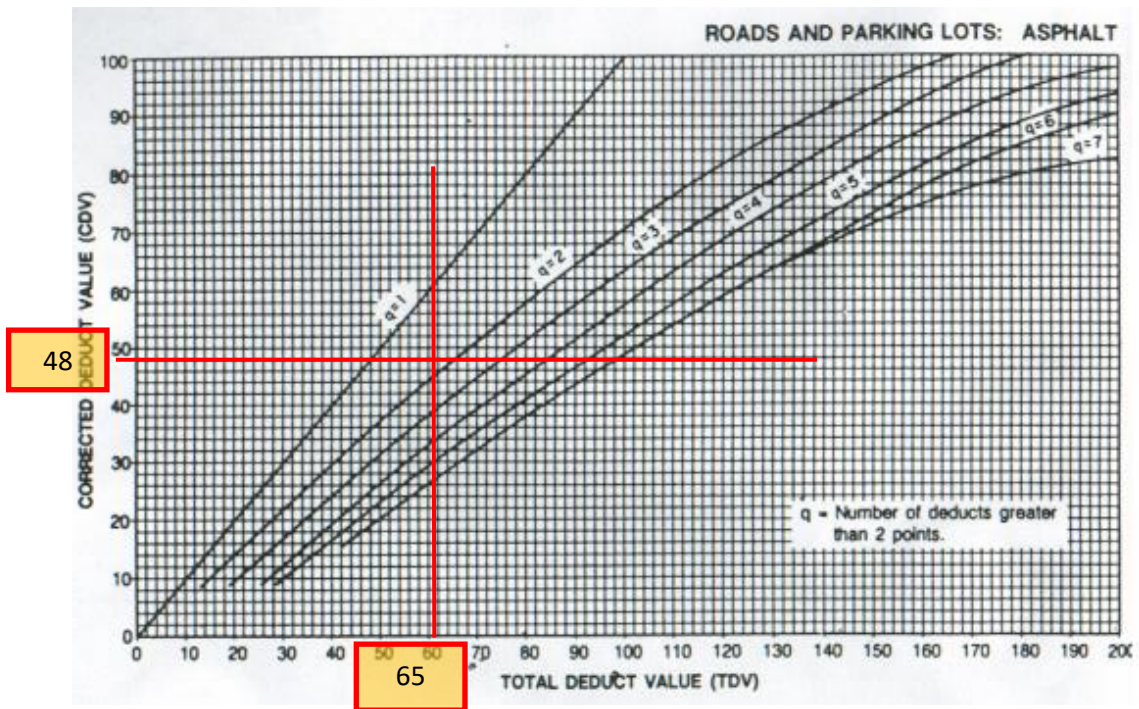
Valor Deducido Corregido 1



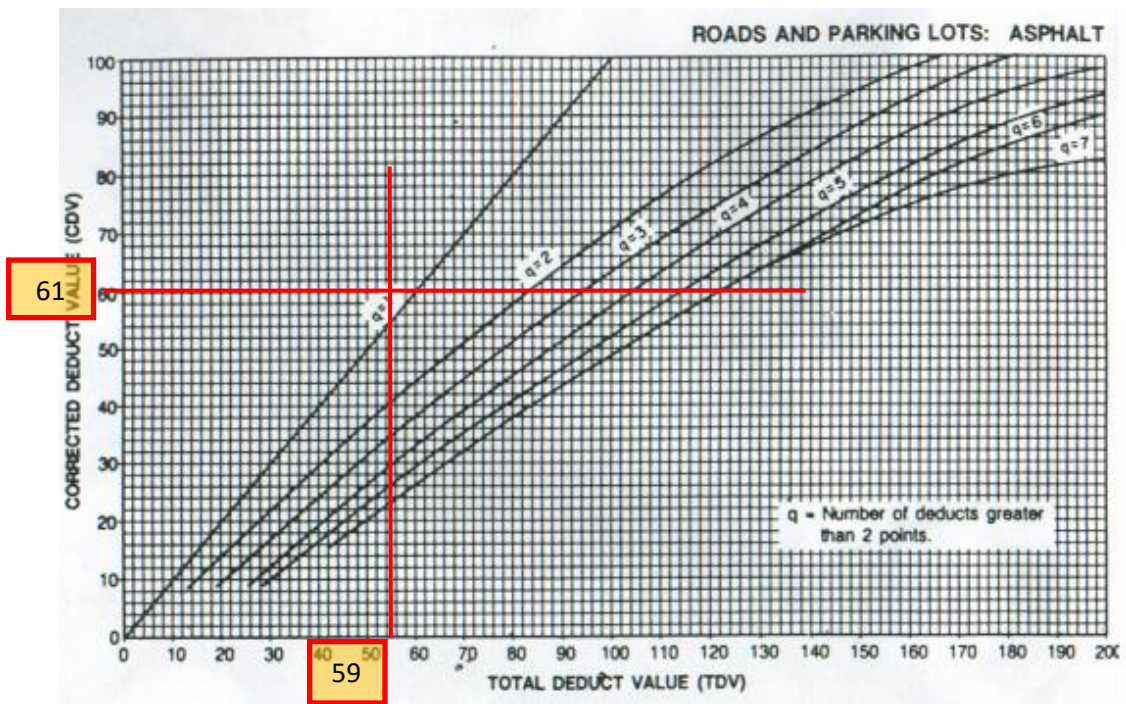
Valor Deducido Corregido 2



Valor Deducido Corregido 3

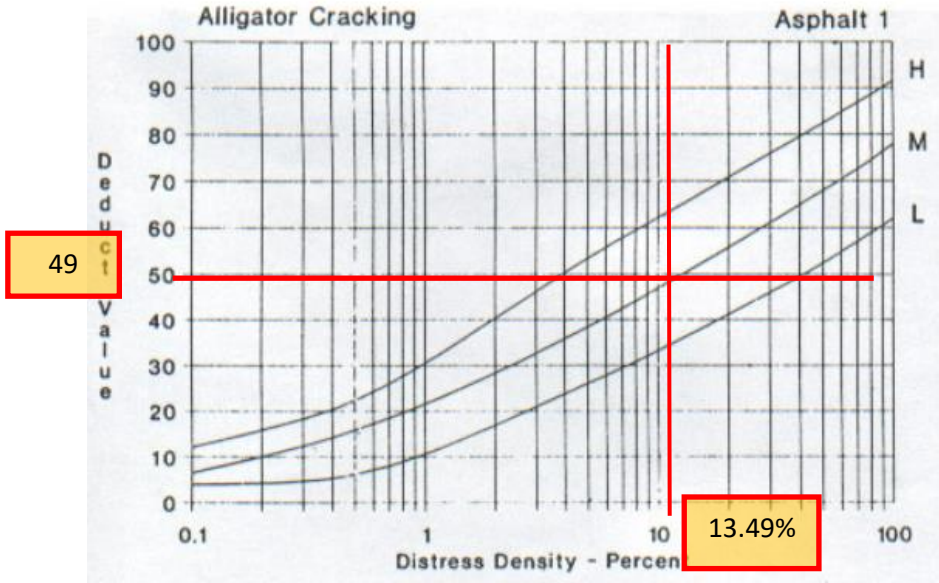


Valor Deducido Corregido 4

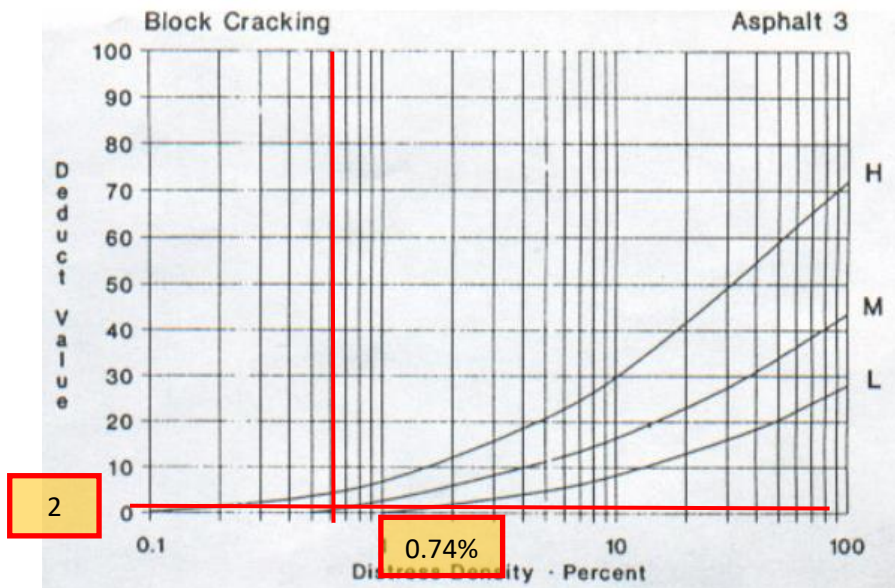


Muestra M3

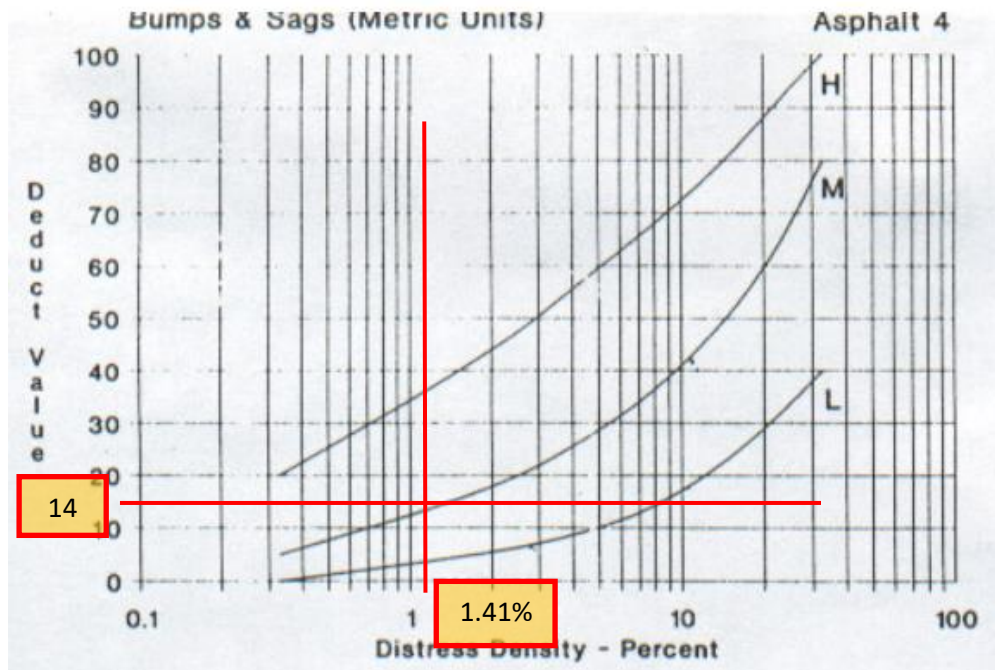
Piel de cocodrilo



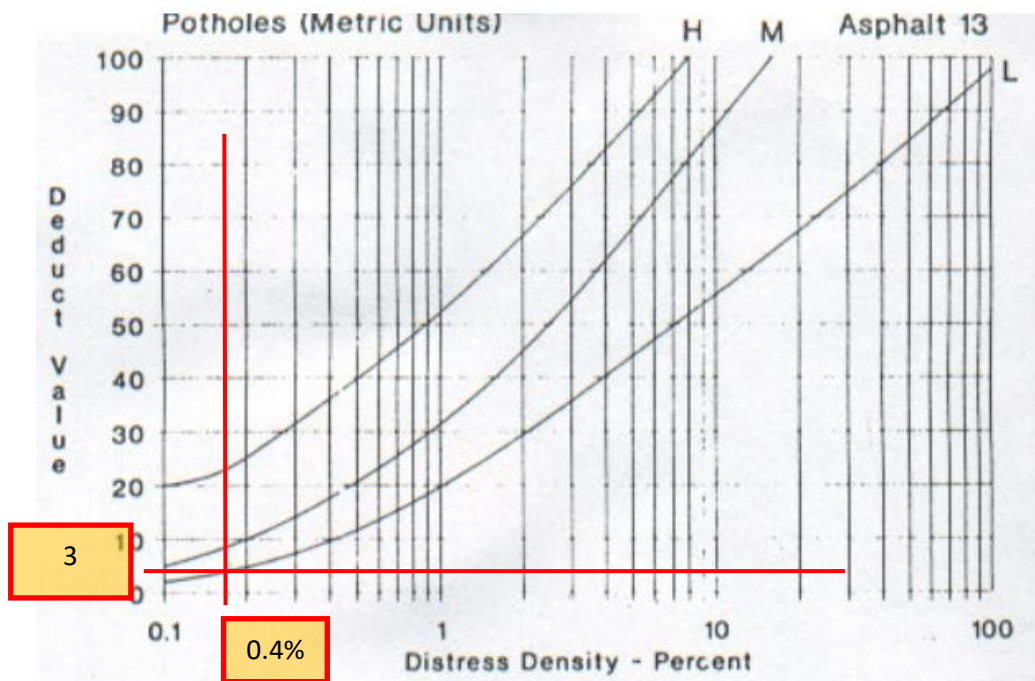
Agrietamiento en bloque



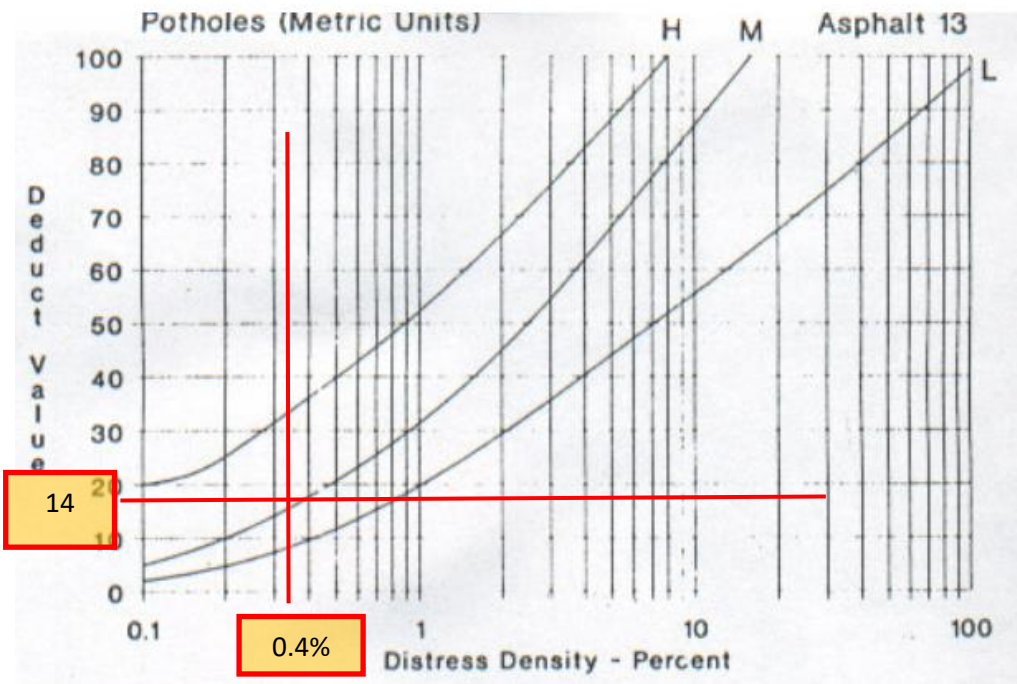
Abultamientos y hundimientos



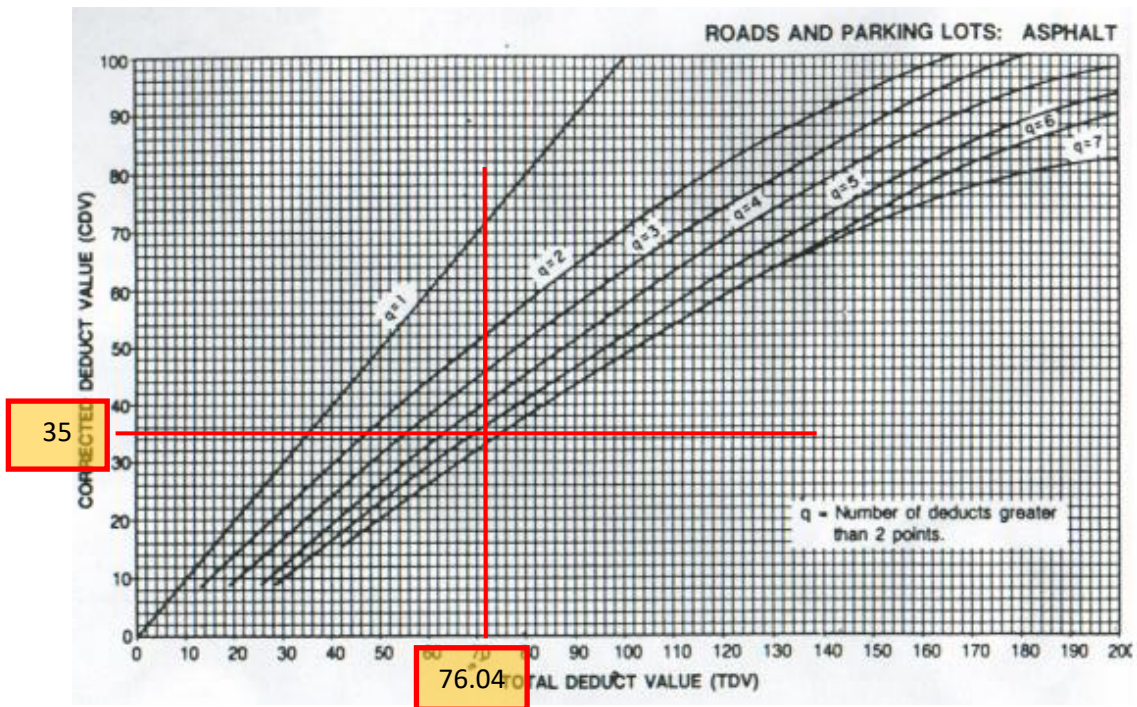
Huecos



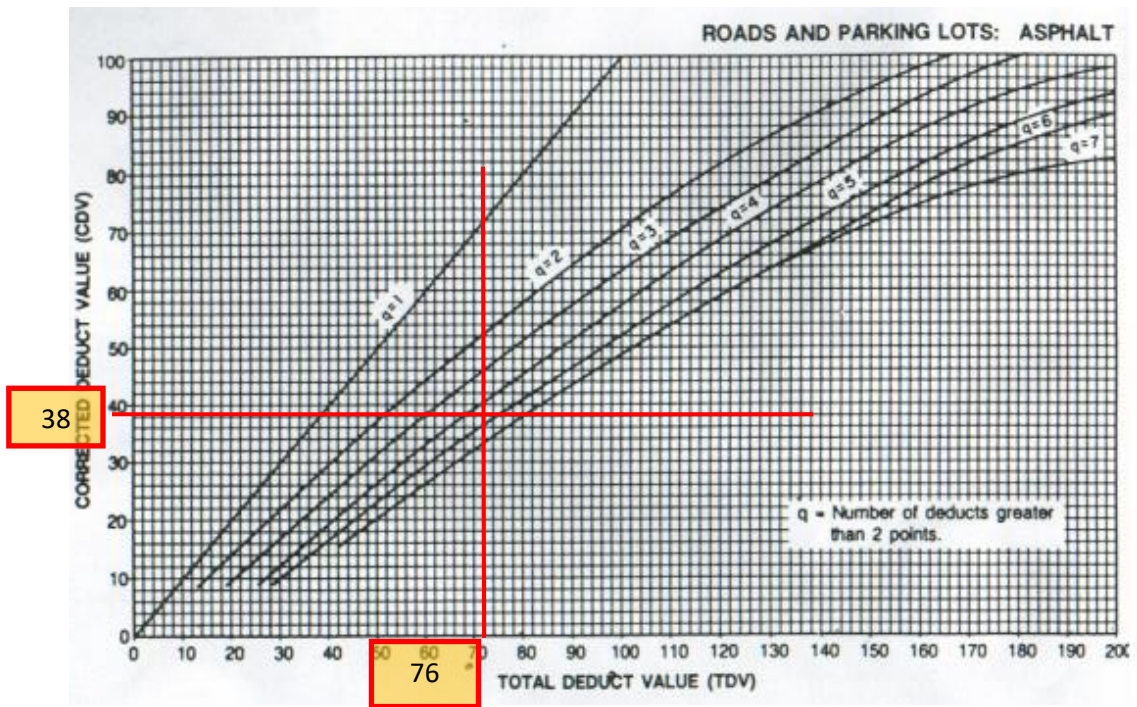
Huecos



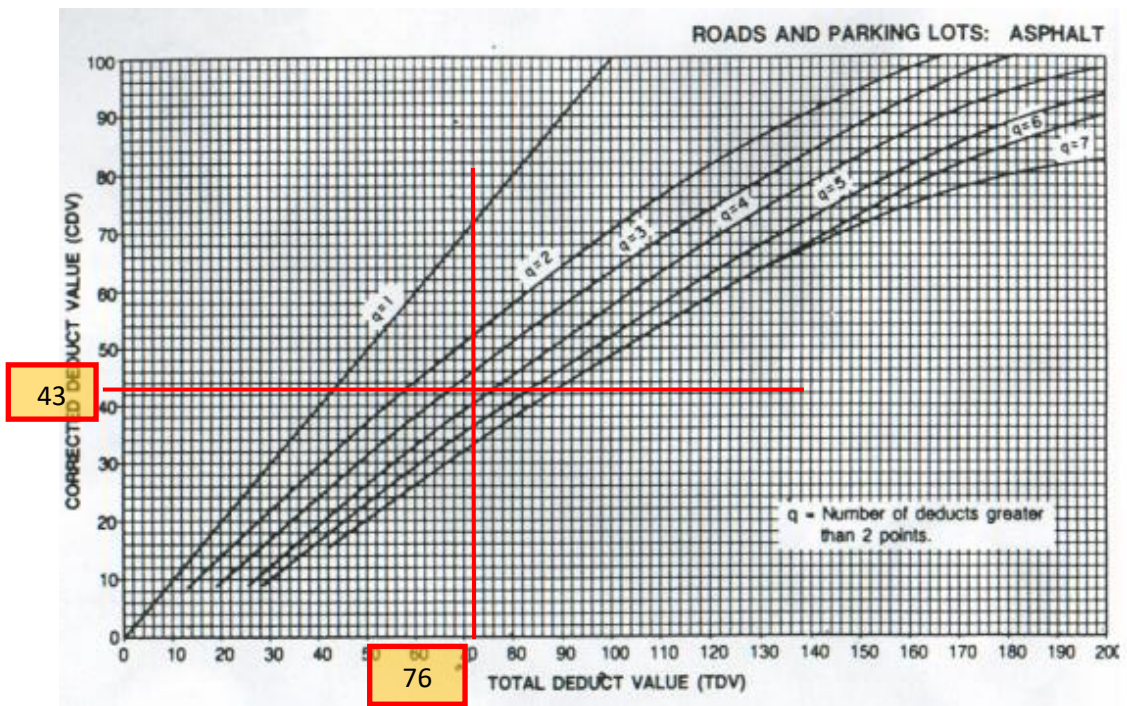
Valor Deducido Corregido 1



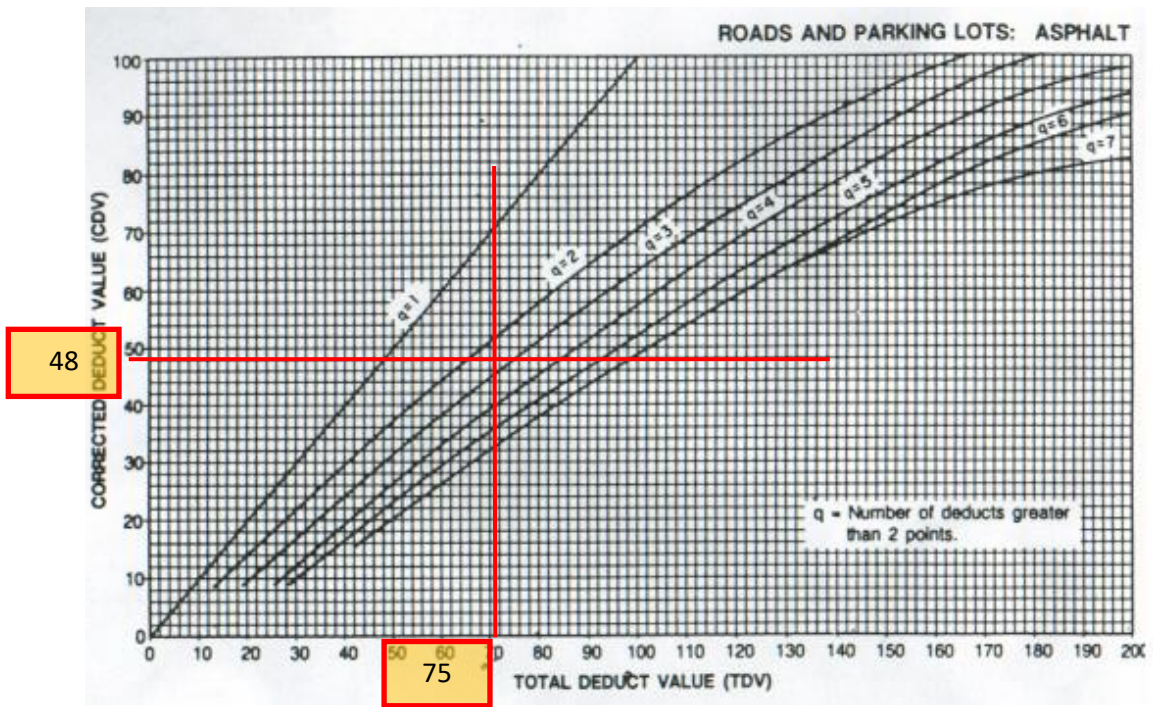
Valor Deducido Corregido 2



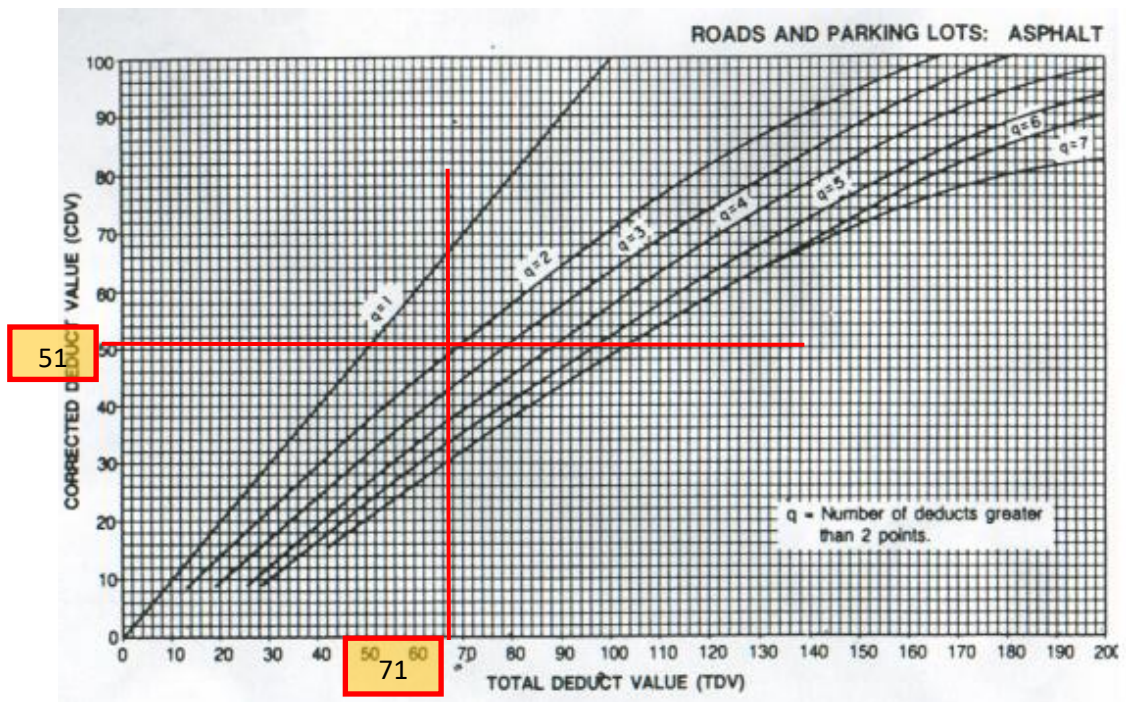
Valor Deducido Corregido 3



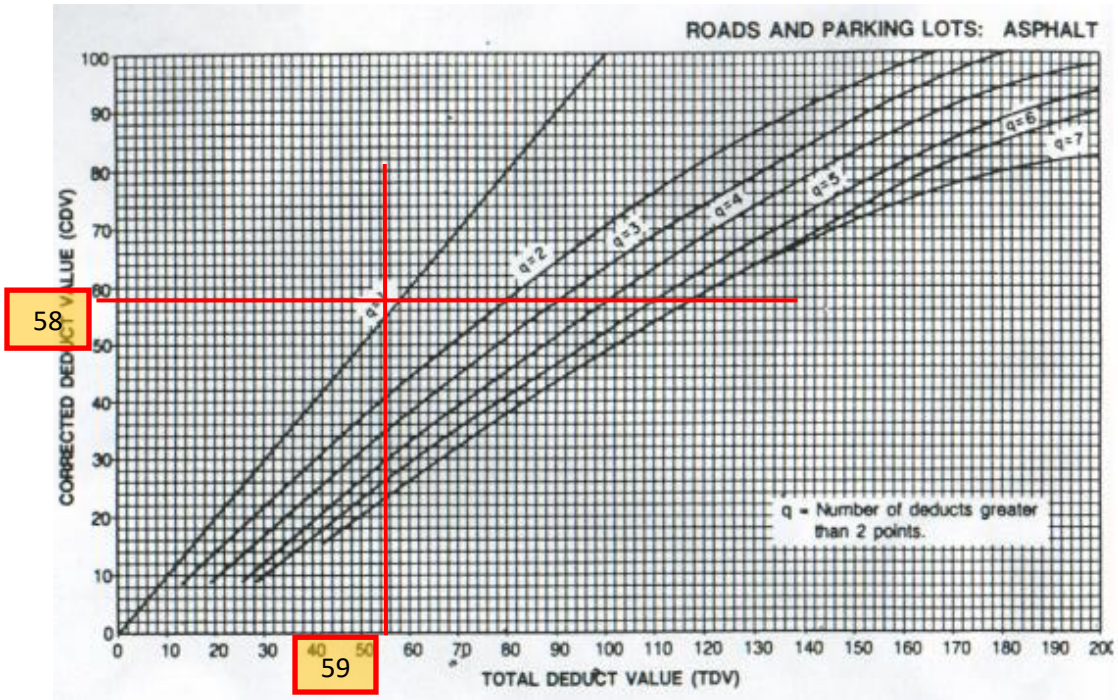
Valor Deducido Corregido 4



Valor Deducido Corregido 5

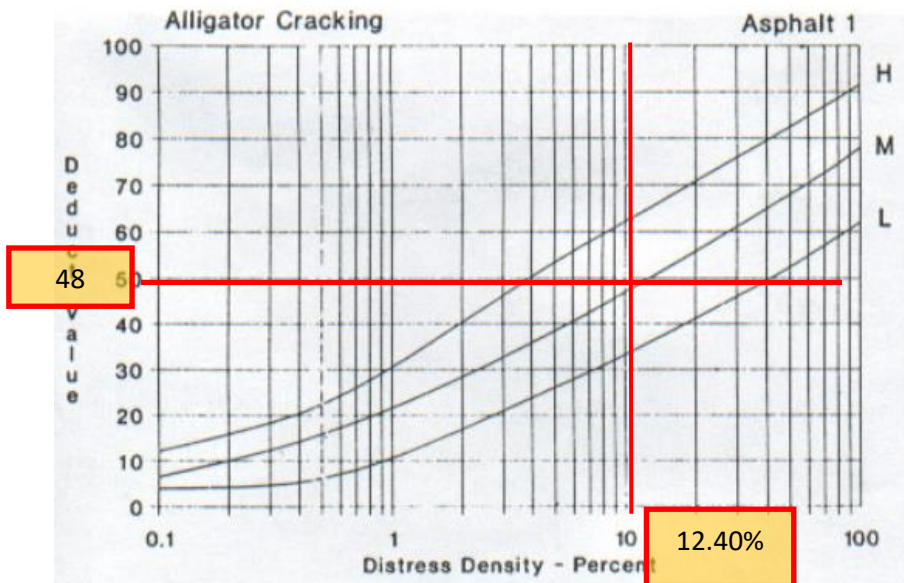


Valor Deducido Corregido 6

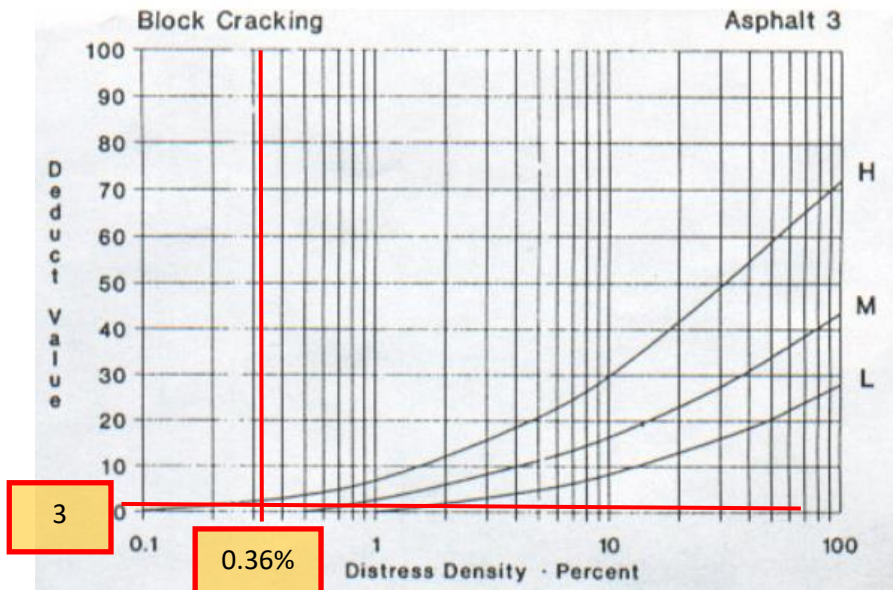


Muestra M4

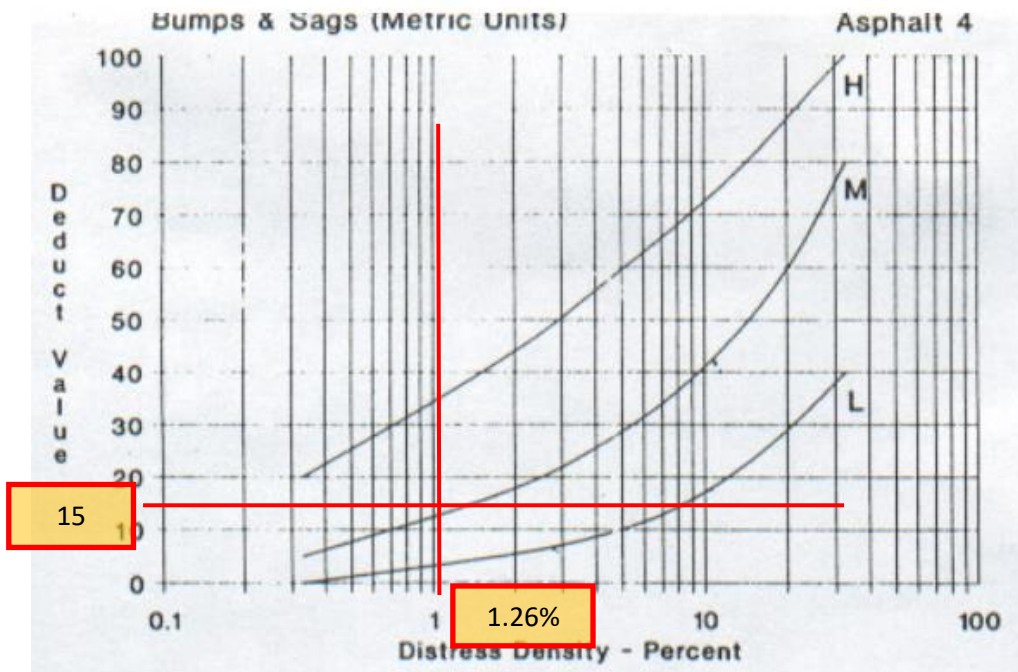
Piel de cocodrilo



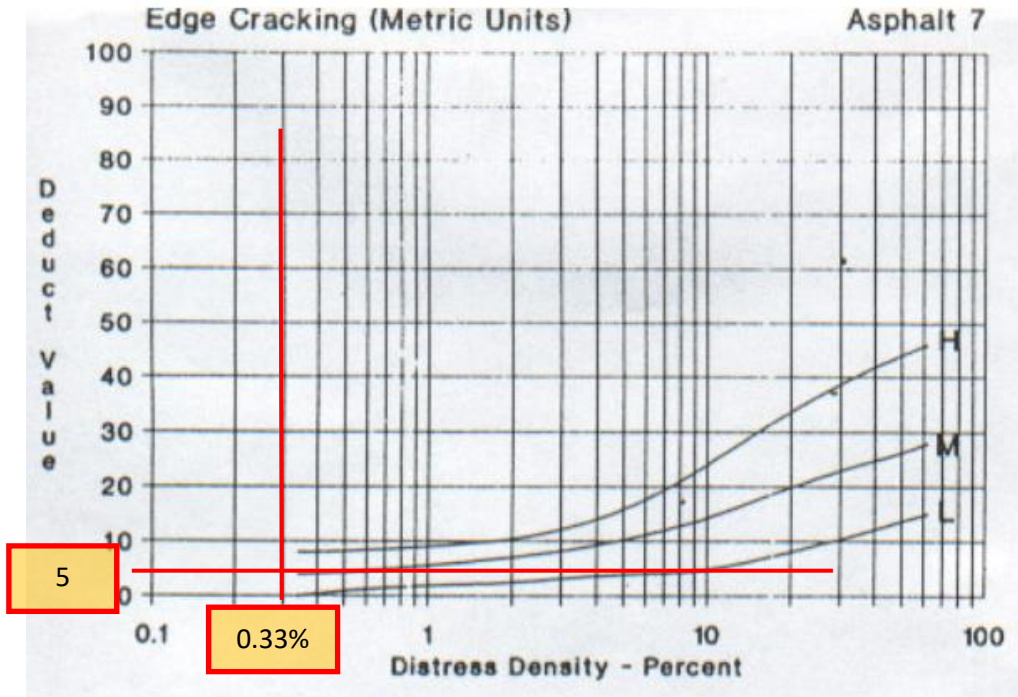
Agrietamiento en bloque



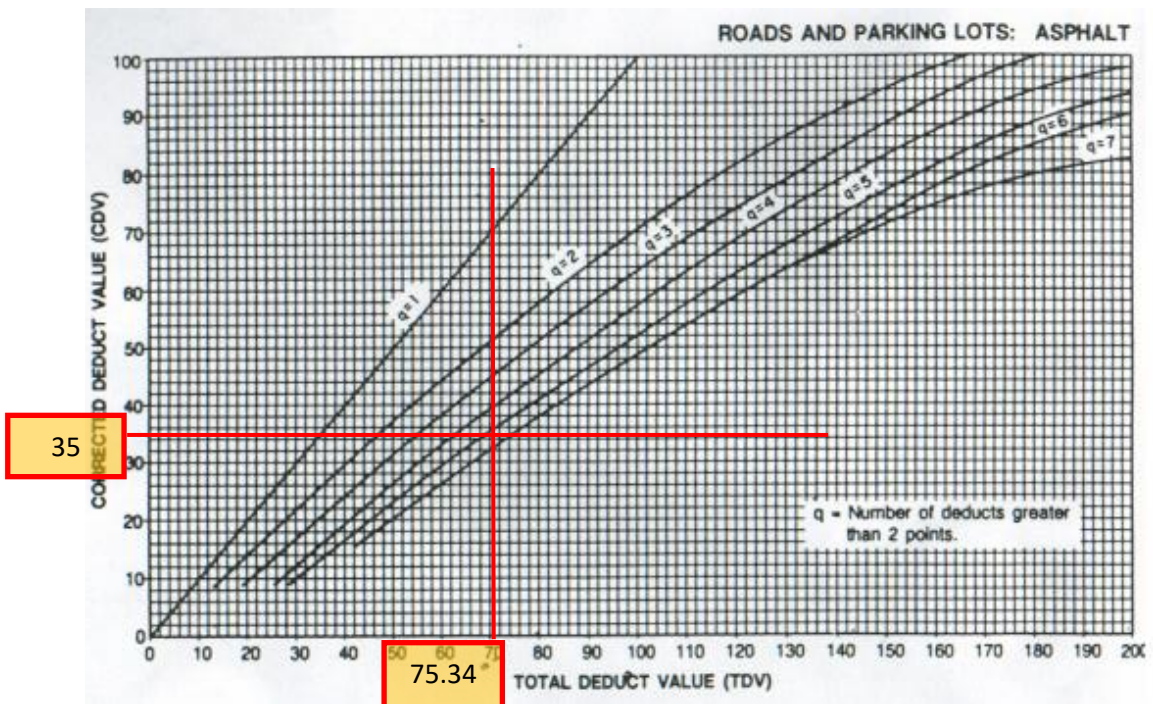
Abultamientos y hundimientos



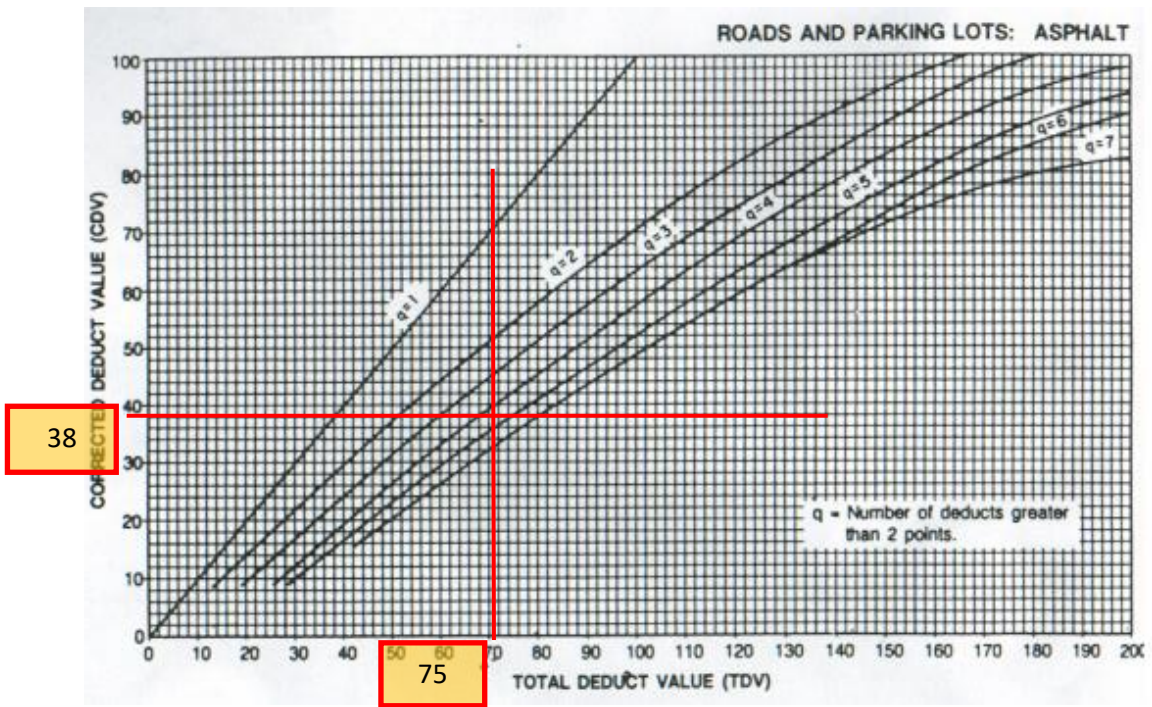
Grieta de borde



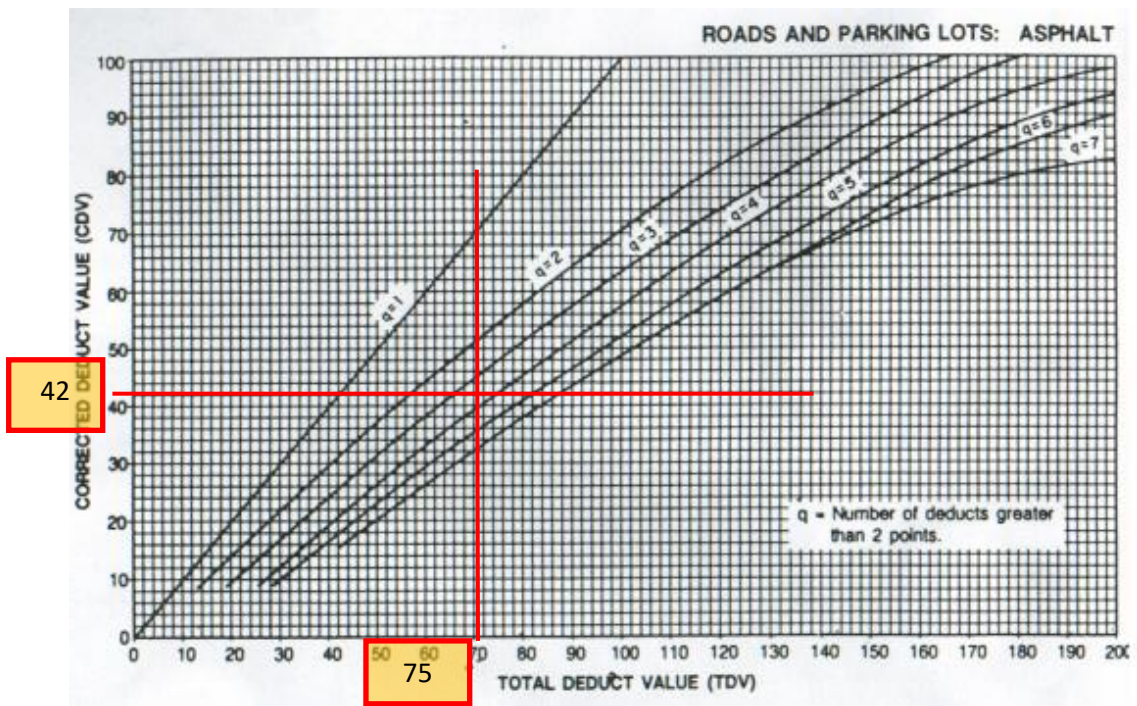
Valor Deducido Corregido 1



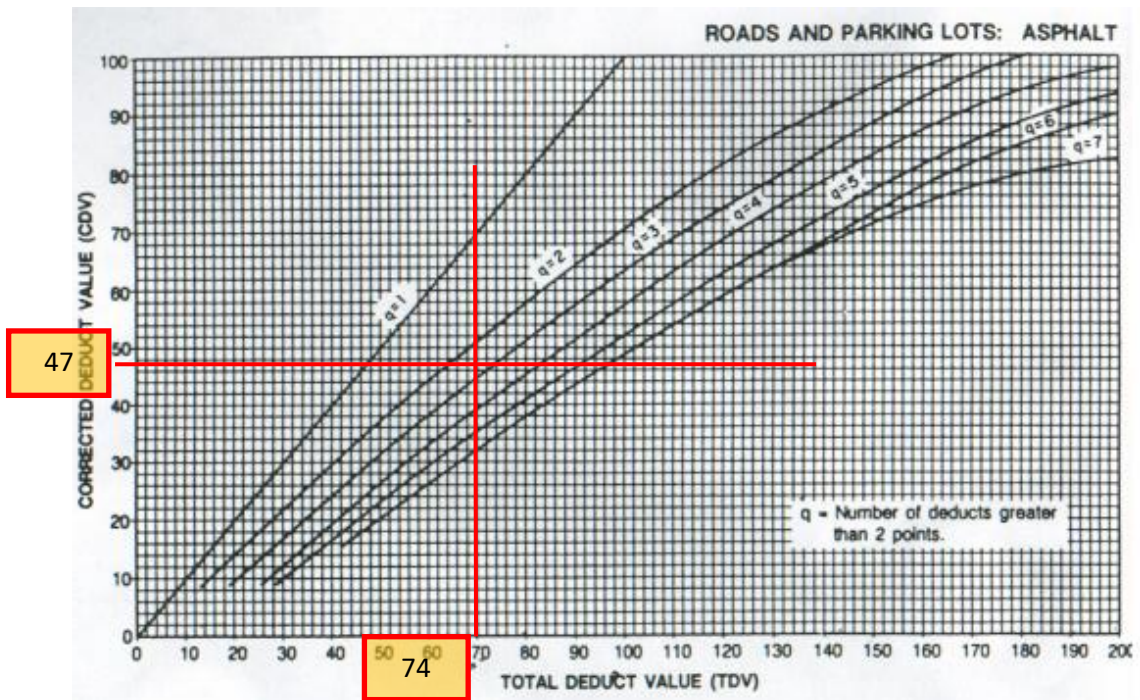
Valor Deducido Corregido 2



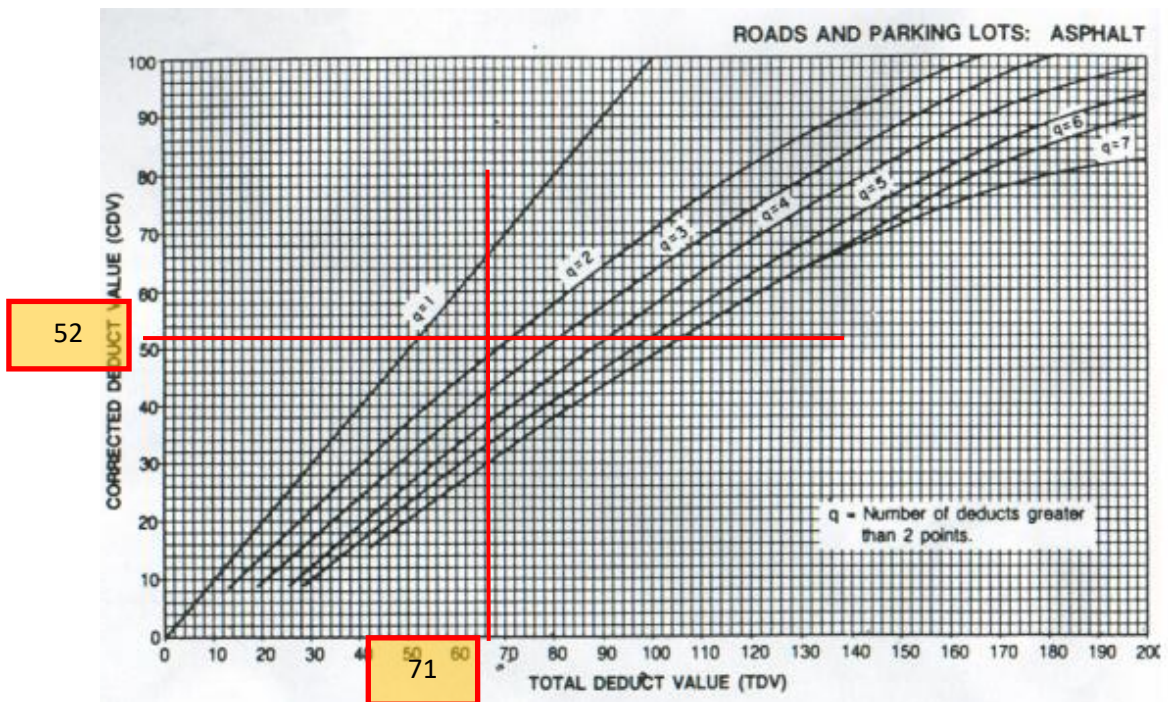
Valor Deducido Corregido 3



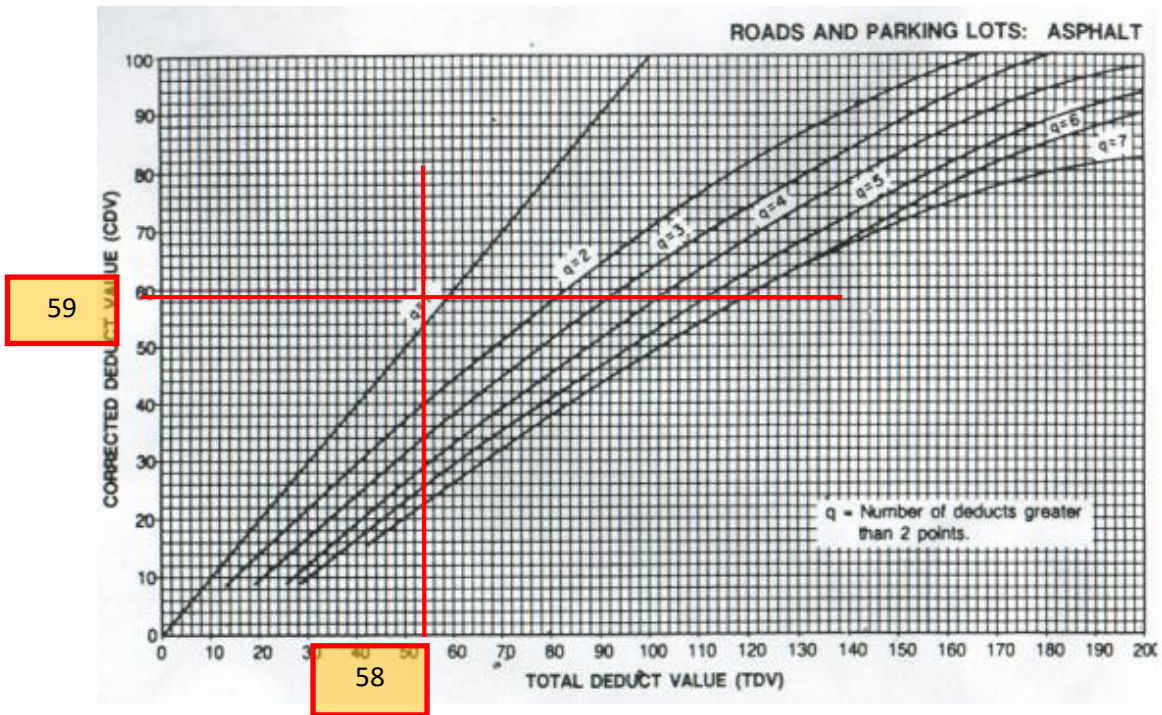
Valor Deducido Corregido 4



Valor Deducido Corregido 5

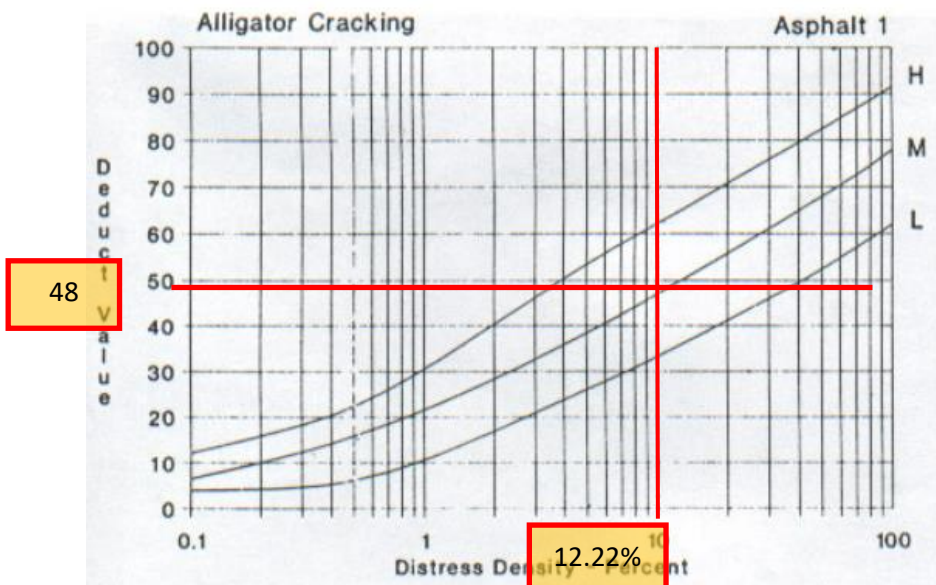


Valor Deducido Corregido 6

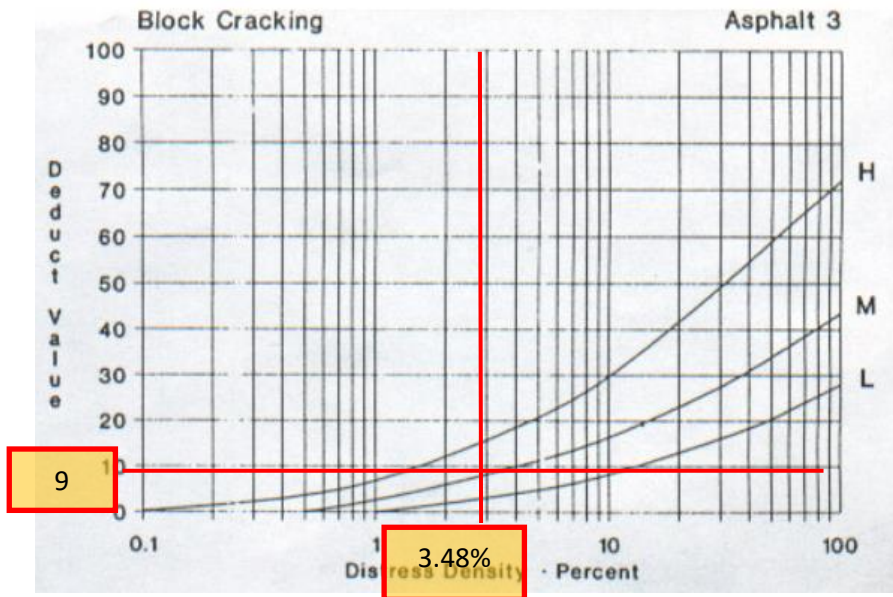


Muestra 5

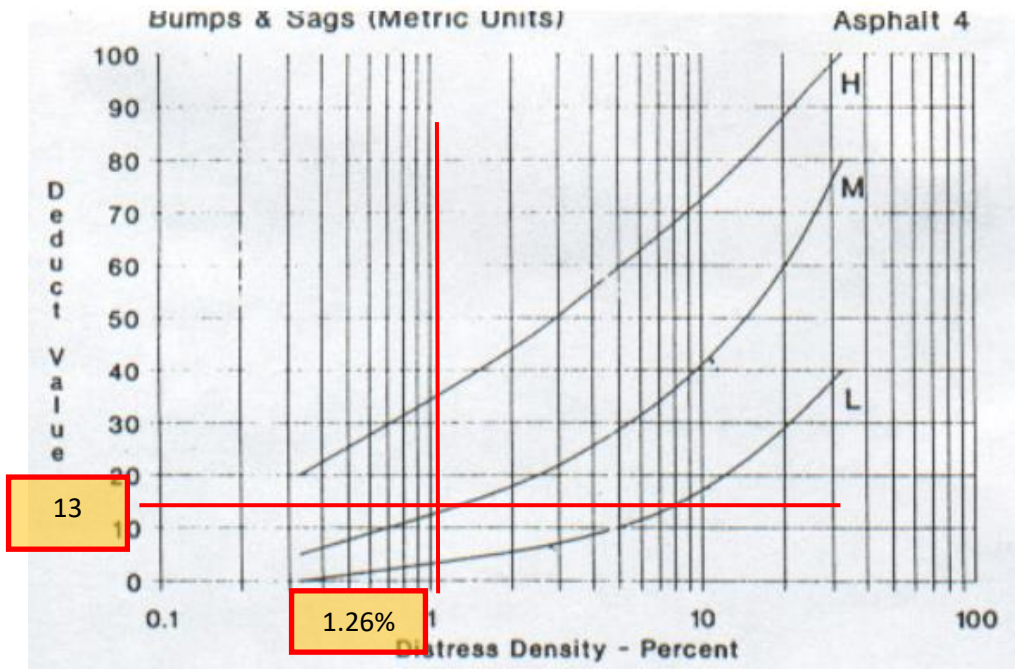
Piel de cocodrilo



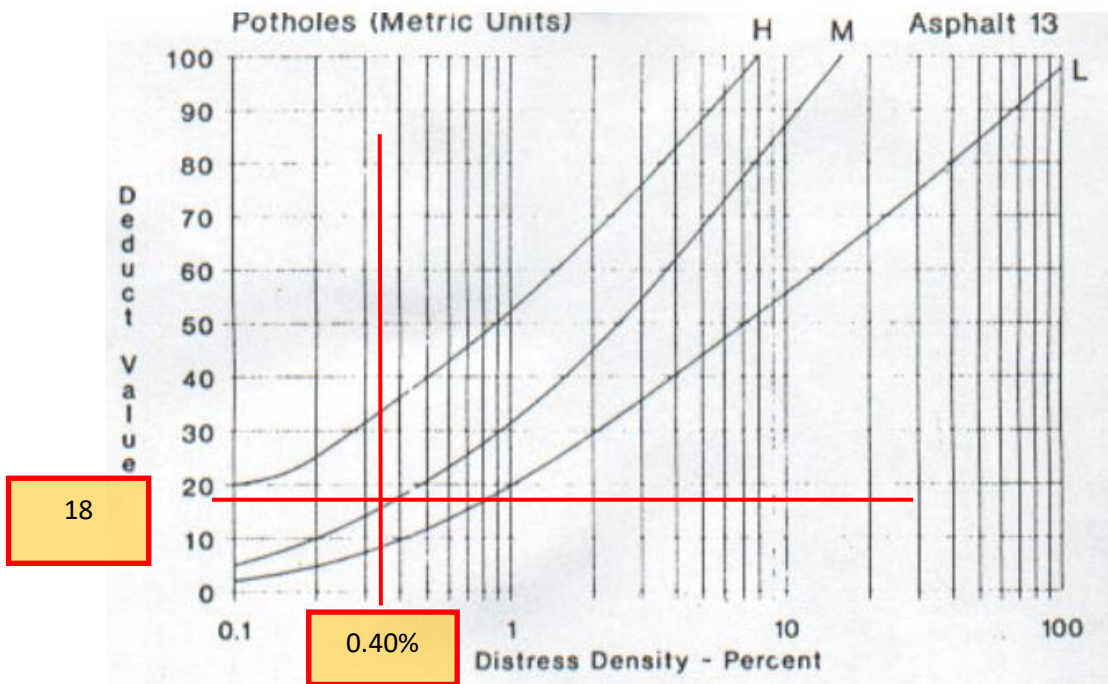
Agrietamiento en bloque



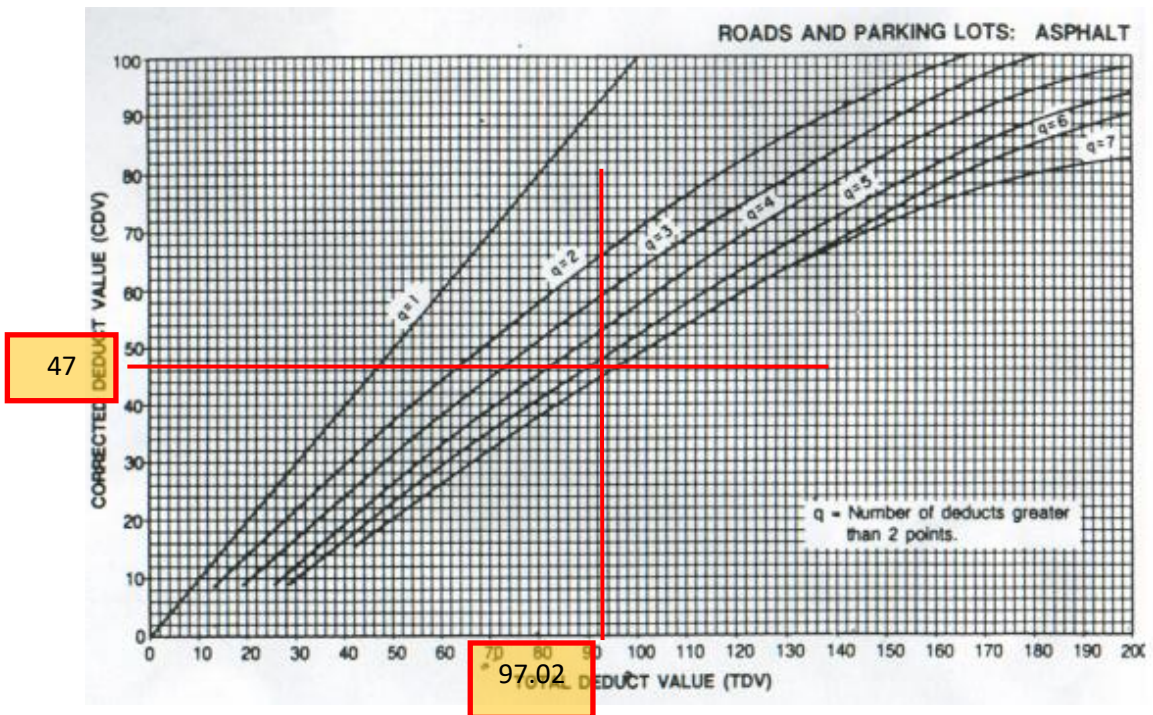
Abultamientos y hundimientos



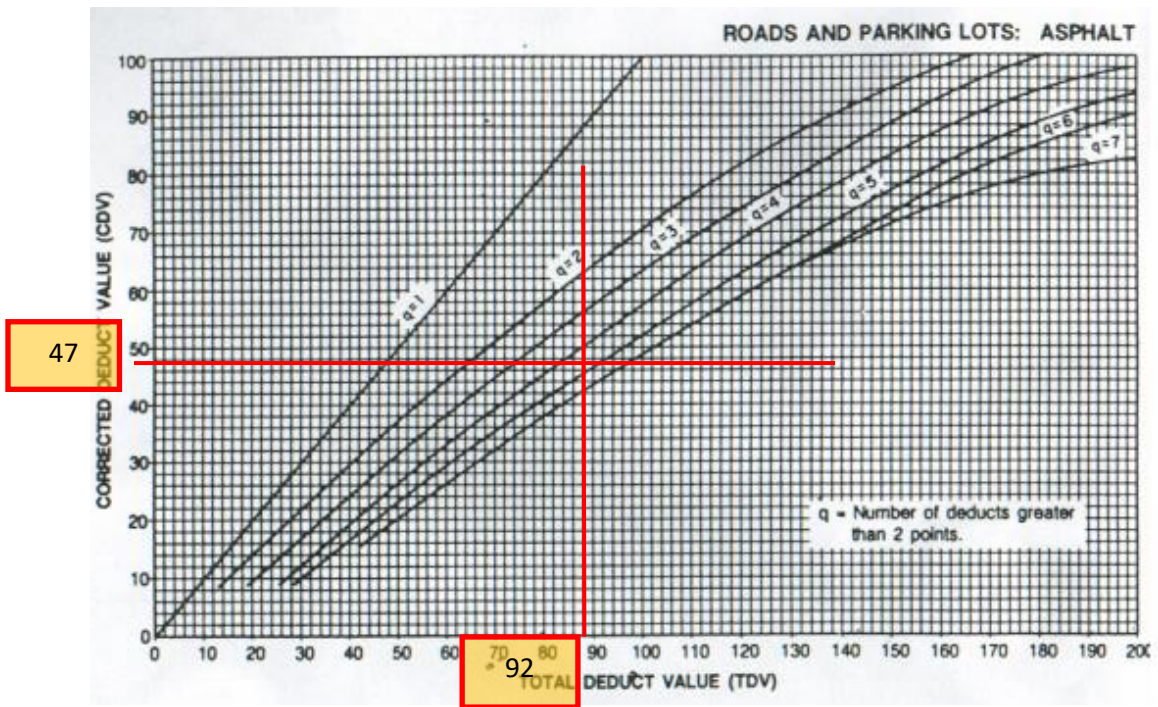
Huecos



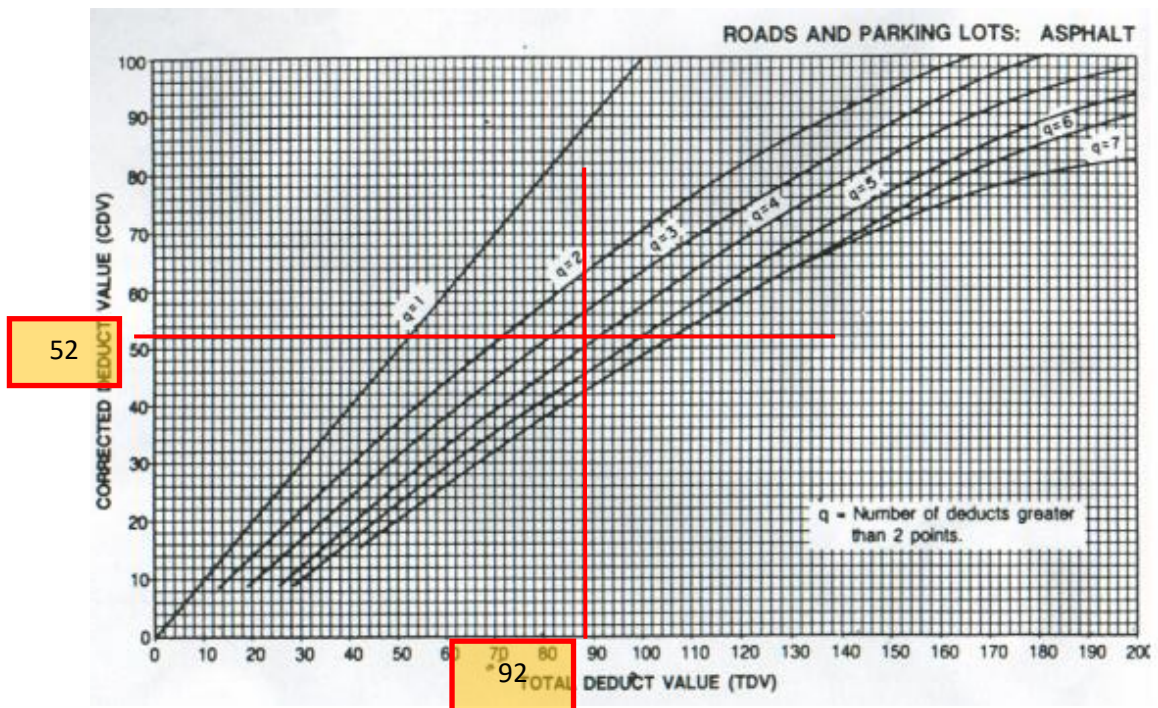
Valor Deducido Corregido 1



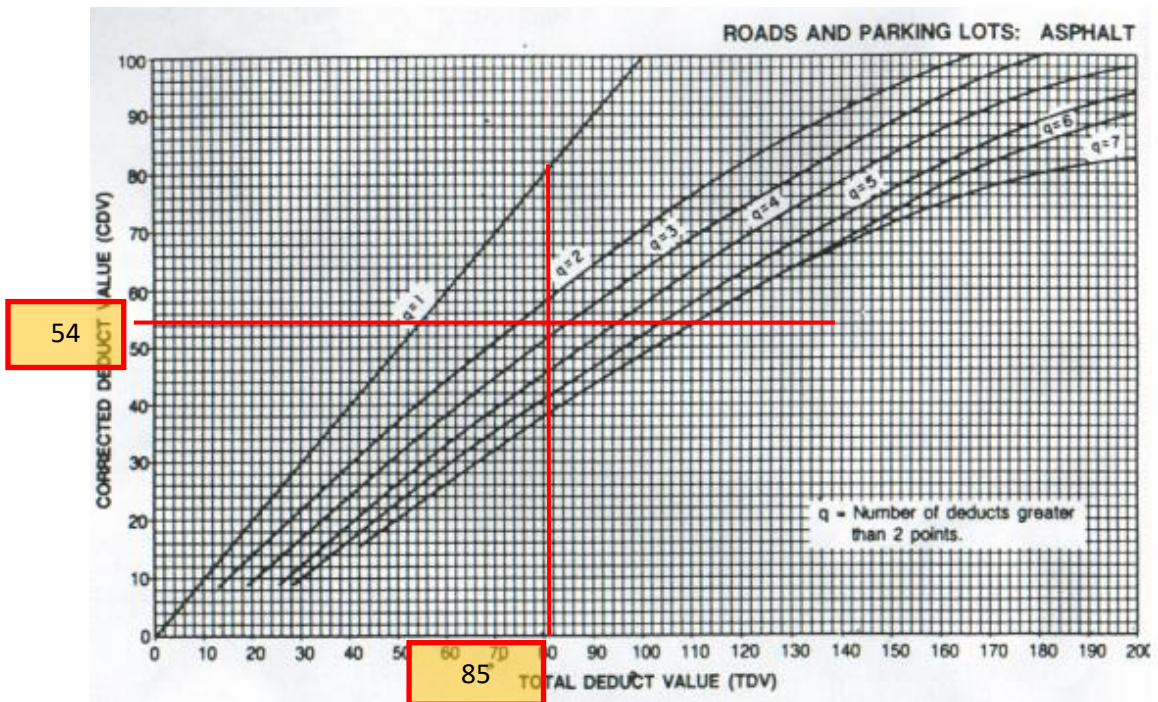
Valor Deducido Corregido 2



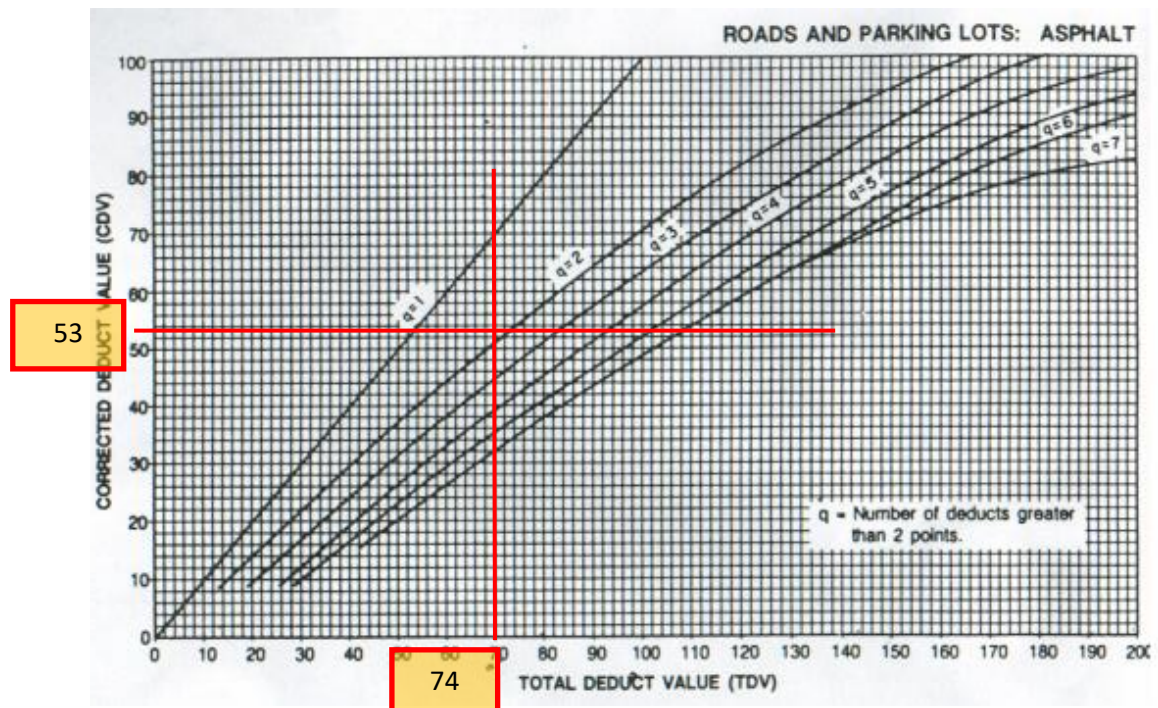
Valor Deducido Corregido 3



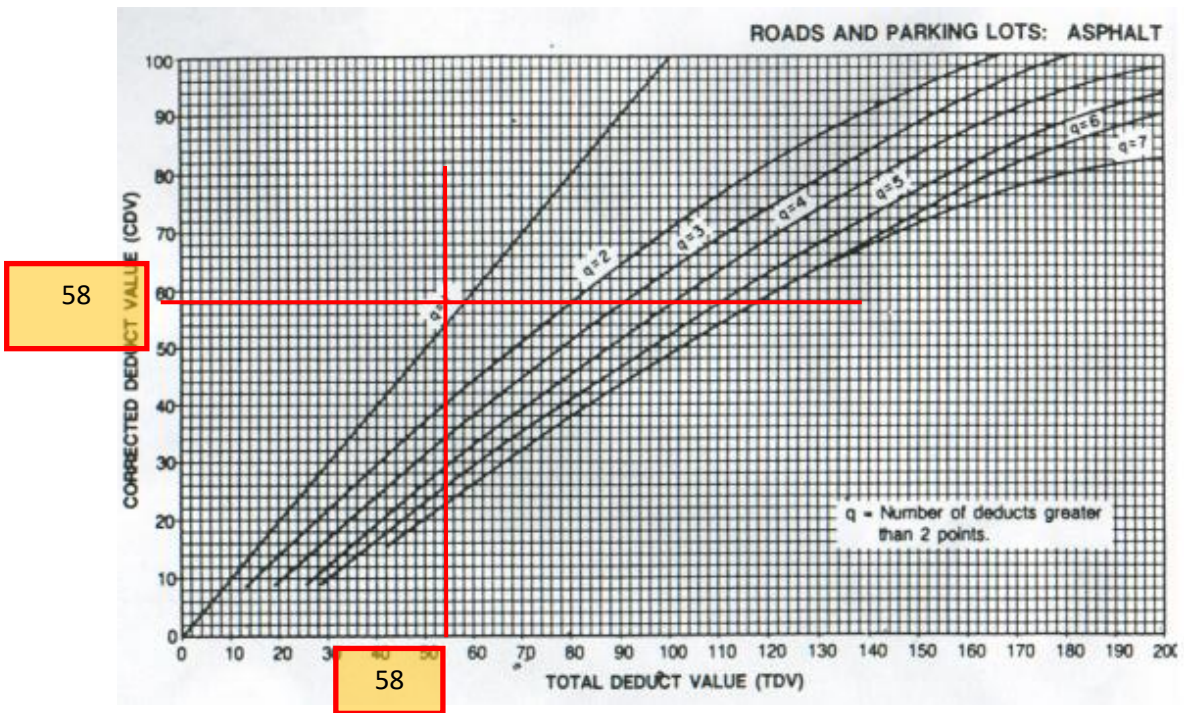
Valor Deducido Corregido 4



Valor Deducido Corregido 5

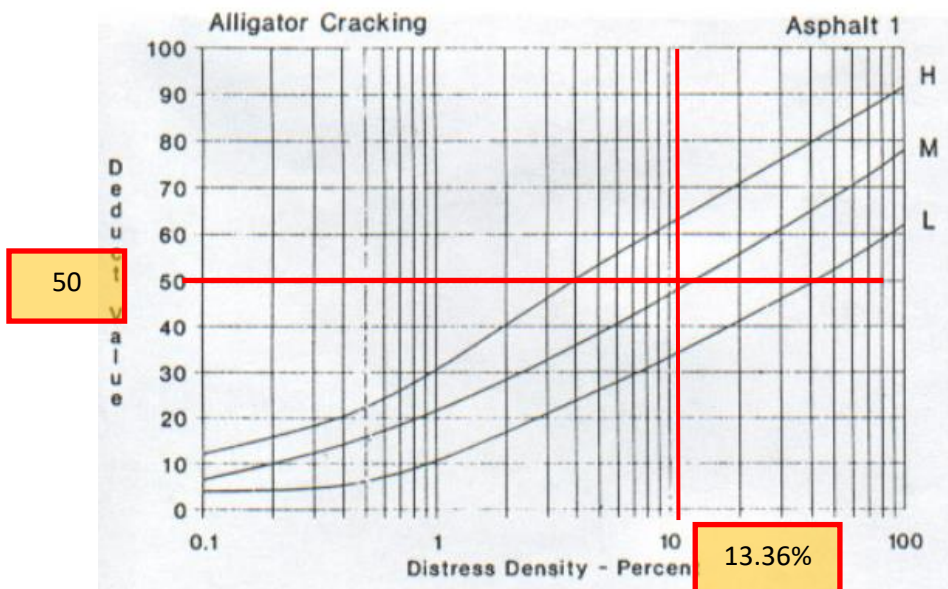


Valor Deducido Corregido 6

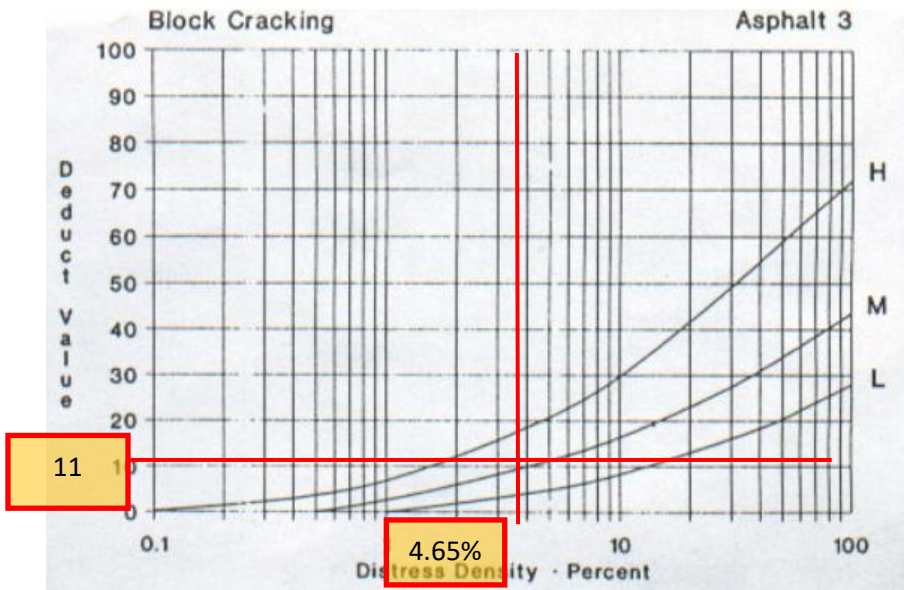


Muestra M6

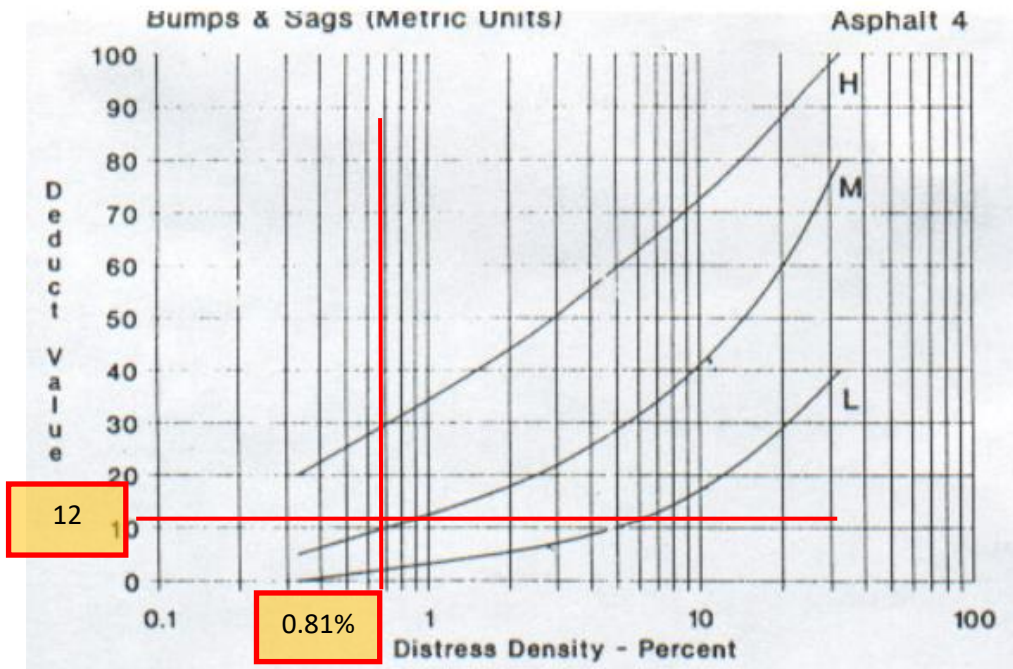
Piel de cocodrilo

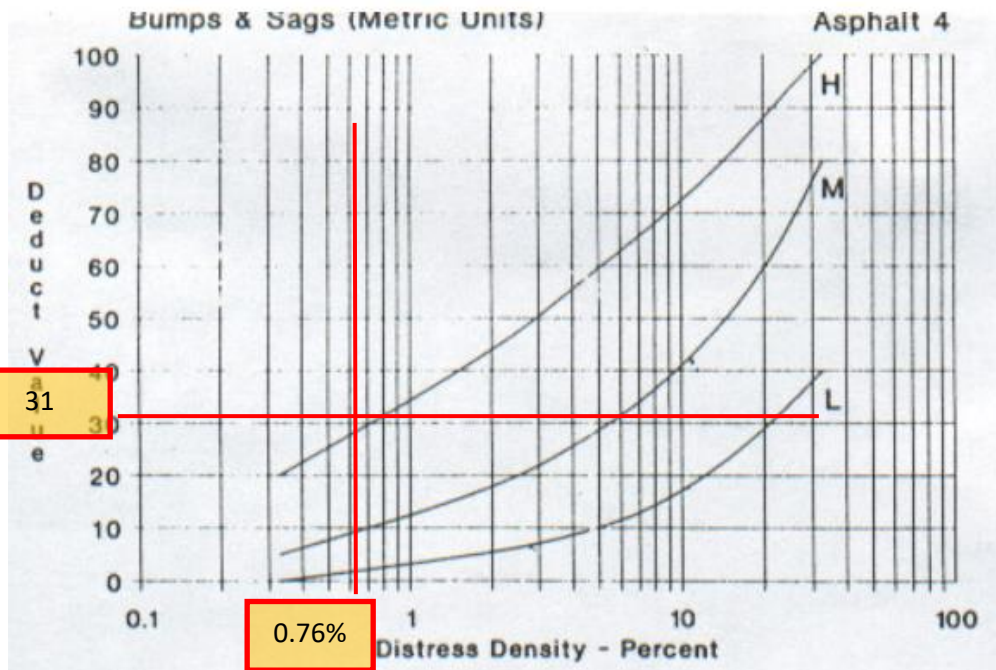


Agrietamiento en bloque

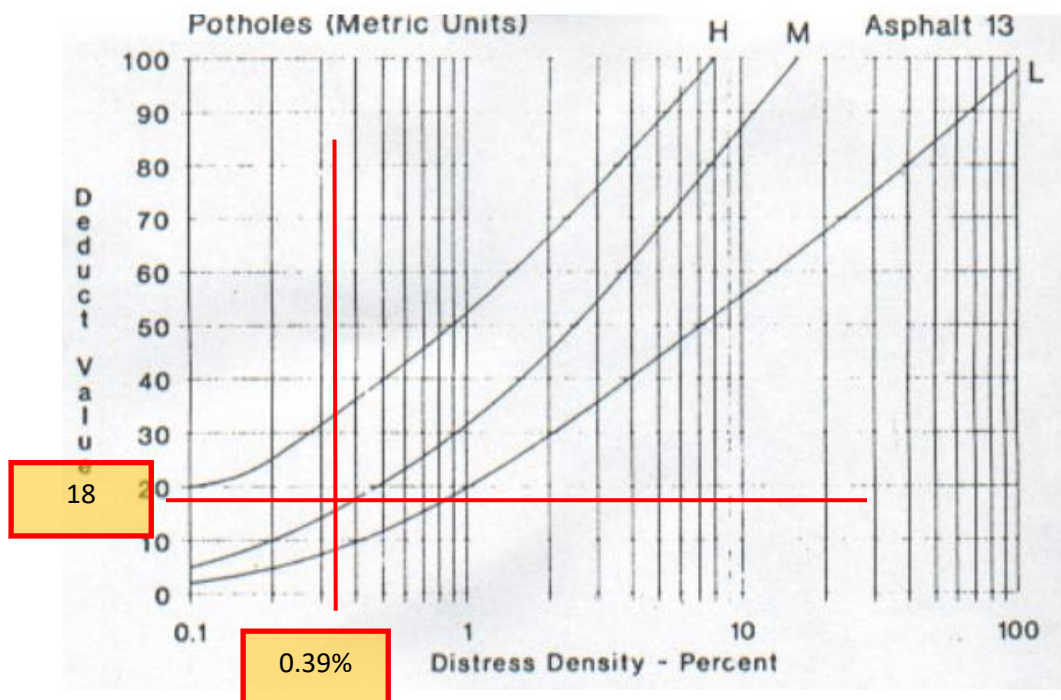


Abultamientos y hundimientos

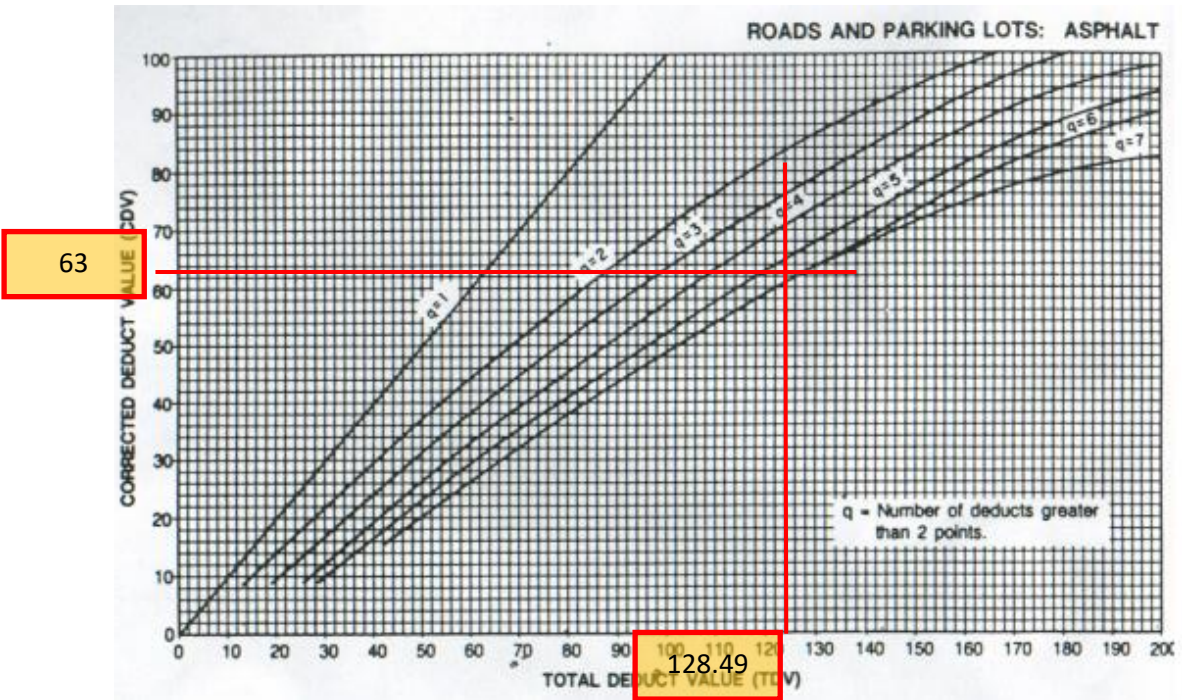




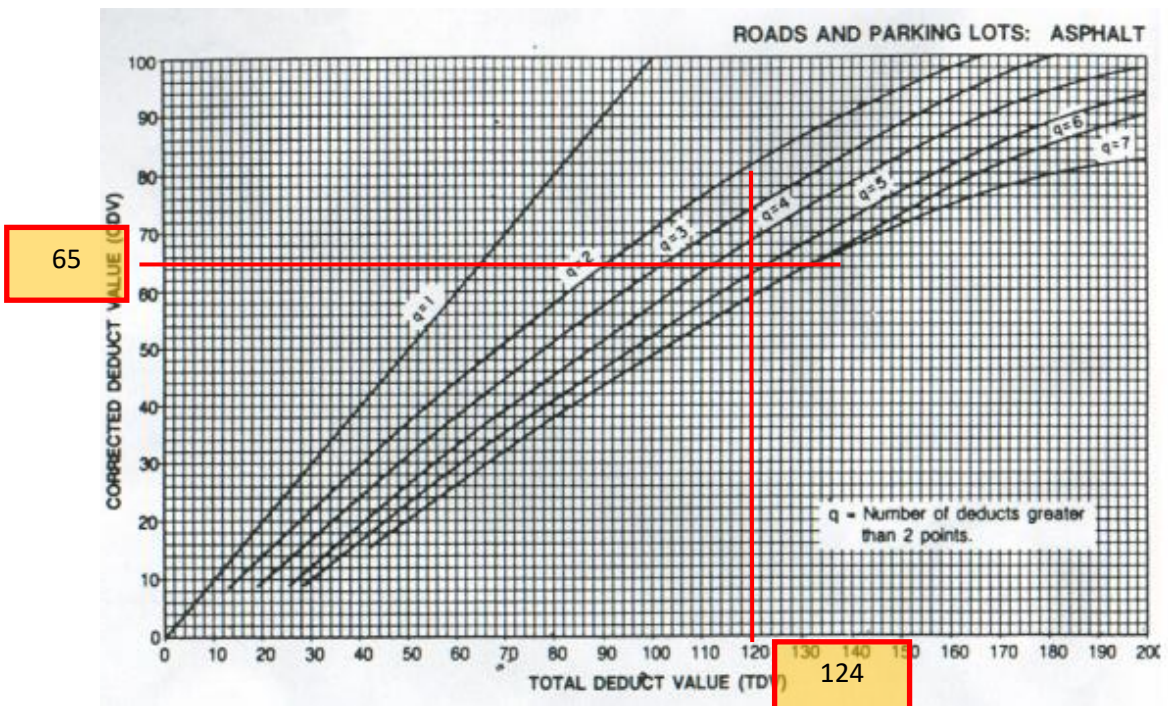
Huecos



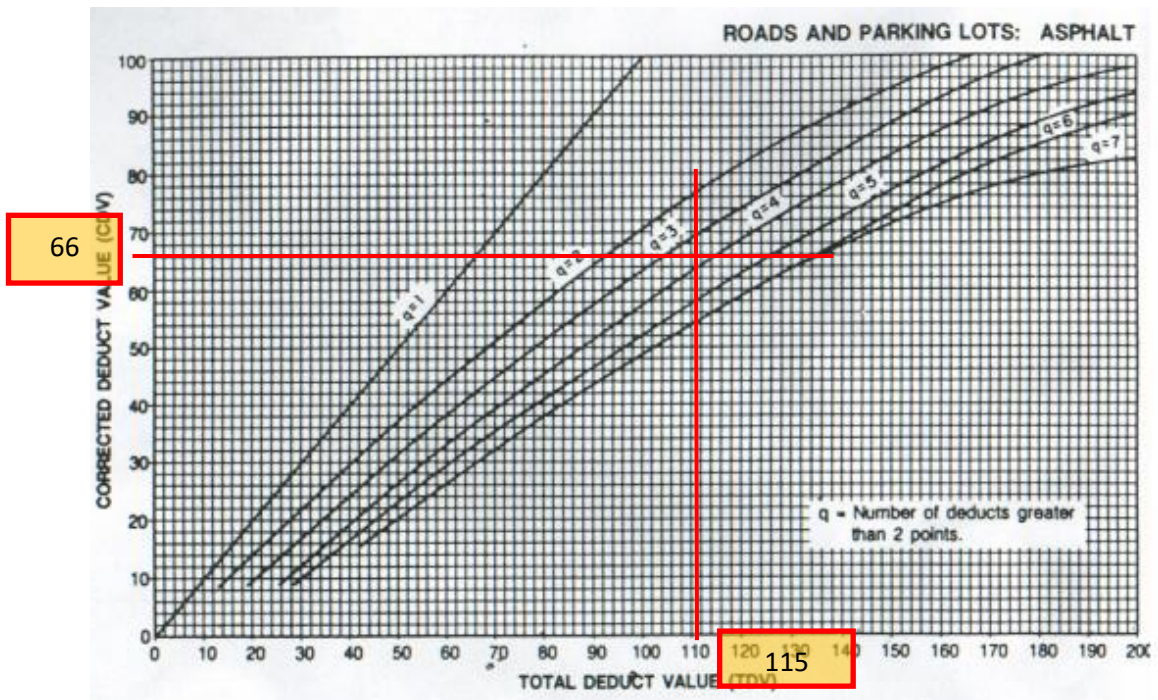
Valor Deducido Corregido 1



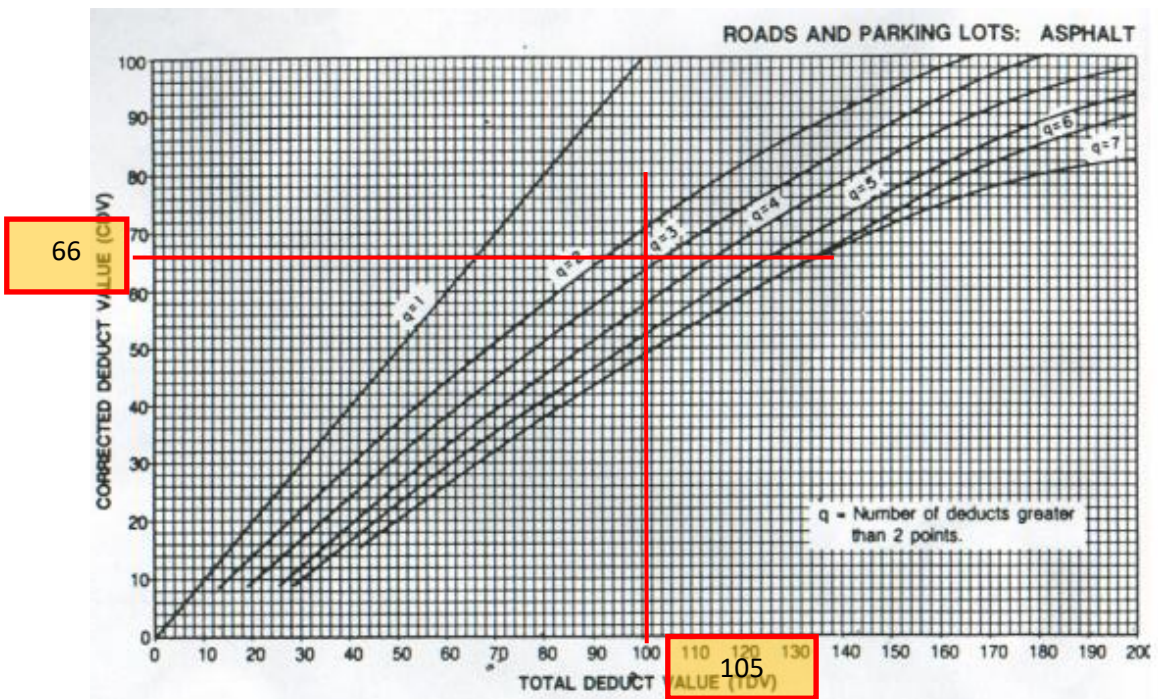
Valor Deducido Corregido 2



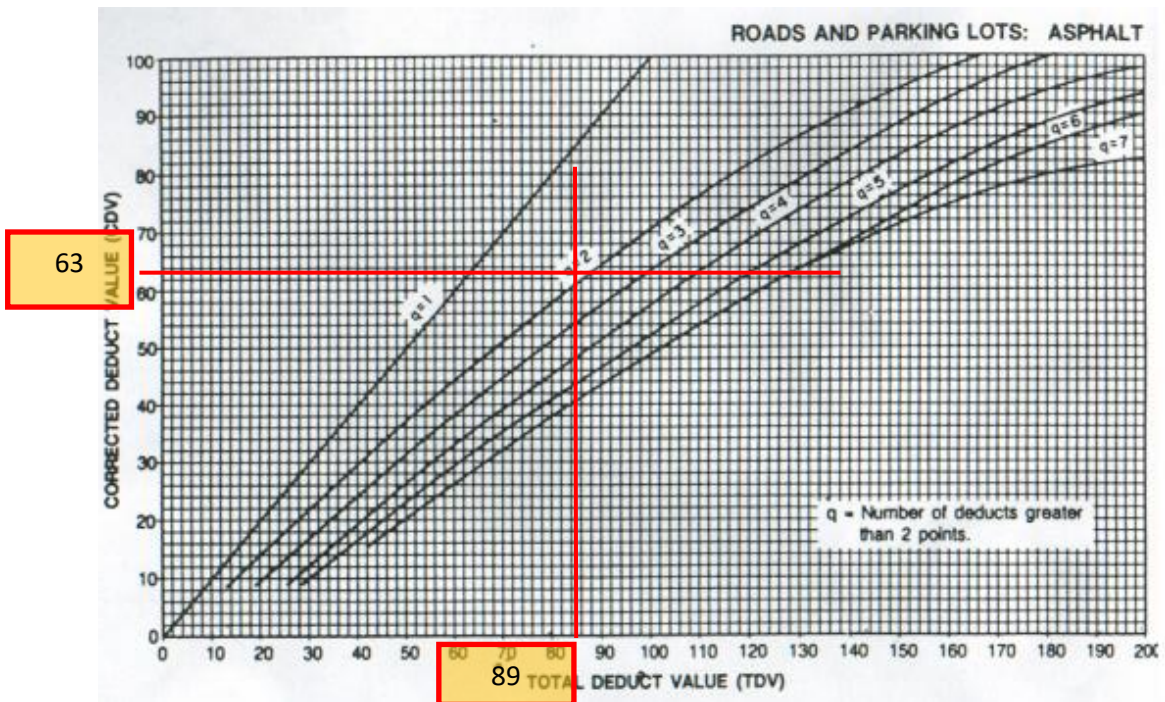
Valor Deducido Corregido 3



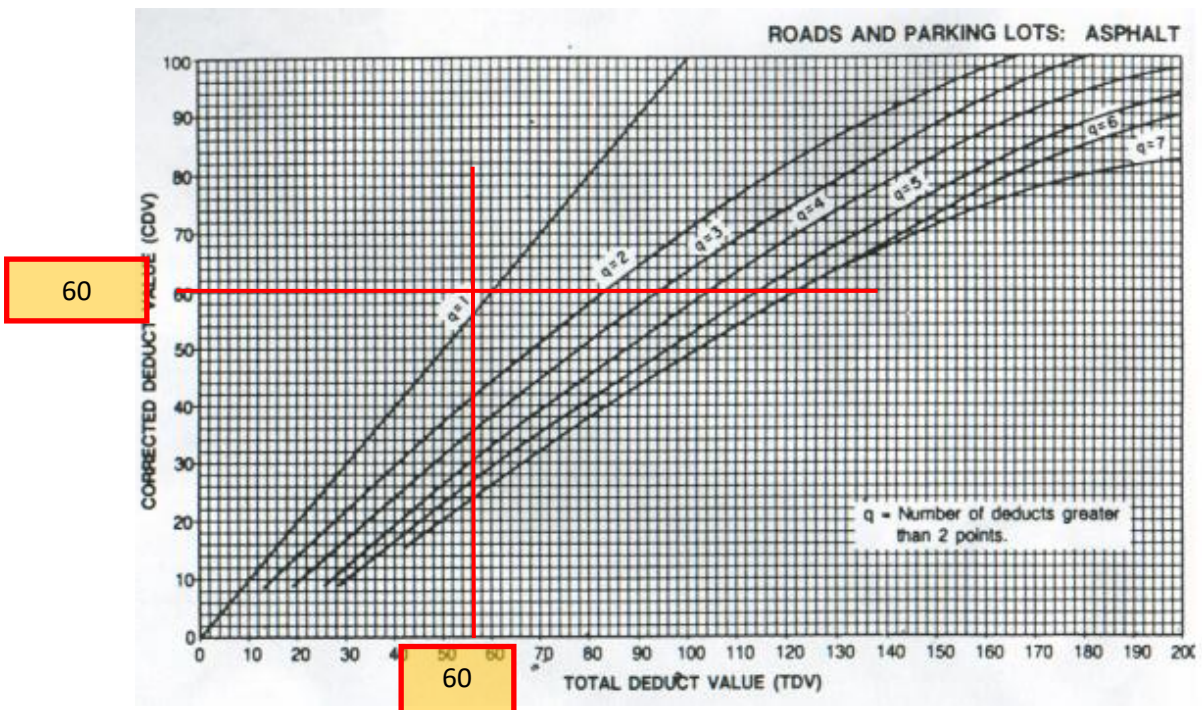
Valor Deducido Corregido 4



Valor Deducido Corregido 5

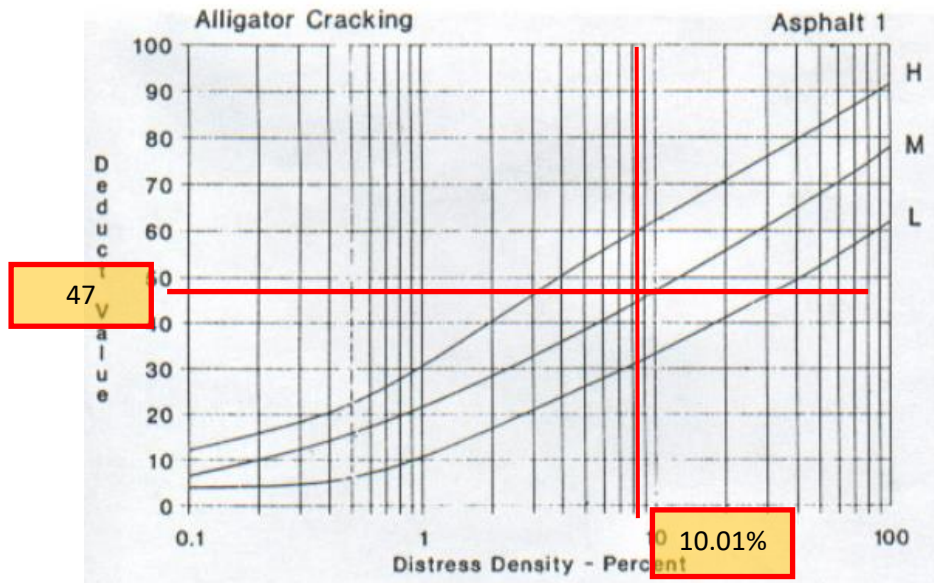


Valor Deducido Corregido 6

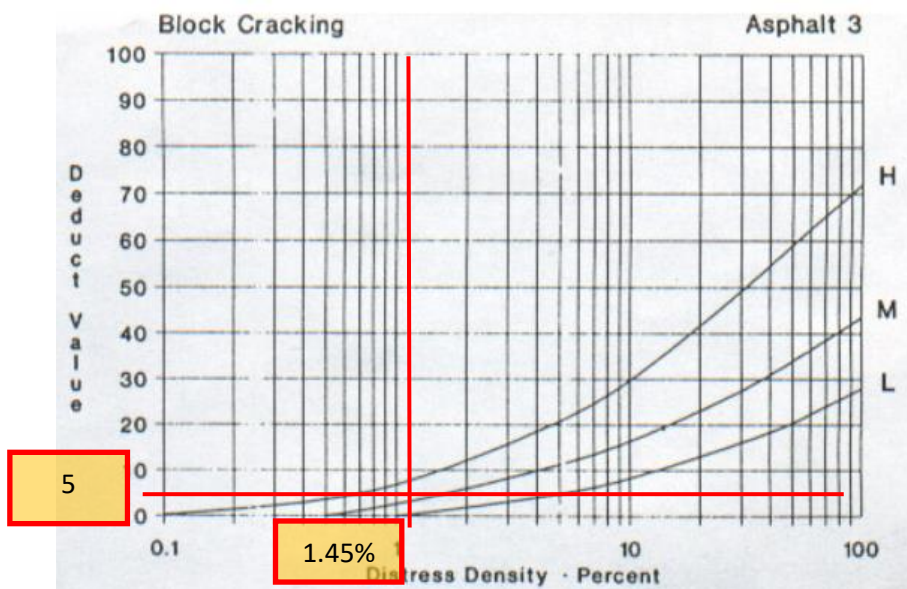


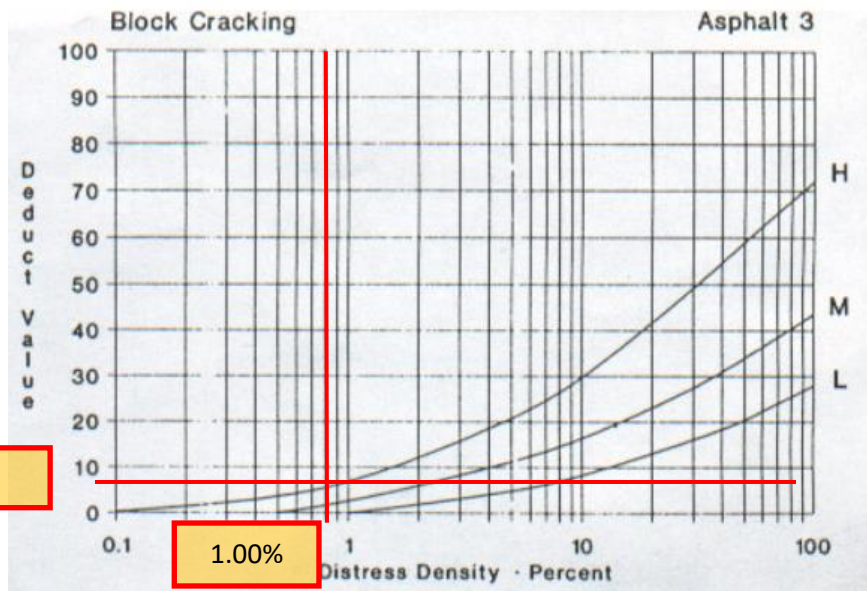
Muestra M7

Piel de cocodrilo

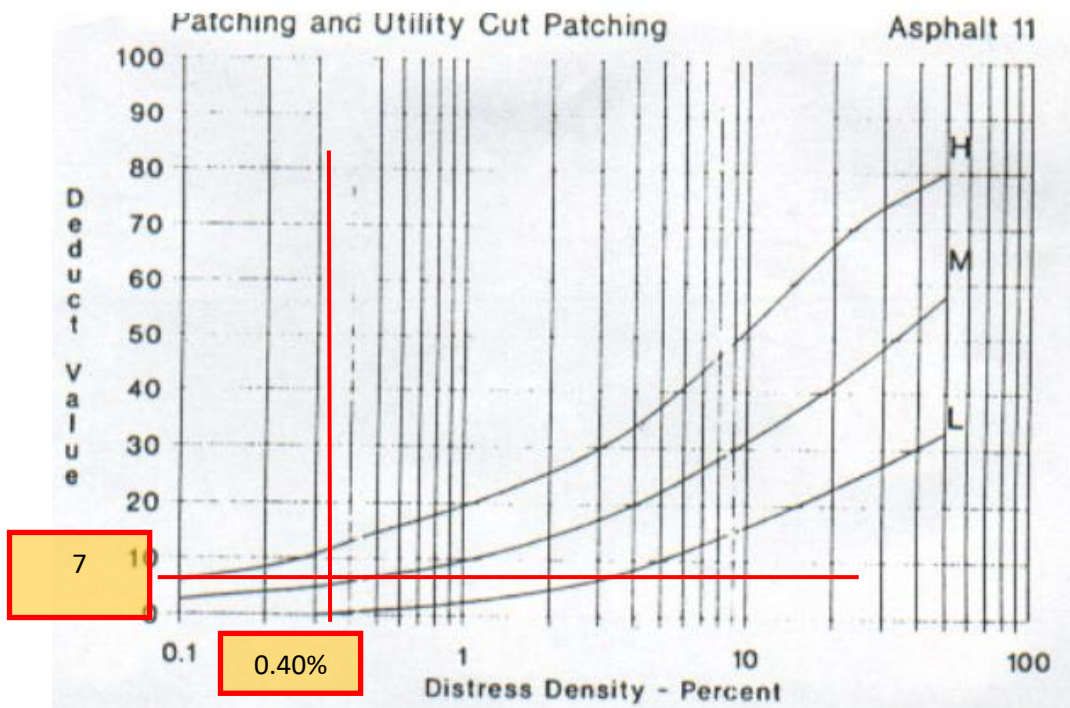


Agrietamiento en bloque

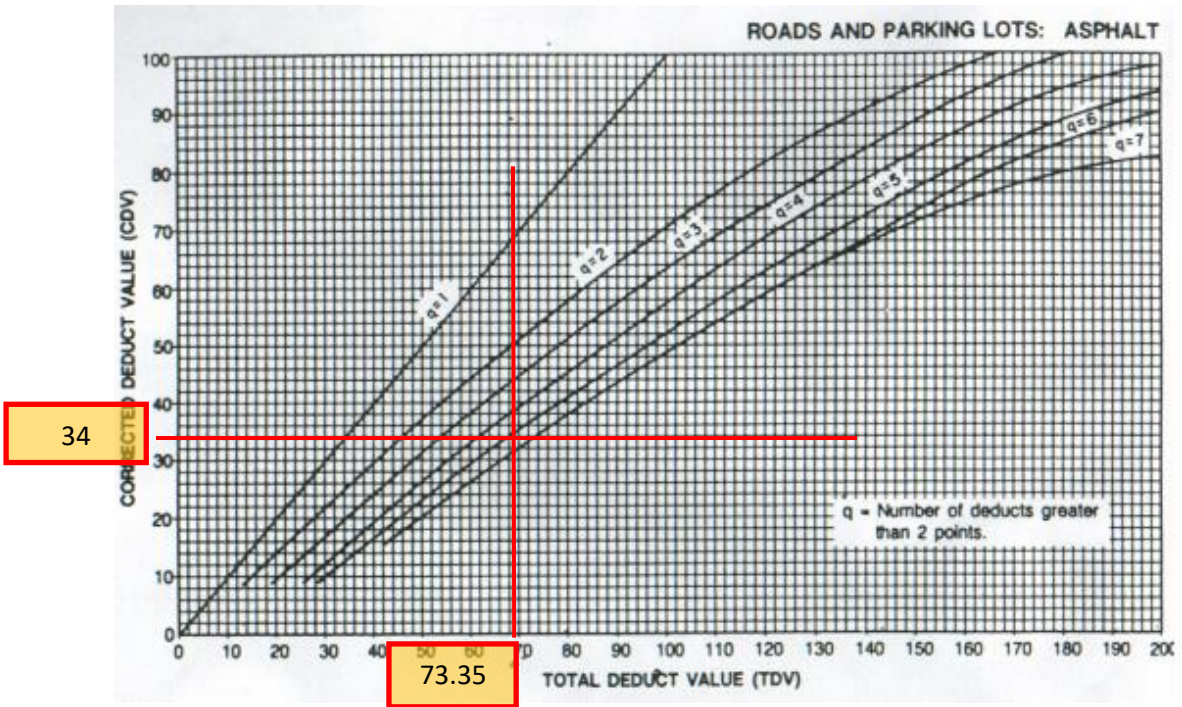




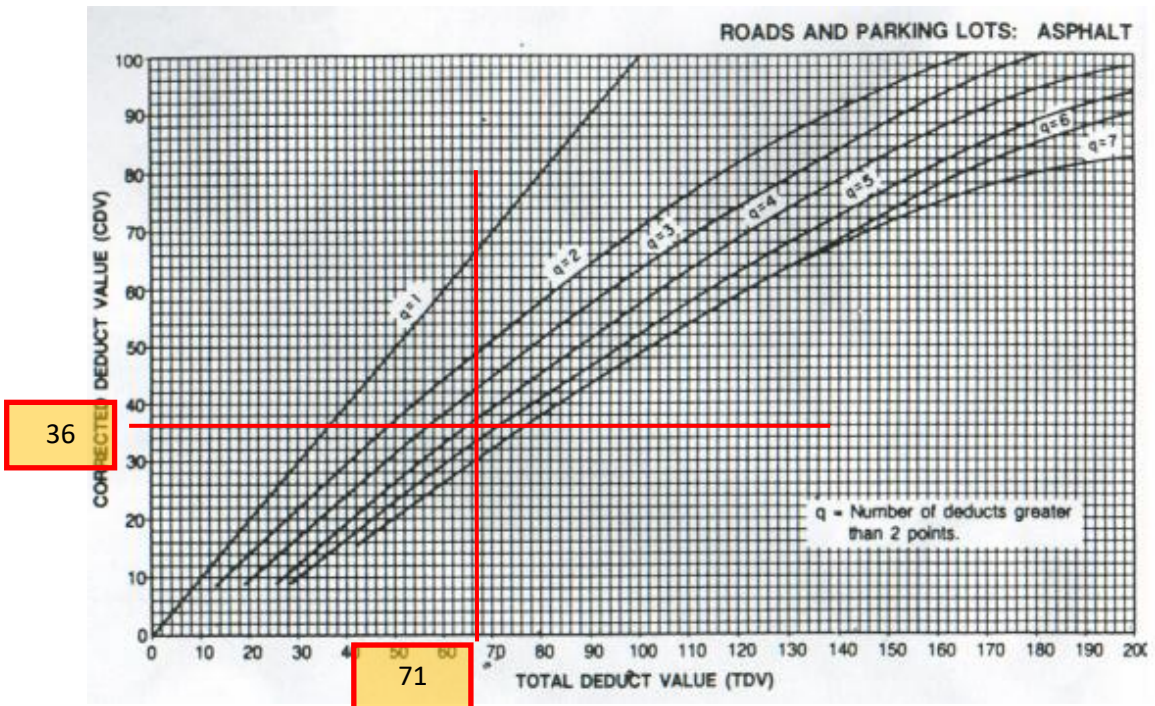
Parqueo



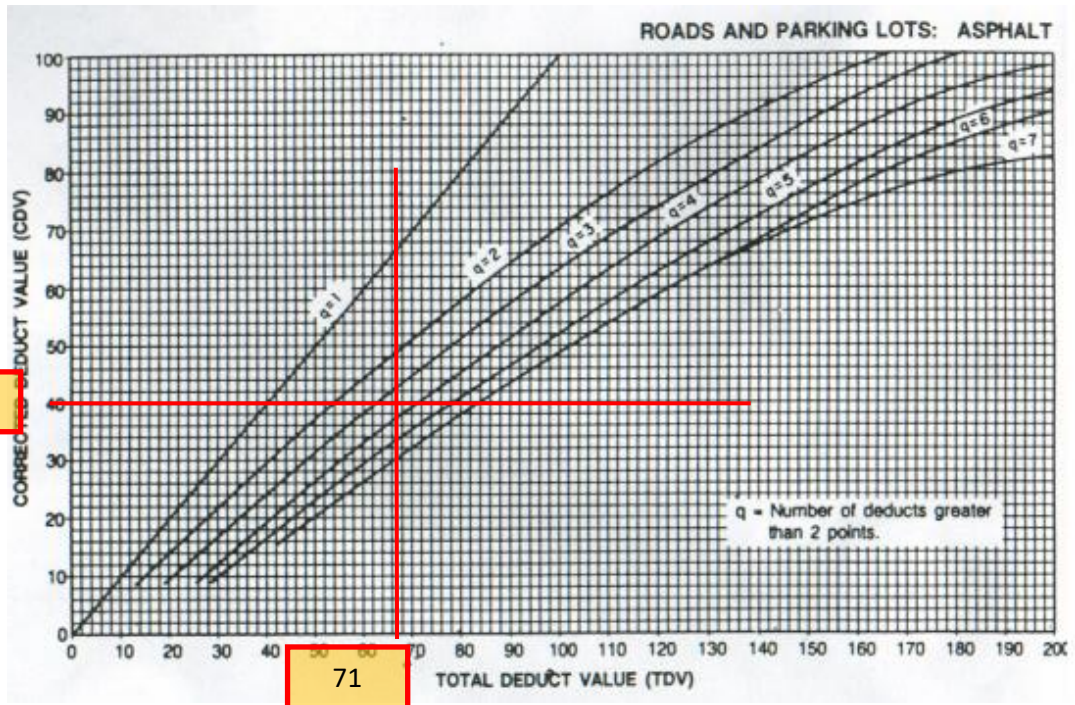
Valor Deducido Corregido 1



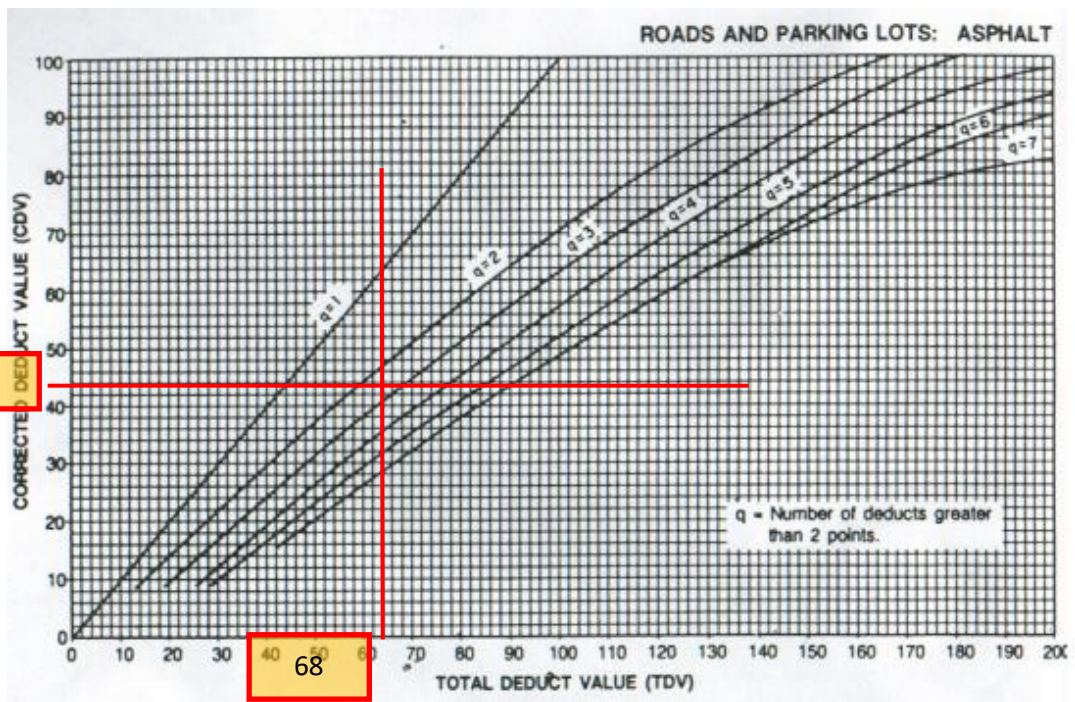
Valor Deducido Corregido 2



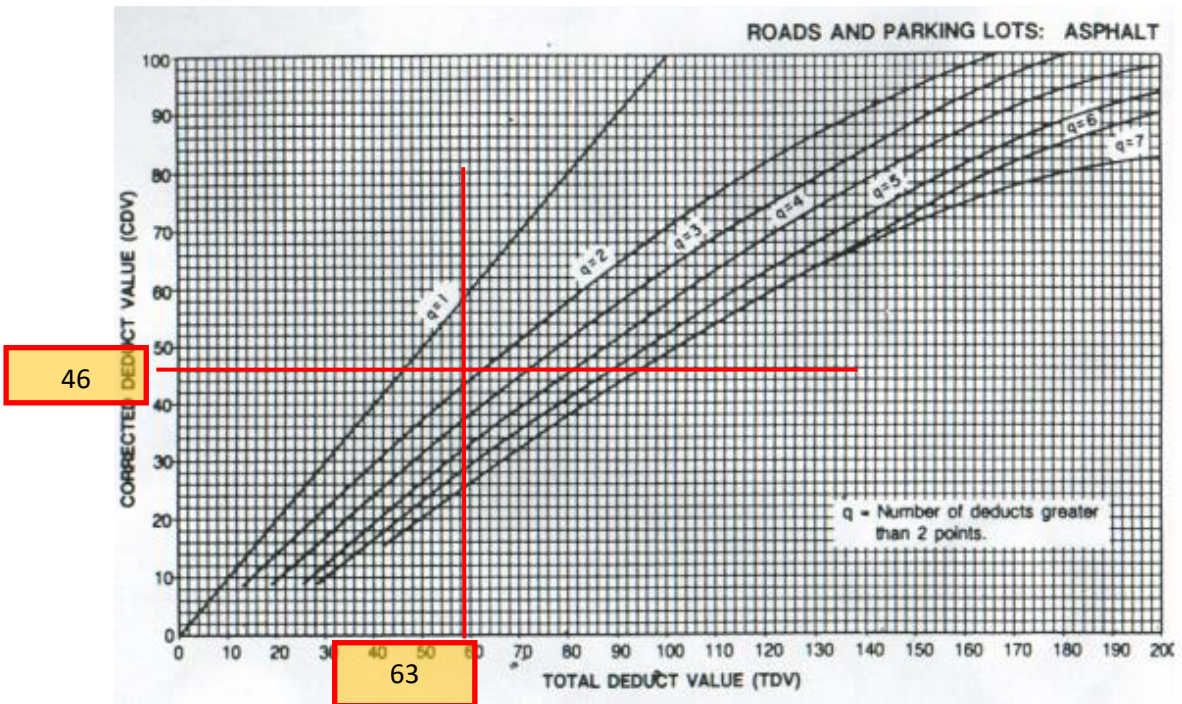
Valor Deducido Corregido 3



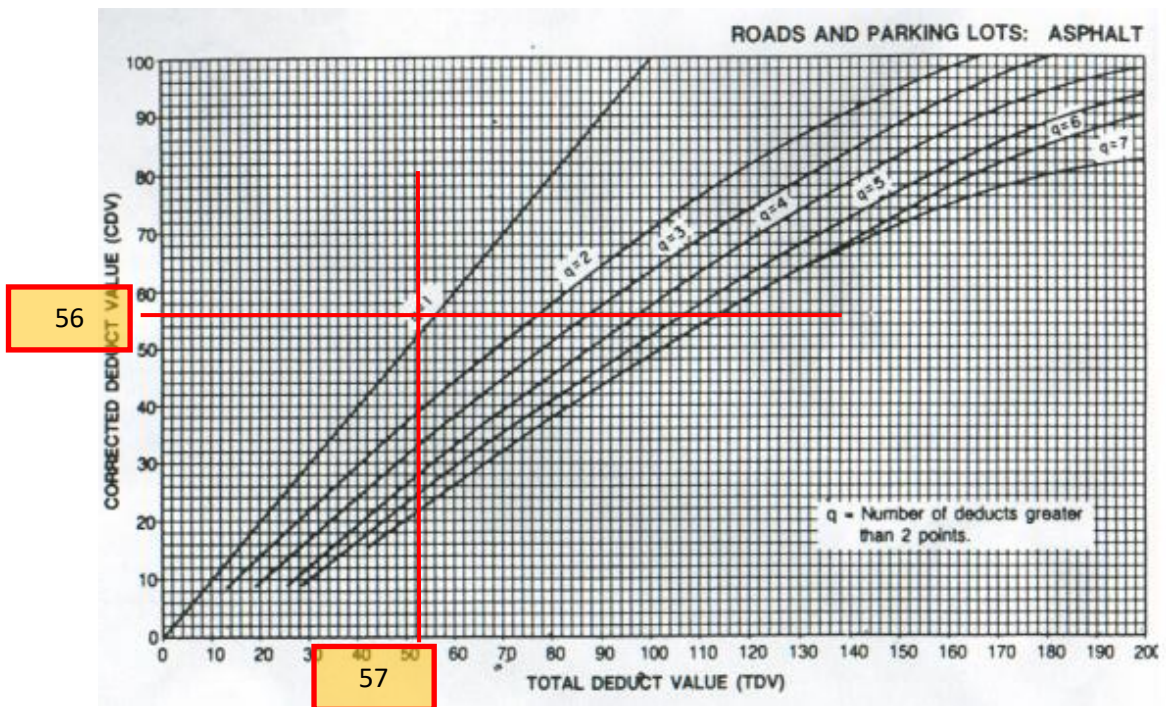
Valor Deducido Corregido 4



Valor Deducido Corregido 5

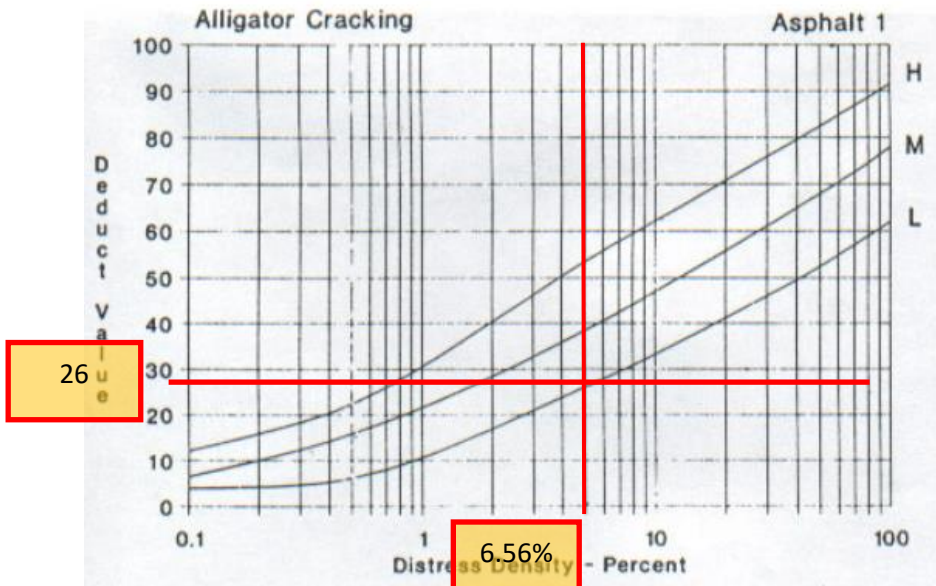
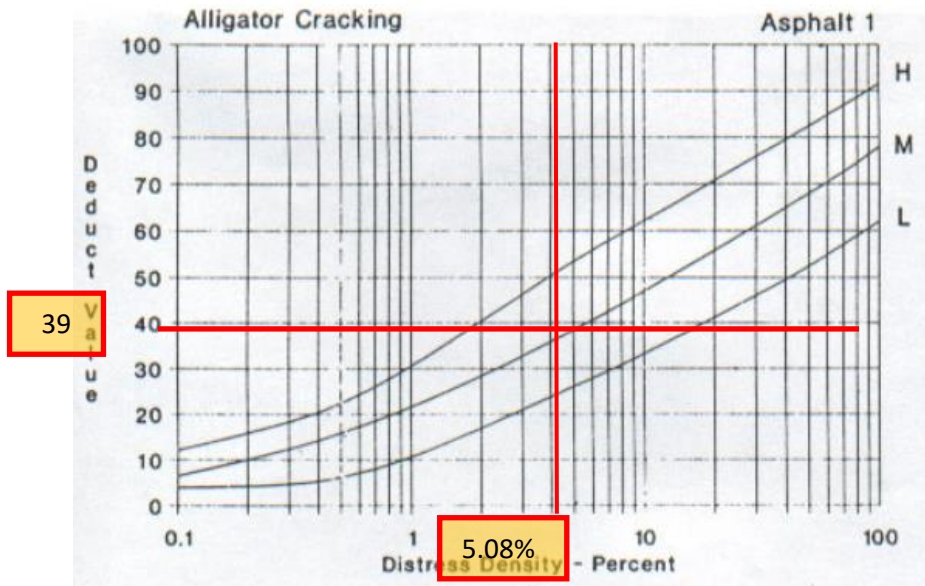


Valor Deducido Corregido 6

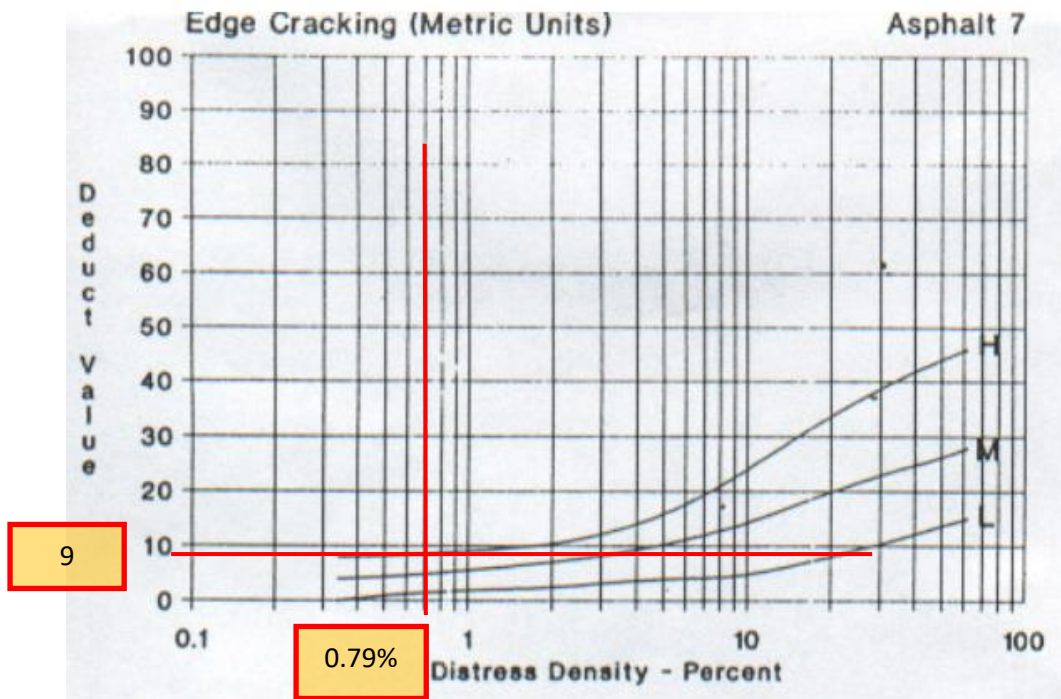
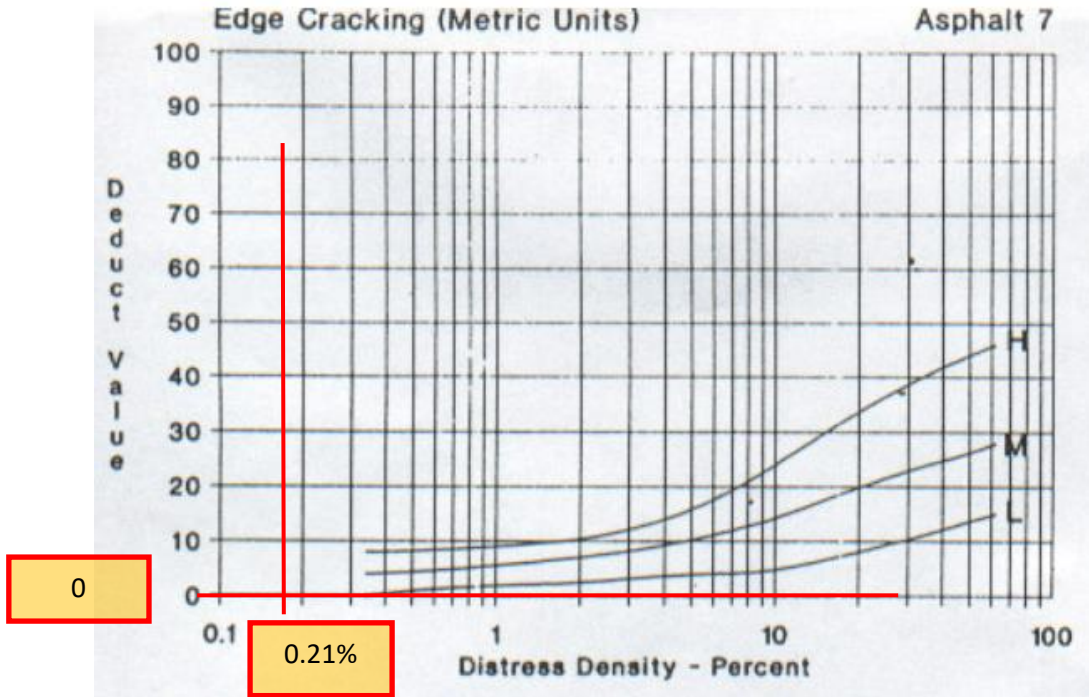


Muestra M8

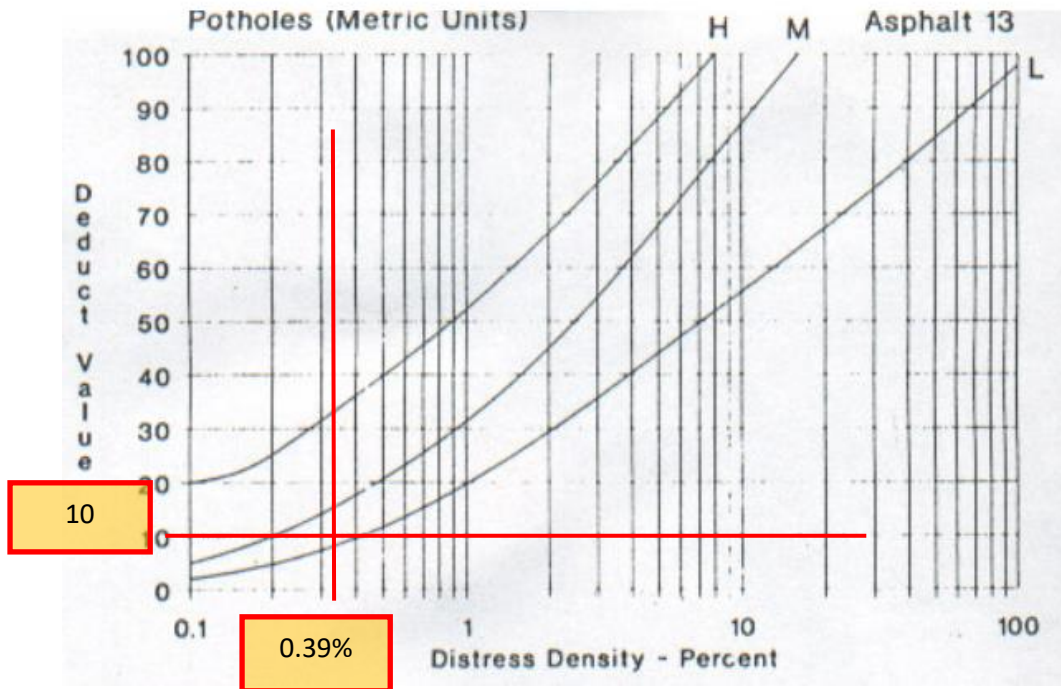
Piel de cocodrilo



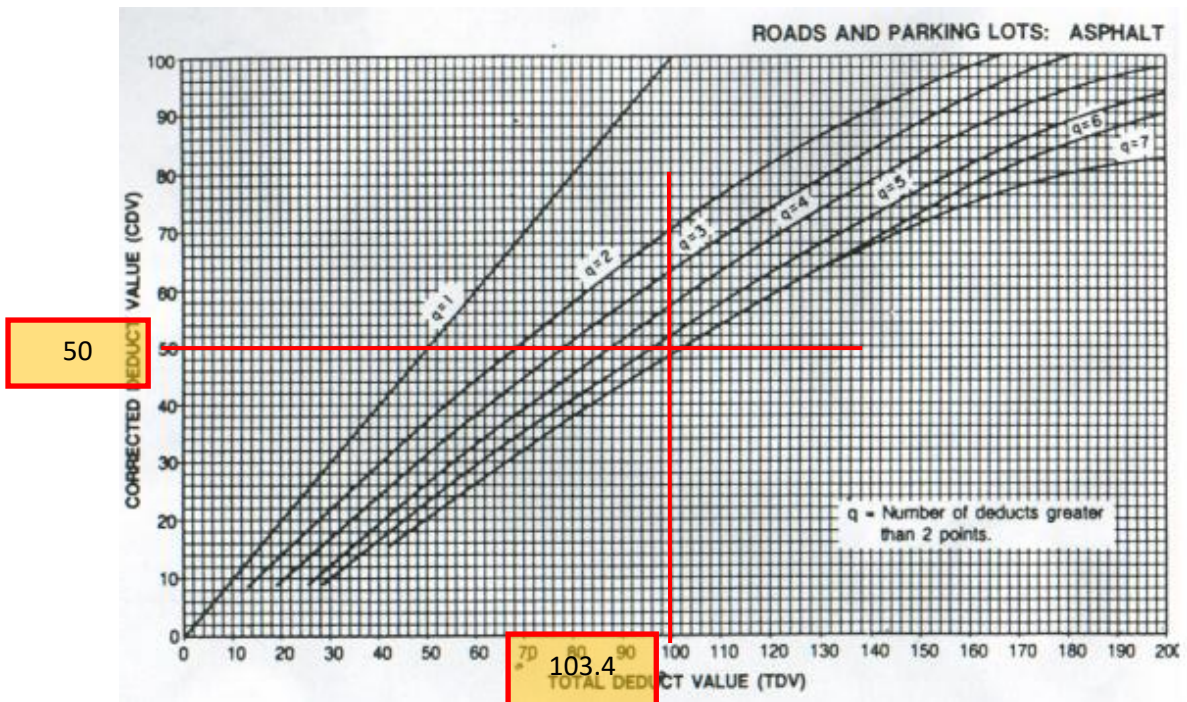
Grieta de borde



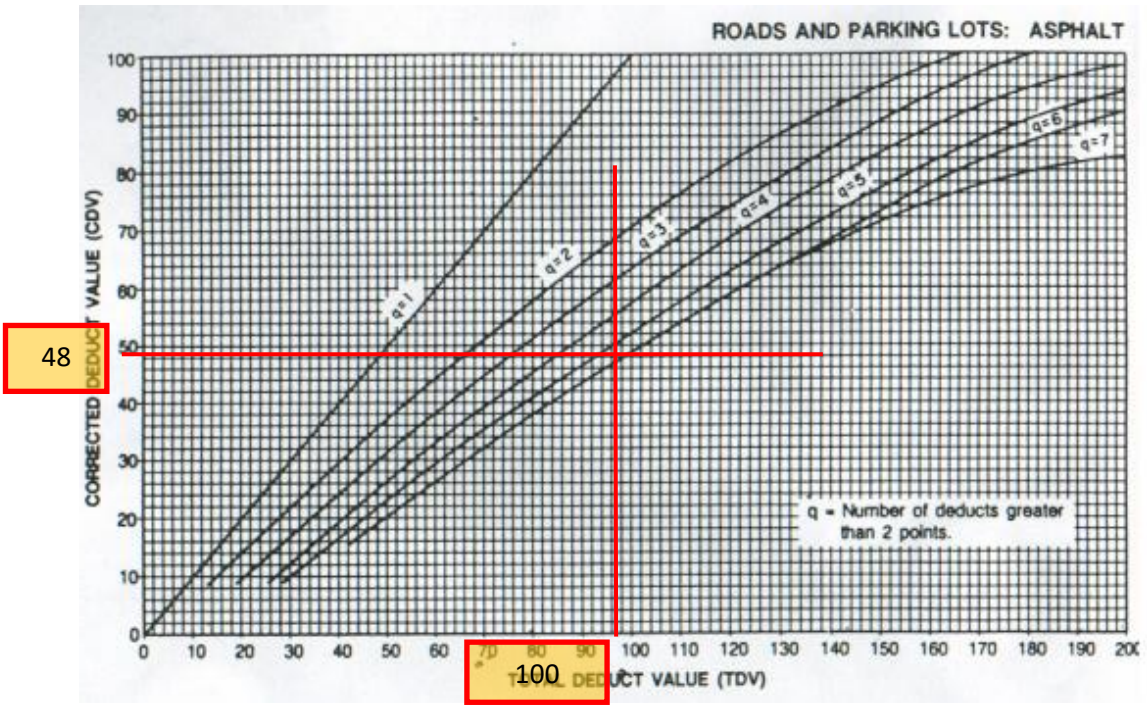
Huecos



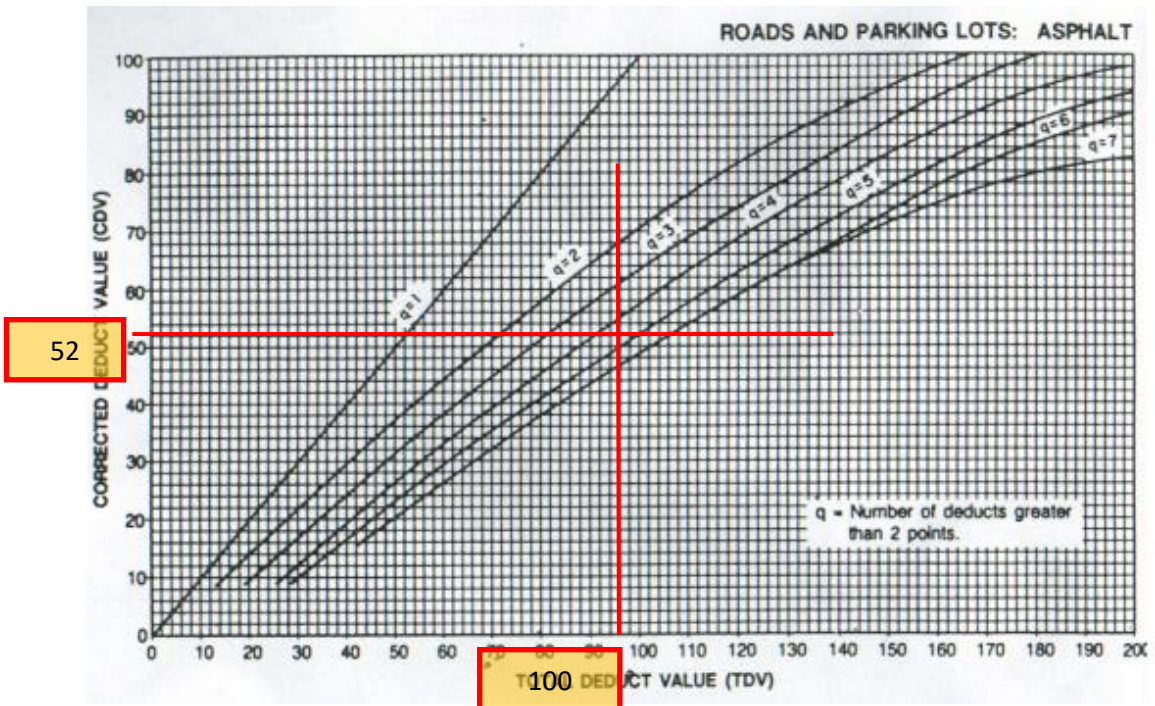
Valor Deducido Corregido 1



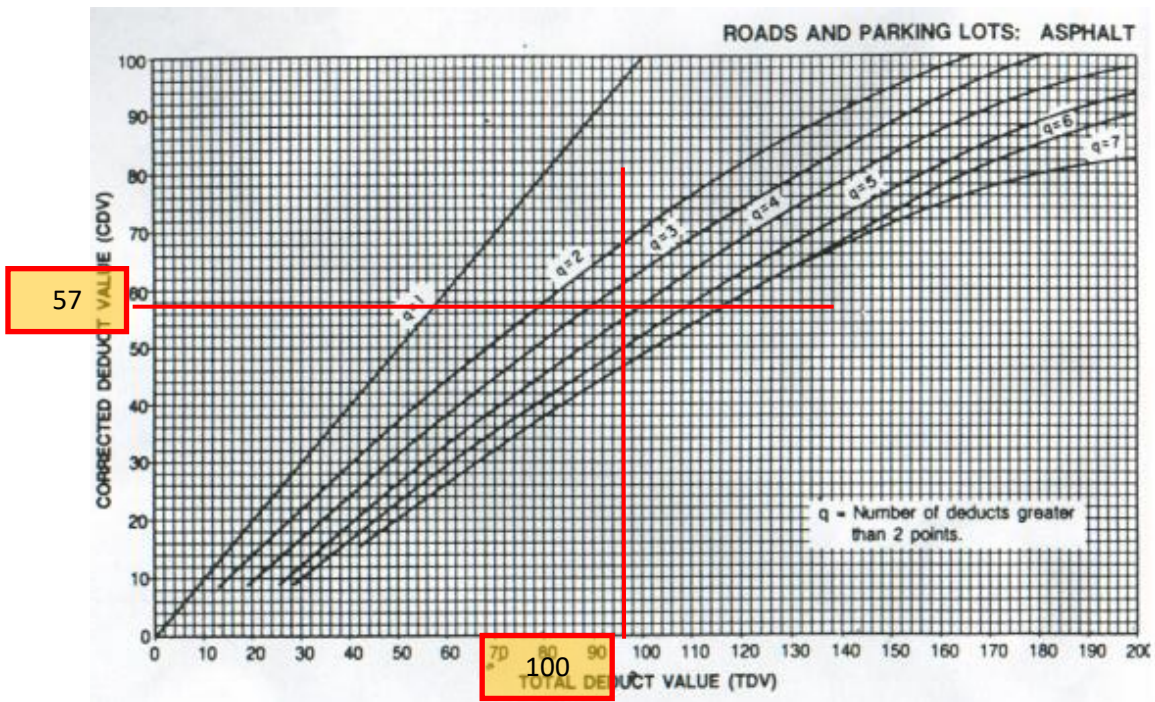
Valor Deducido Corregido 2



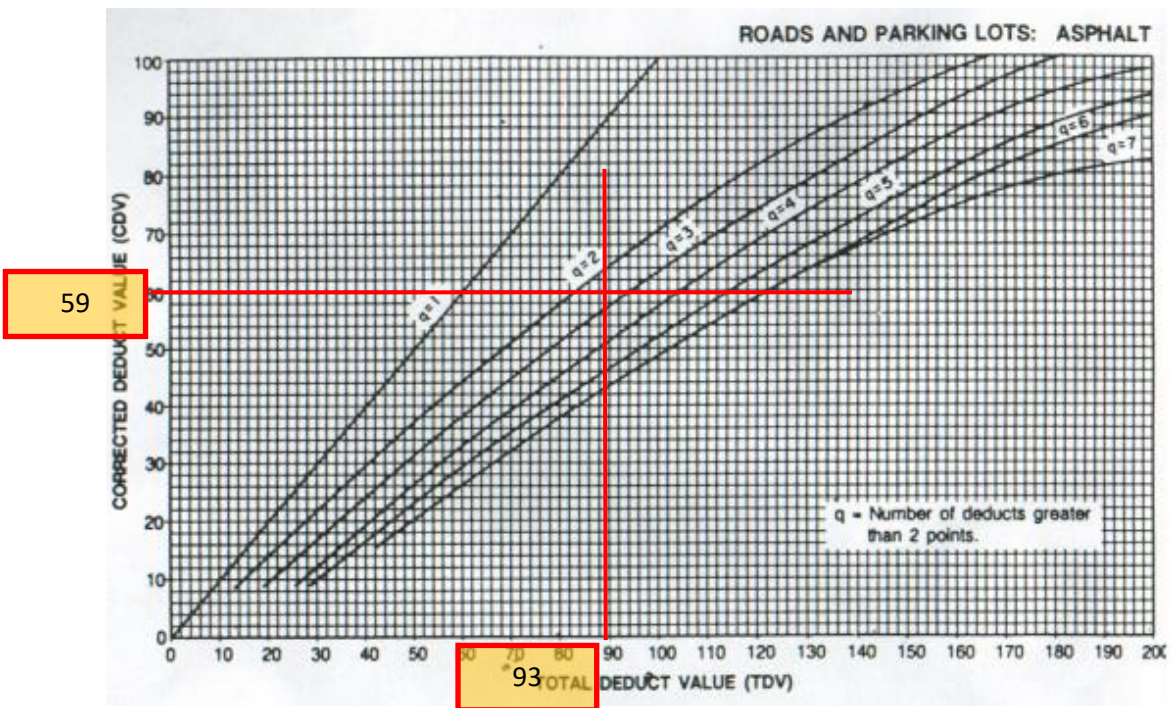
Valor Deducido Corregido 3



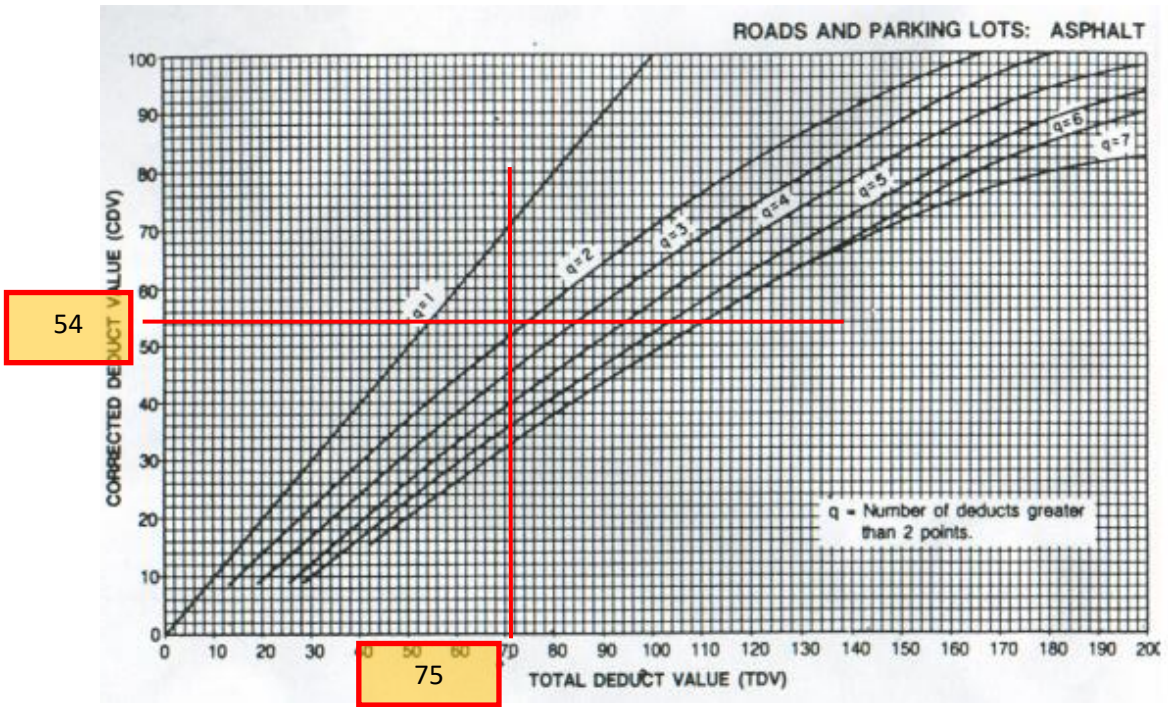
Valor Deducido Corregido 4



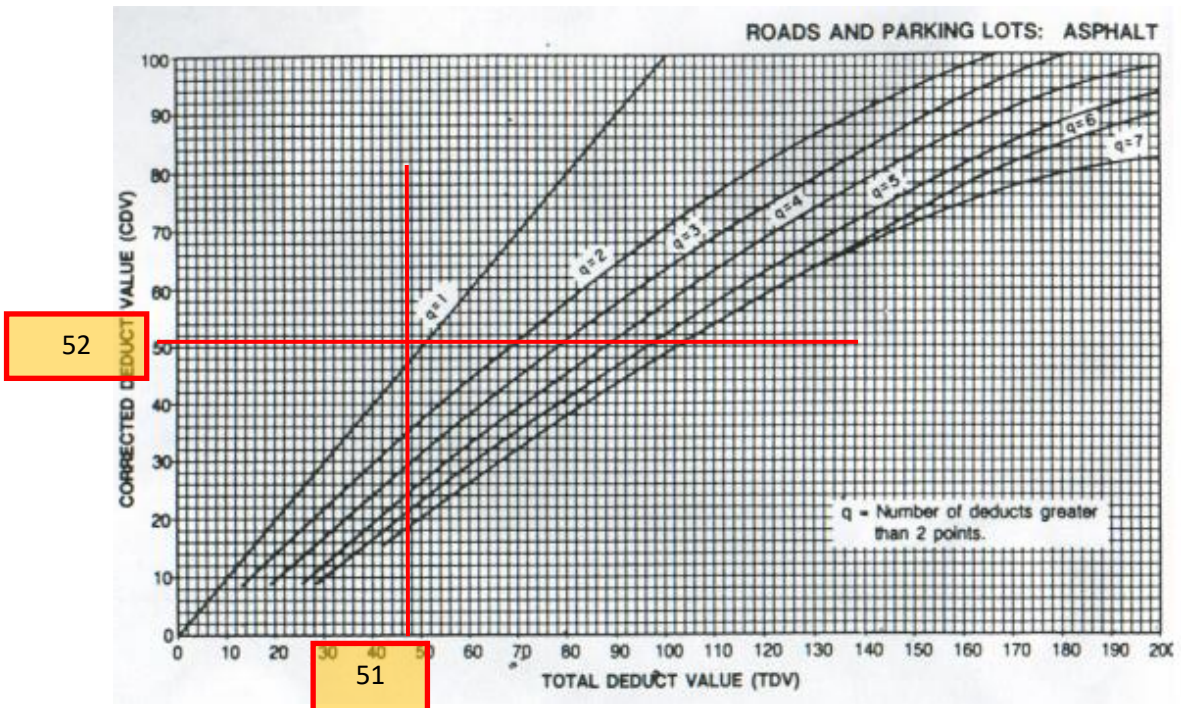
Valor Deducido Corregido 5



Valor Deducido Corregido 6

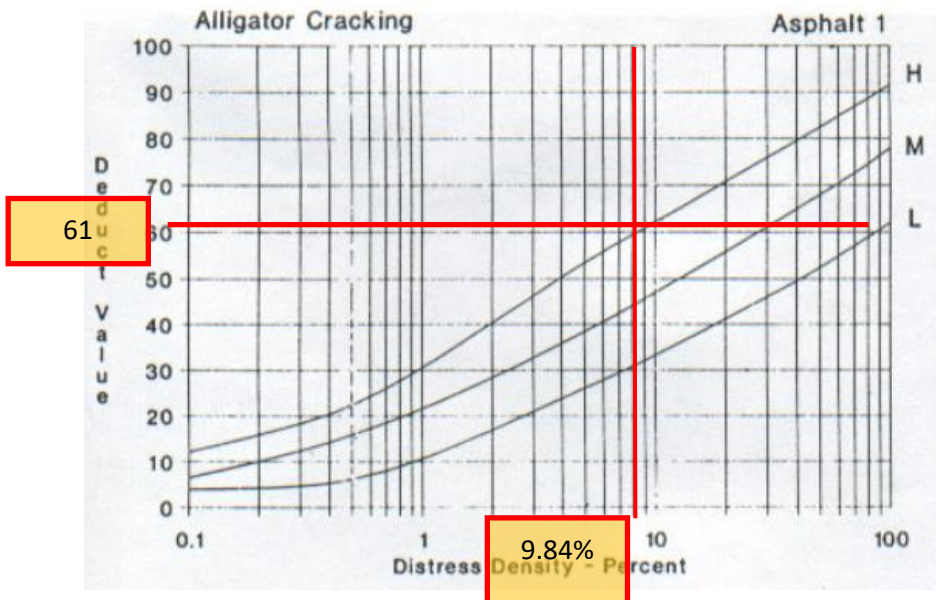
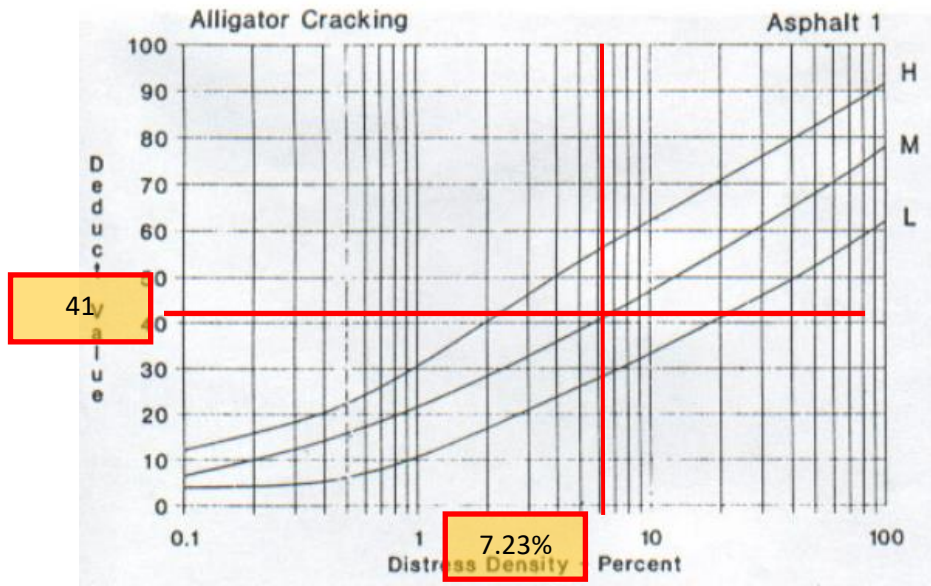


Valor Deducido Corregido 7

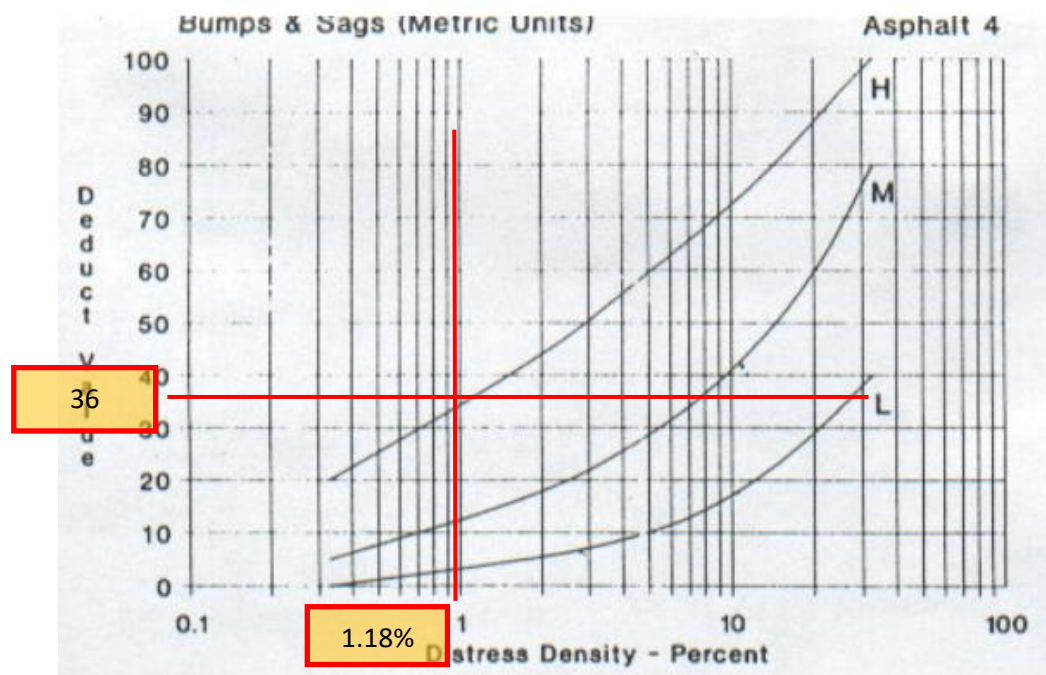
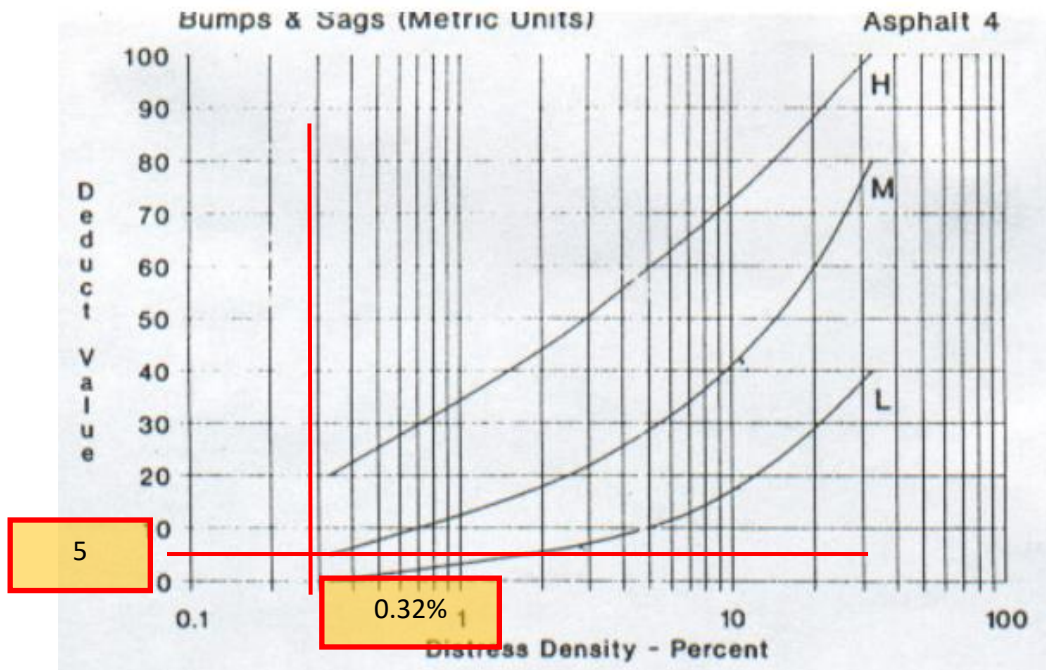


Muestra M9

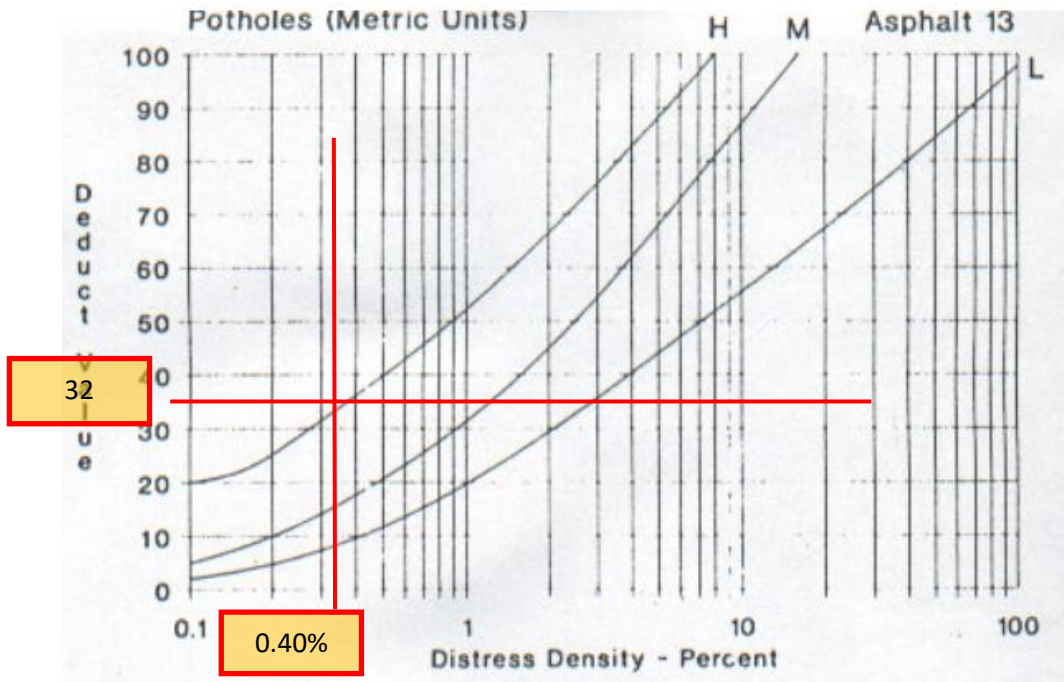
Piel de cocodrilo



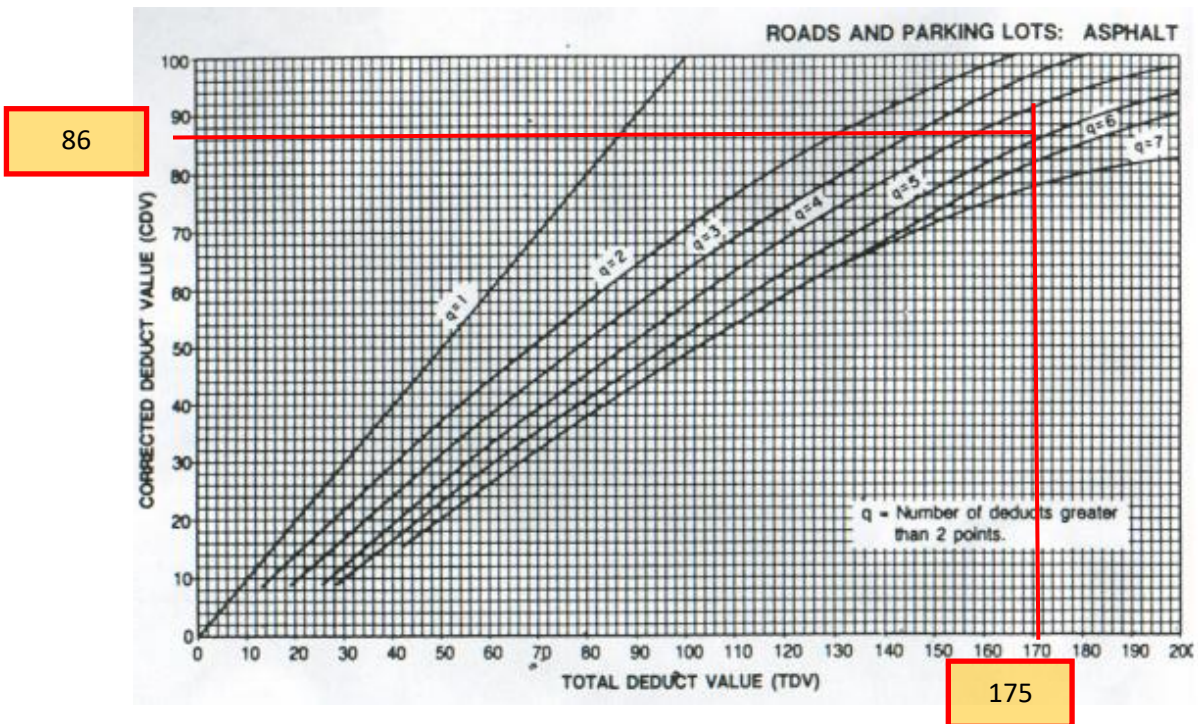
Abultamientos y hundimientos



Huecos

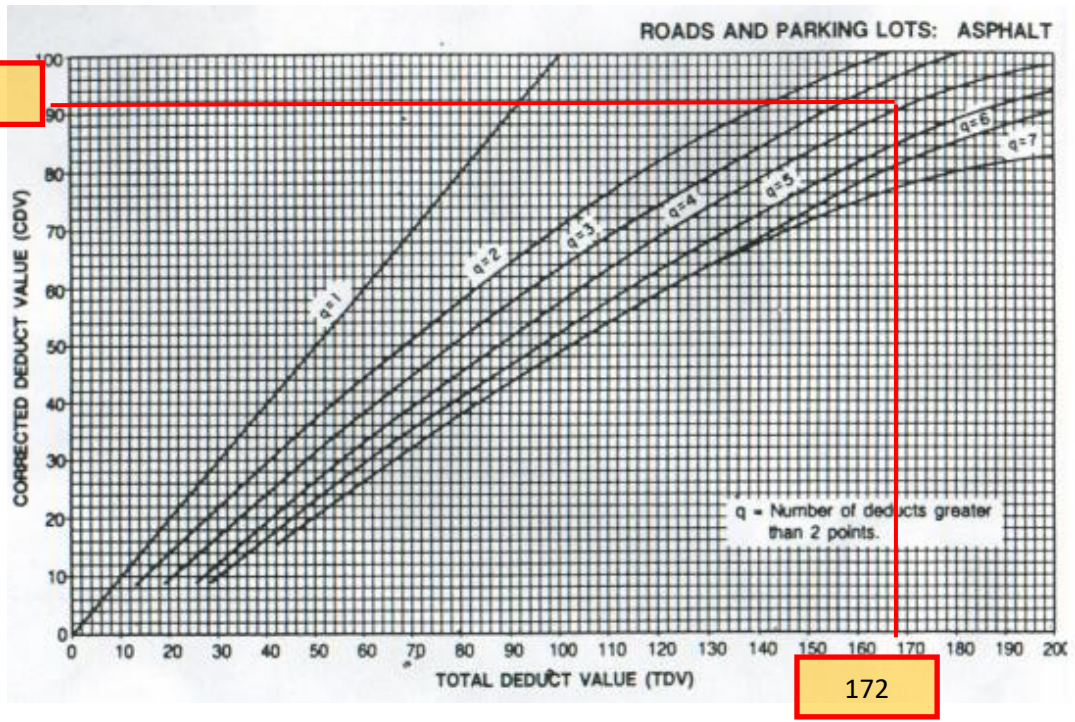


Valor Deducido Corregido 1



Valor Deducido Corregido 2

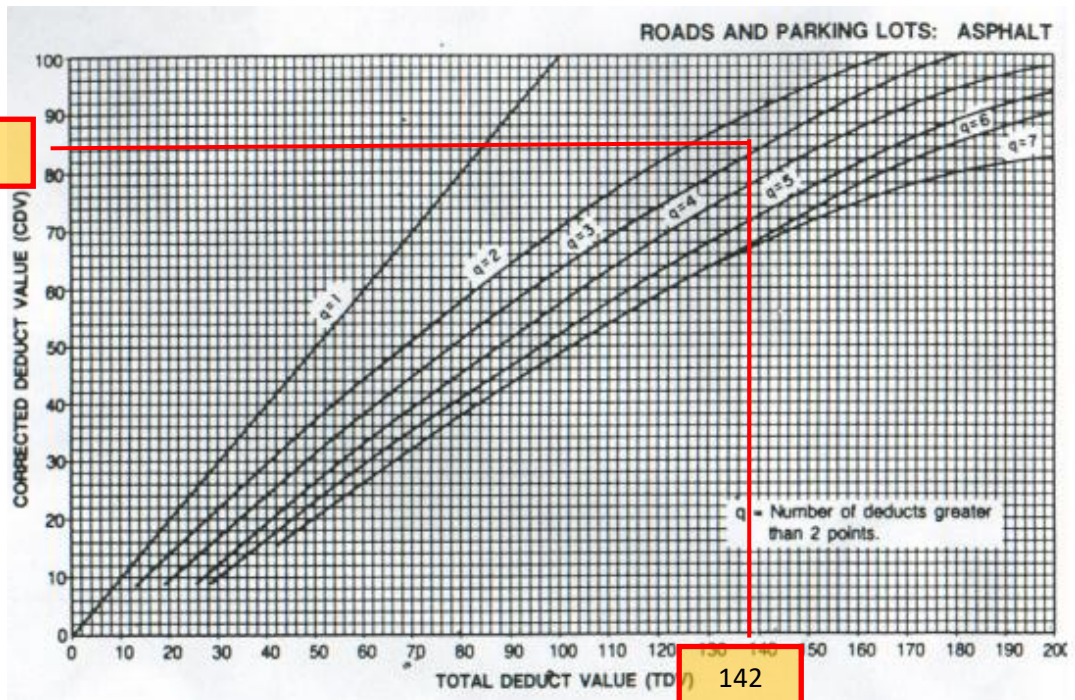
92



172

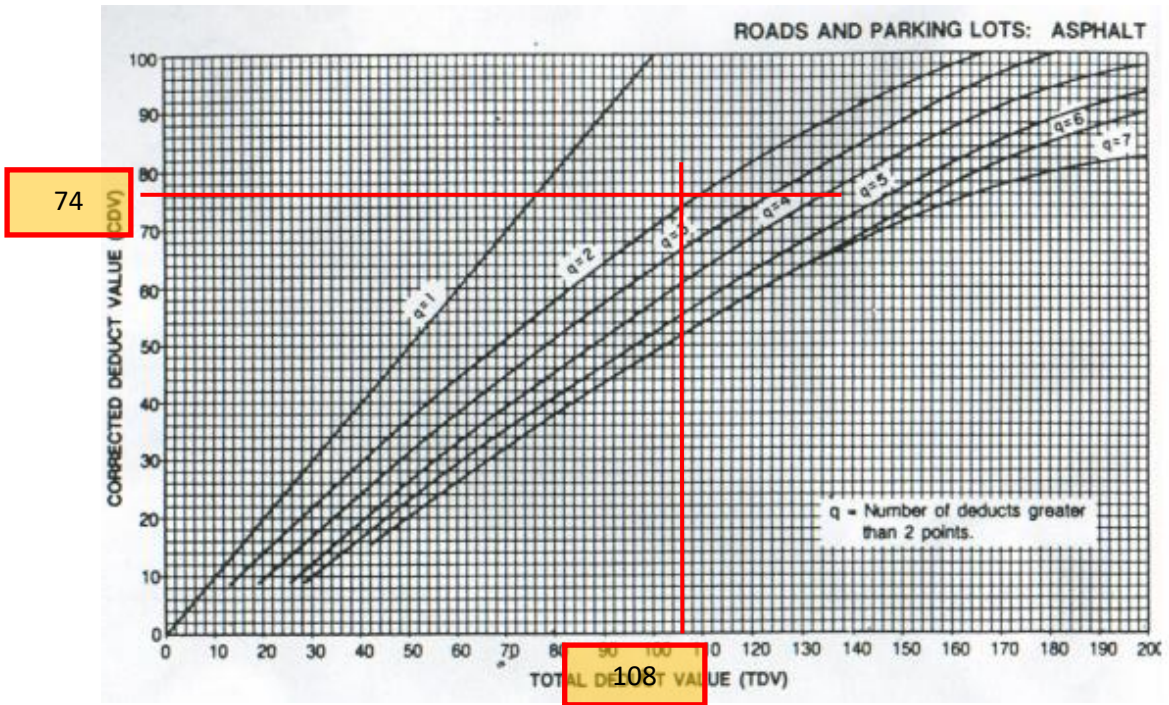
Valor Deducido Corregido 3

84

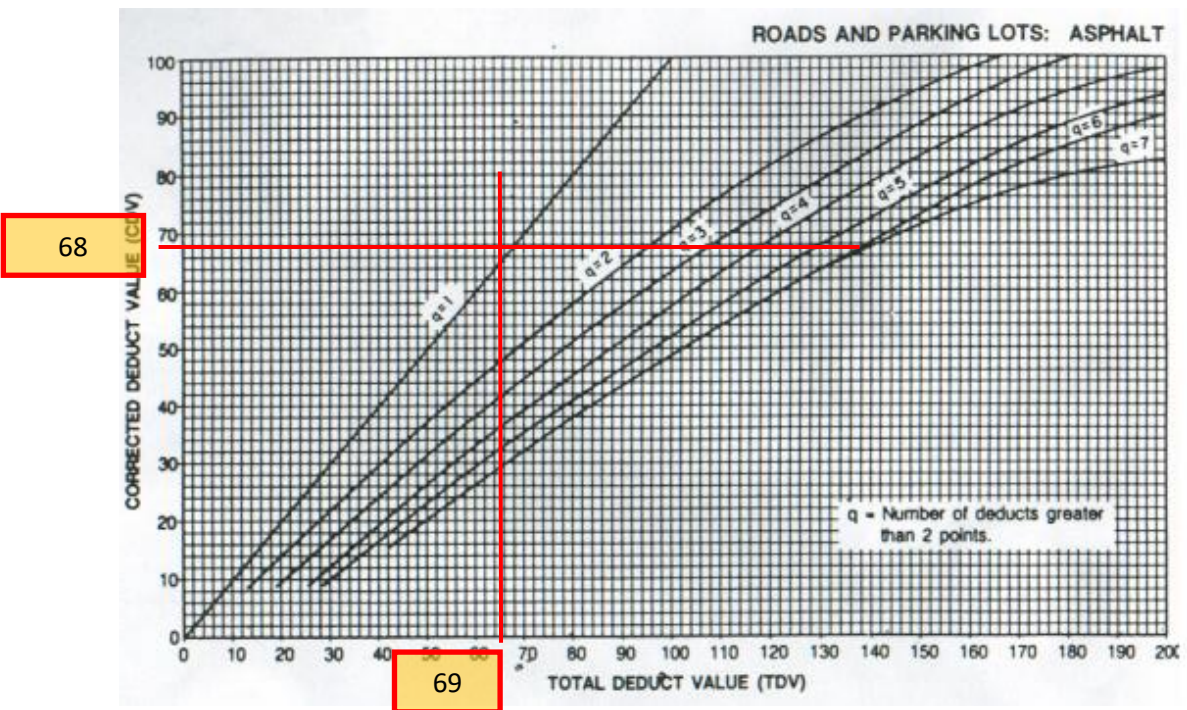


142

Valor Deducido Corregido 4

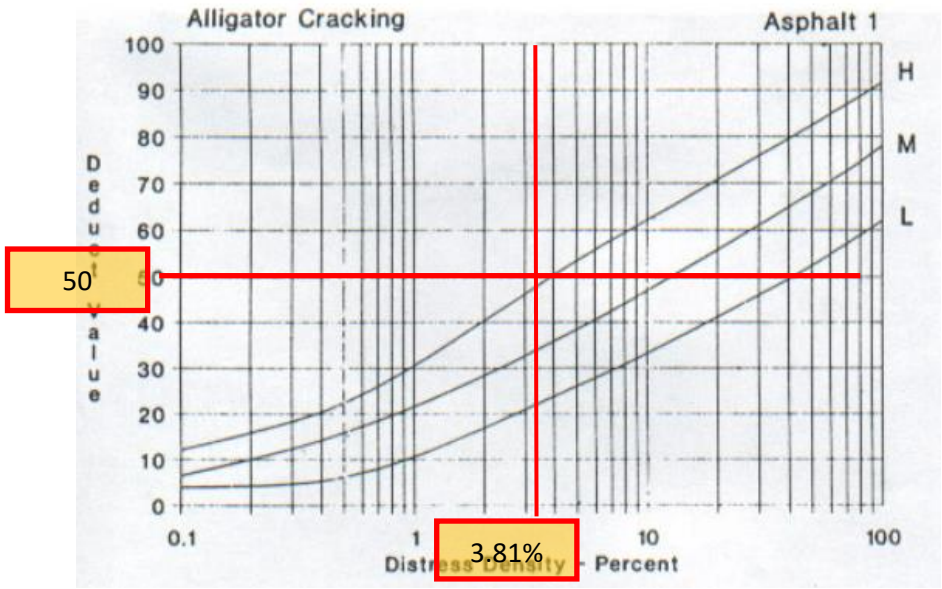
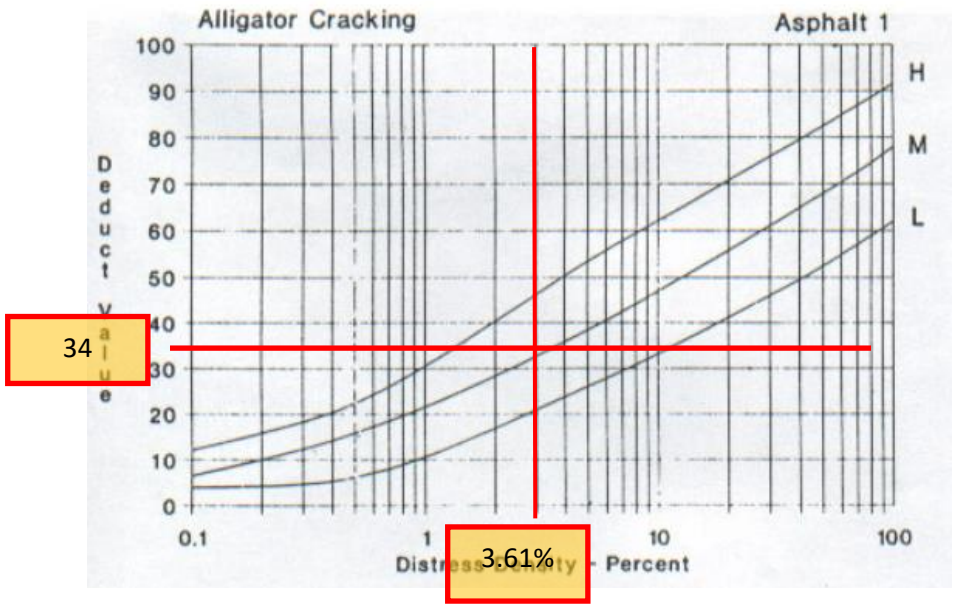


Valor Deducido Corregido 5

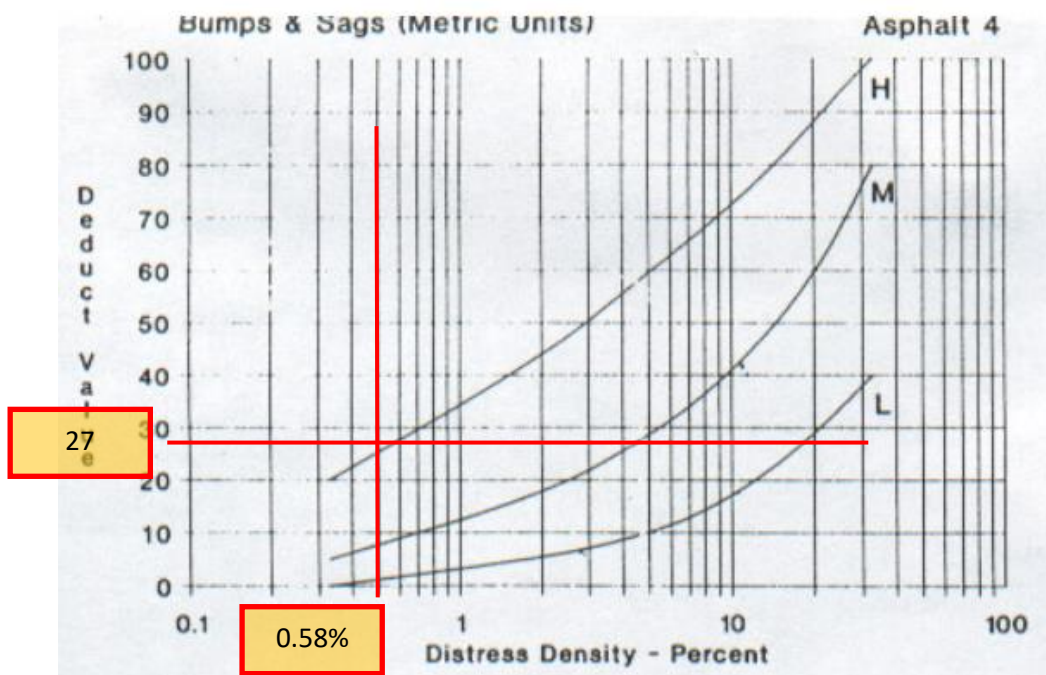
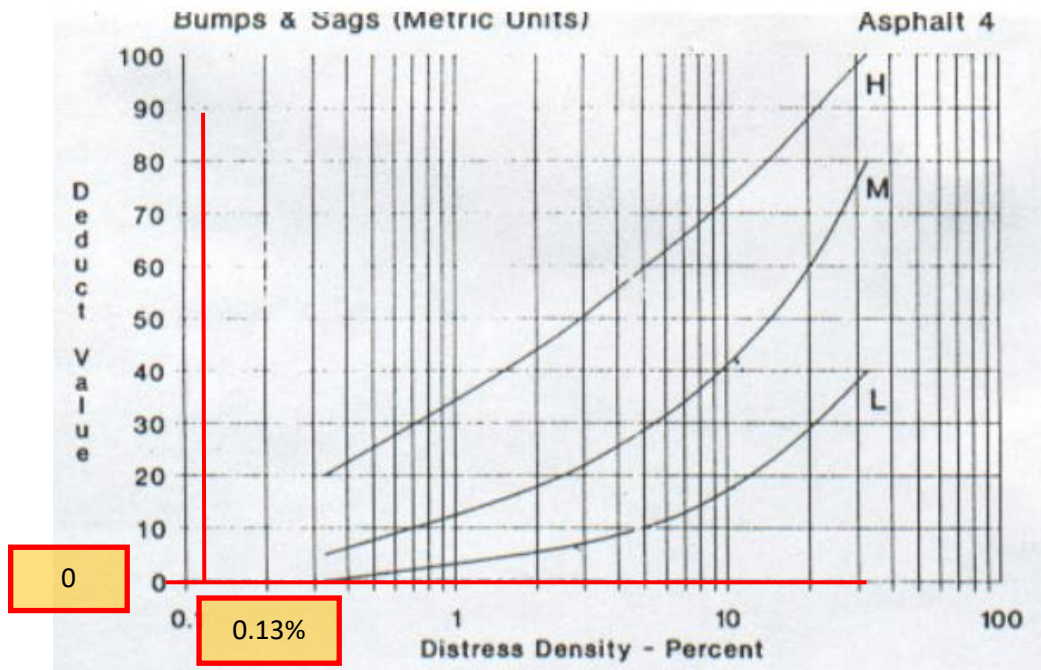


Muestra M10

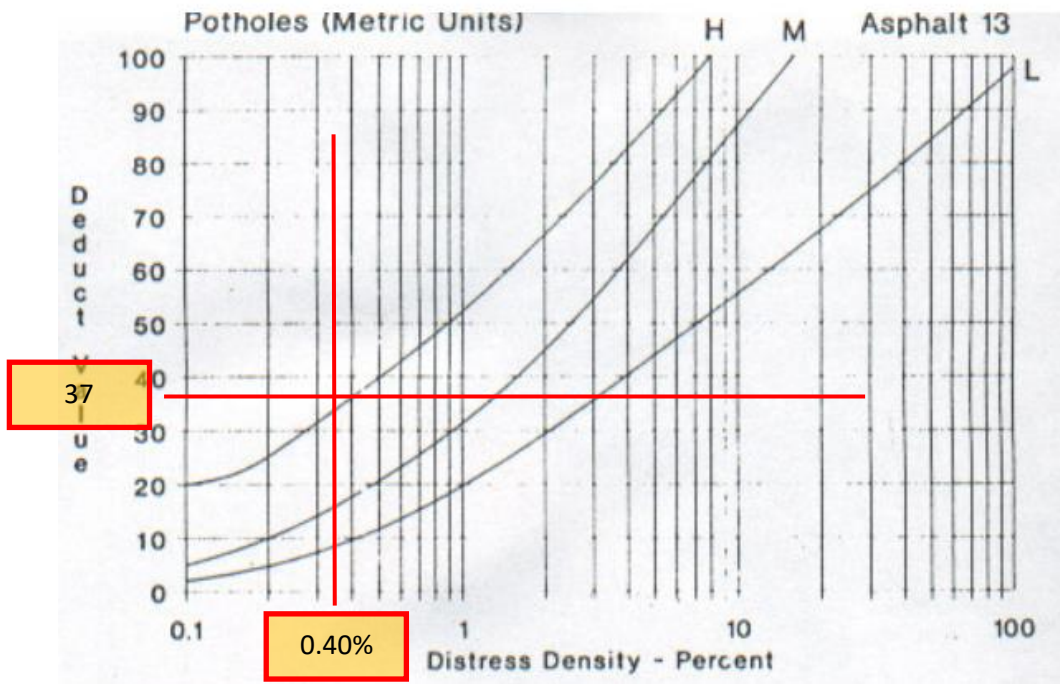
Piel de cocodrilo



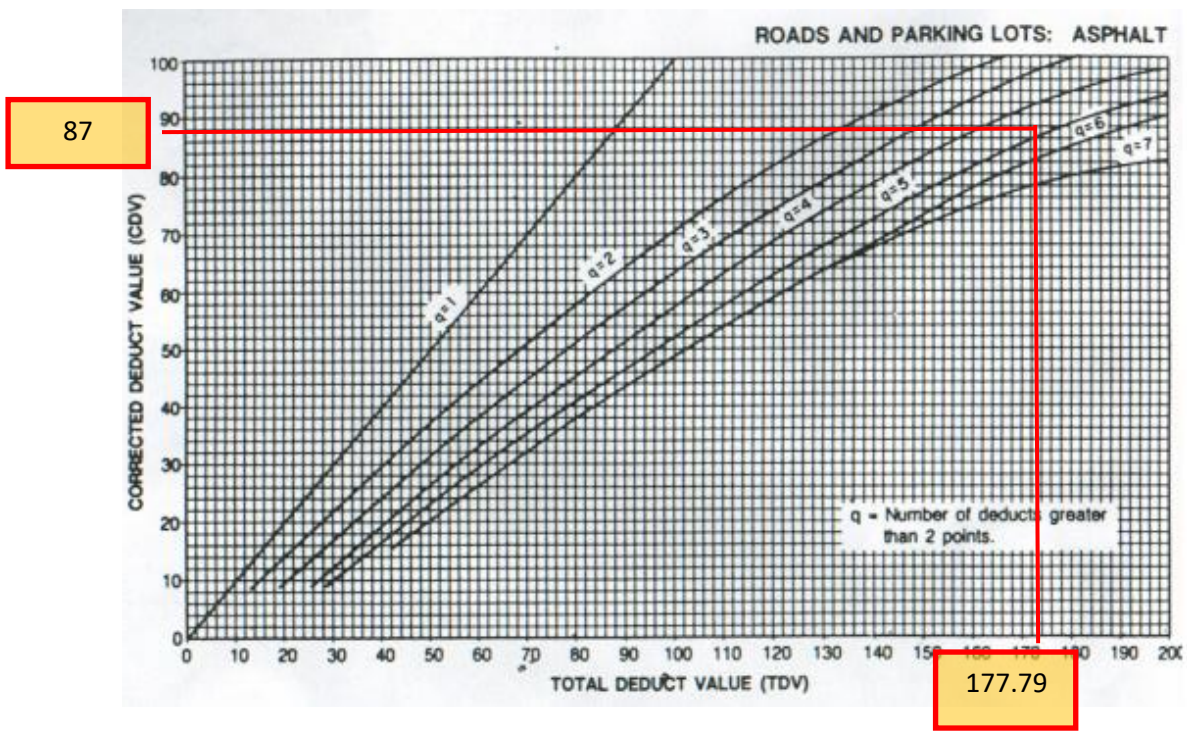
Abultamientos y hundimientos



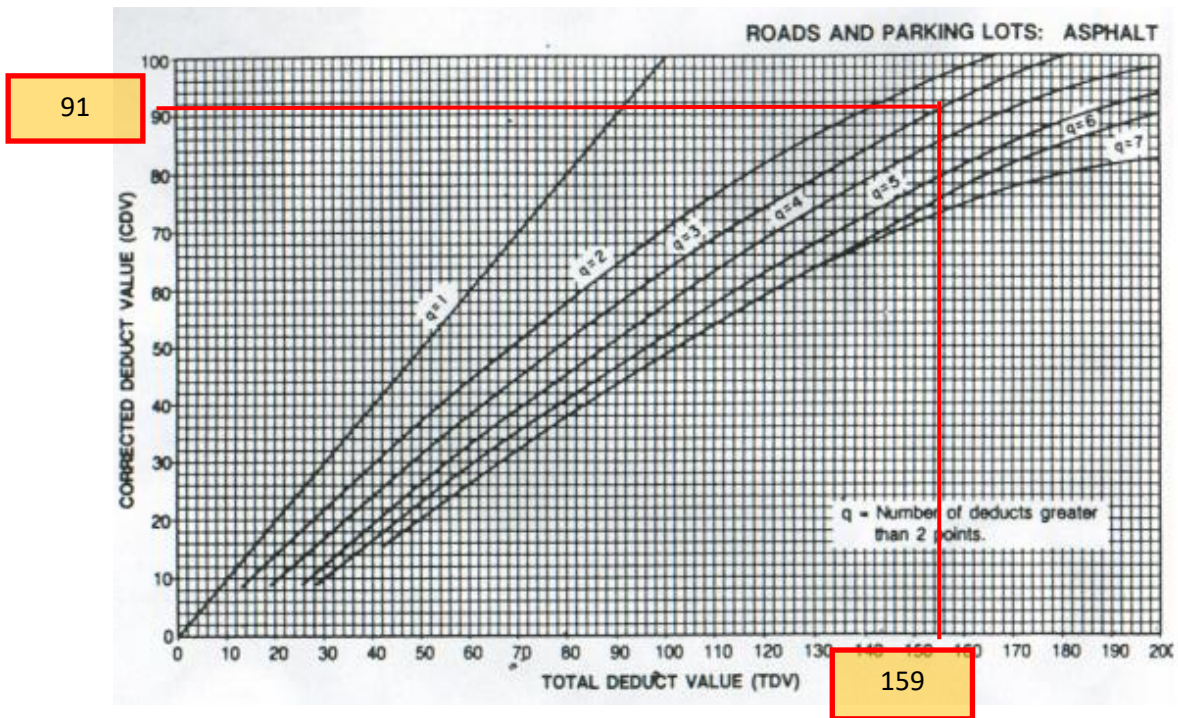
Huecos



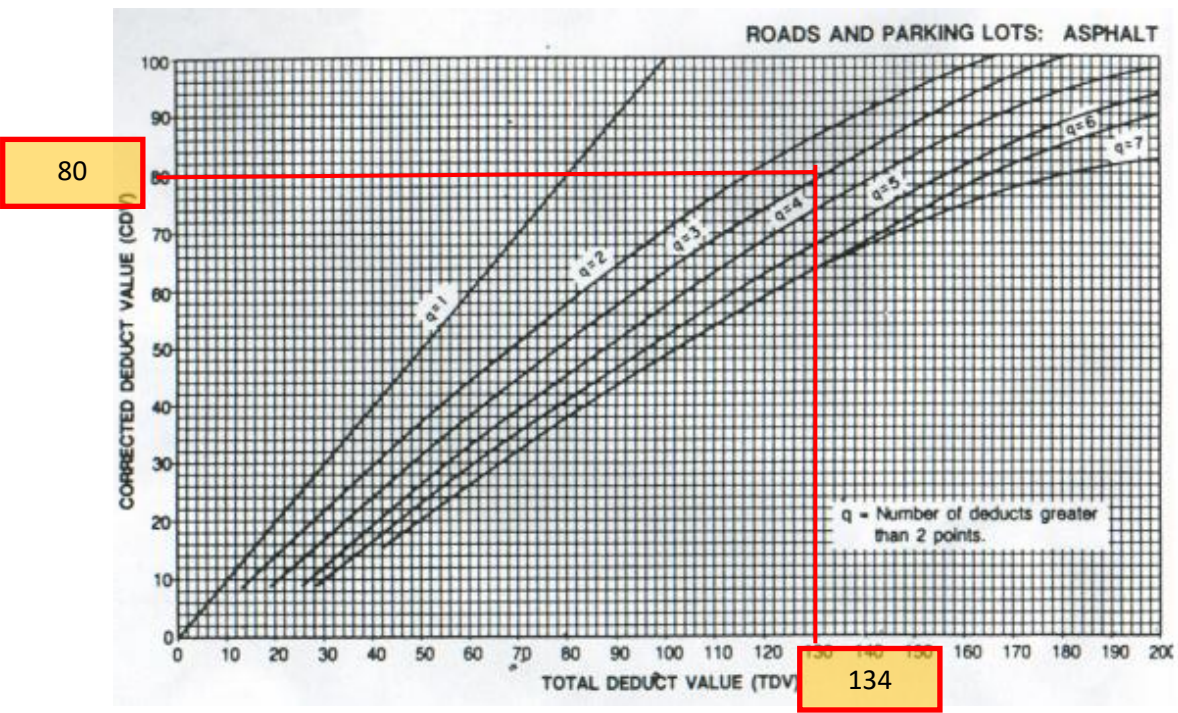
Valor Deducido Corregido 1



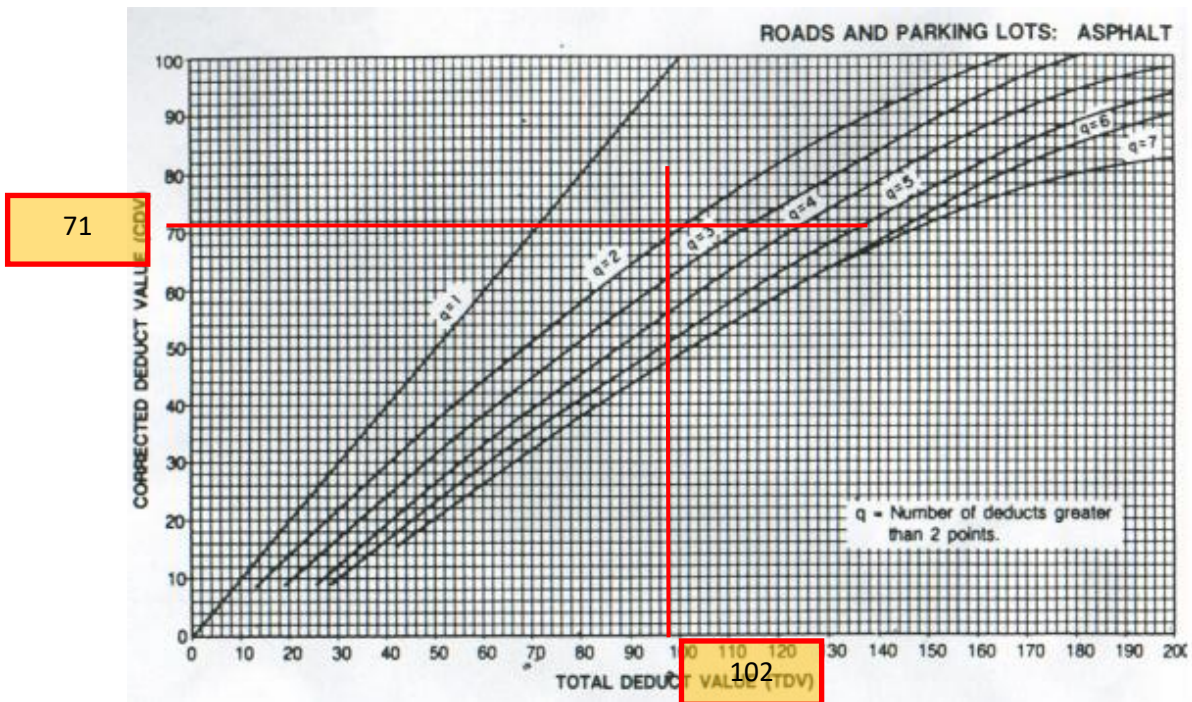
Valor Deducido Corregido 2



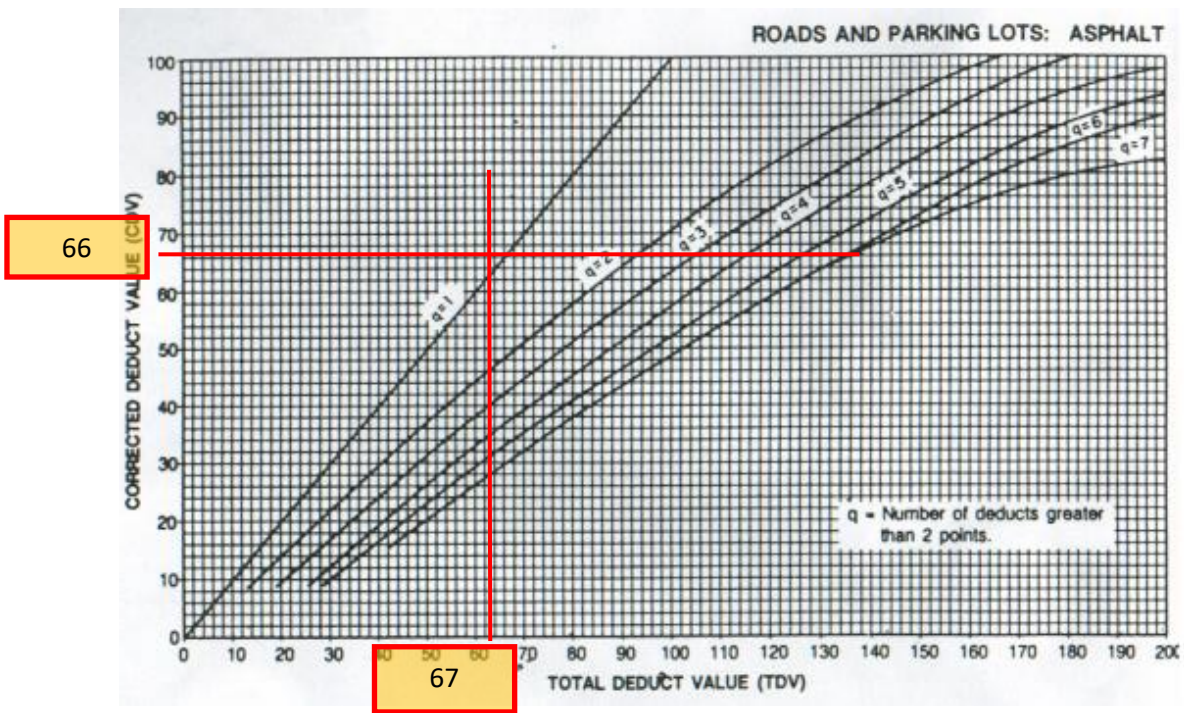
Valor Deducido Corregido 3



Valor Deducido Corregido 4

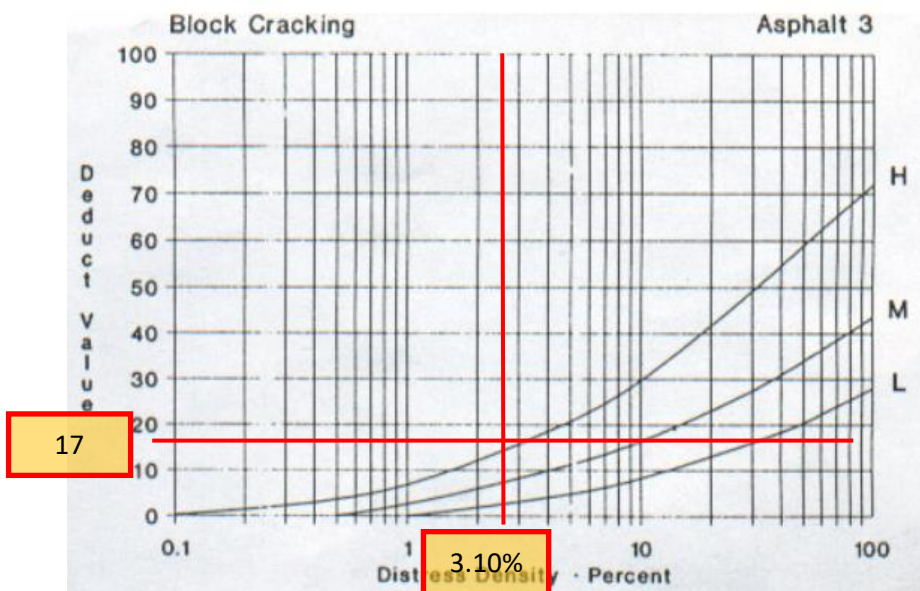
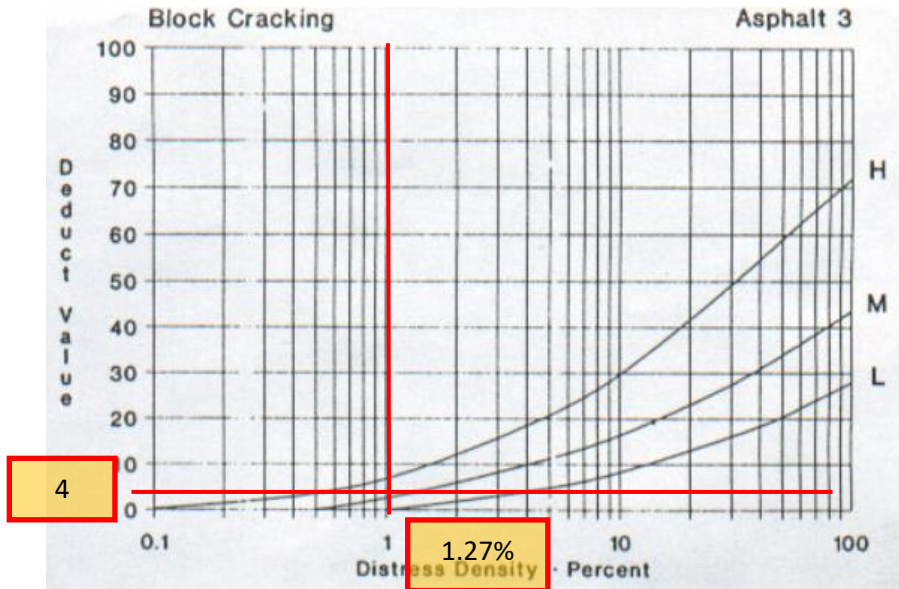


Valor Deducido Corregido 5

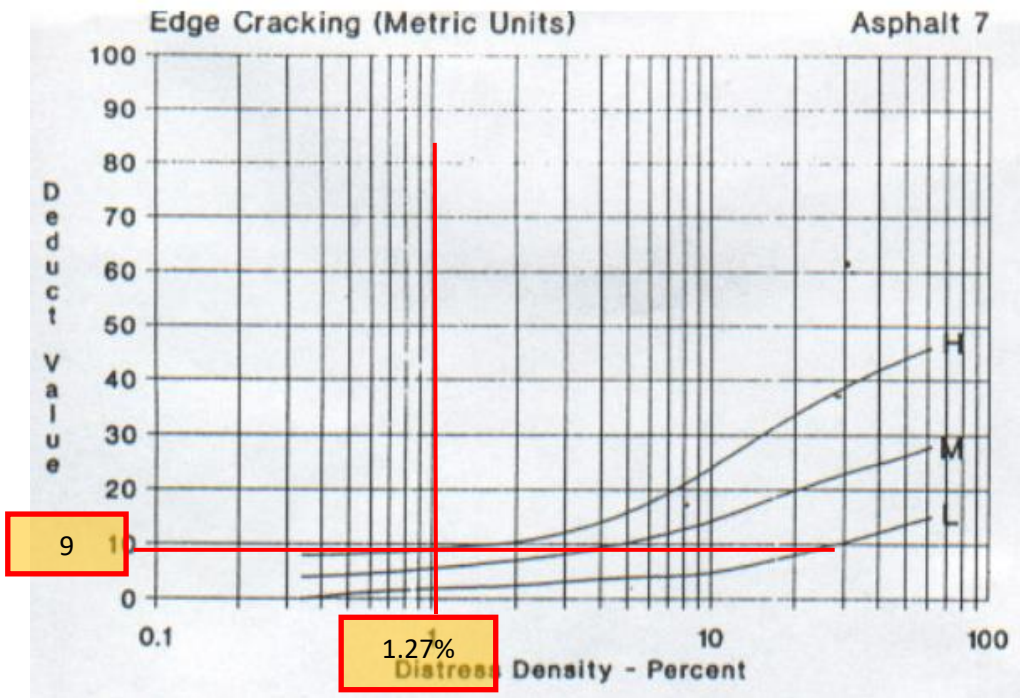


Muestra M11

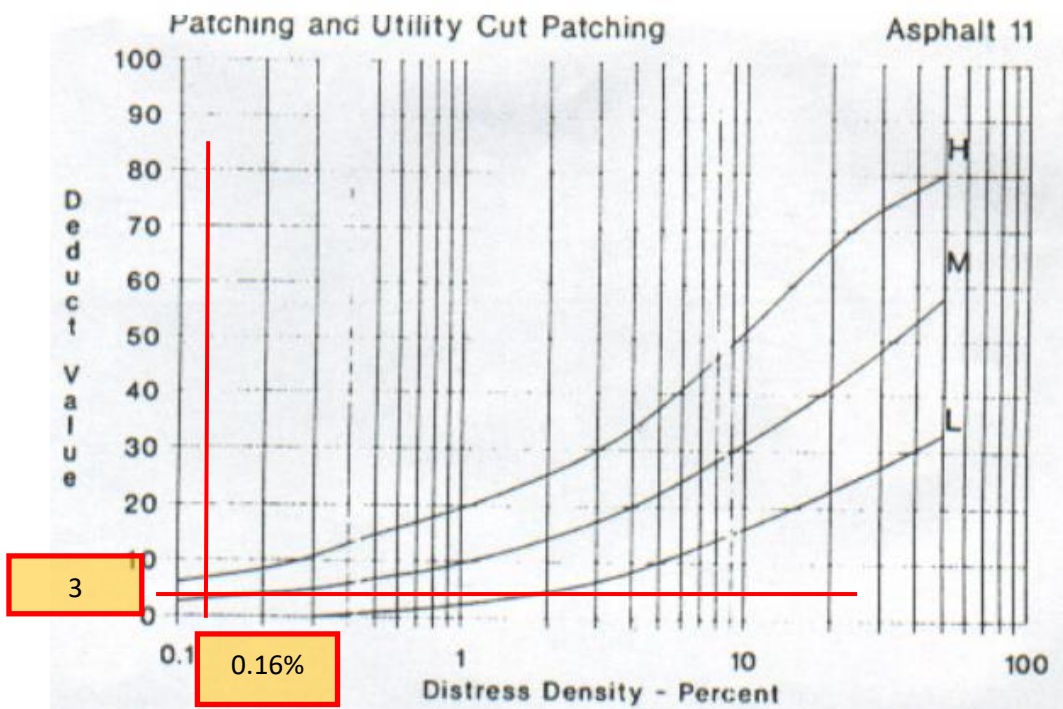
Agrietamiento en bloque



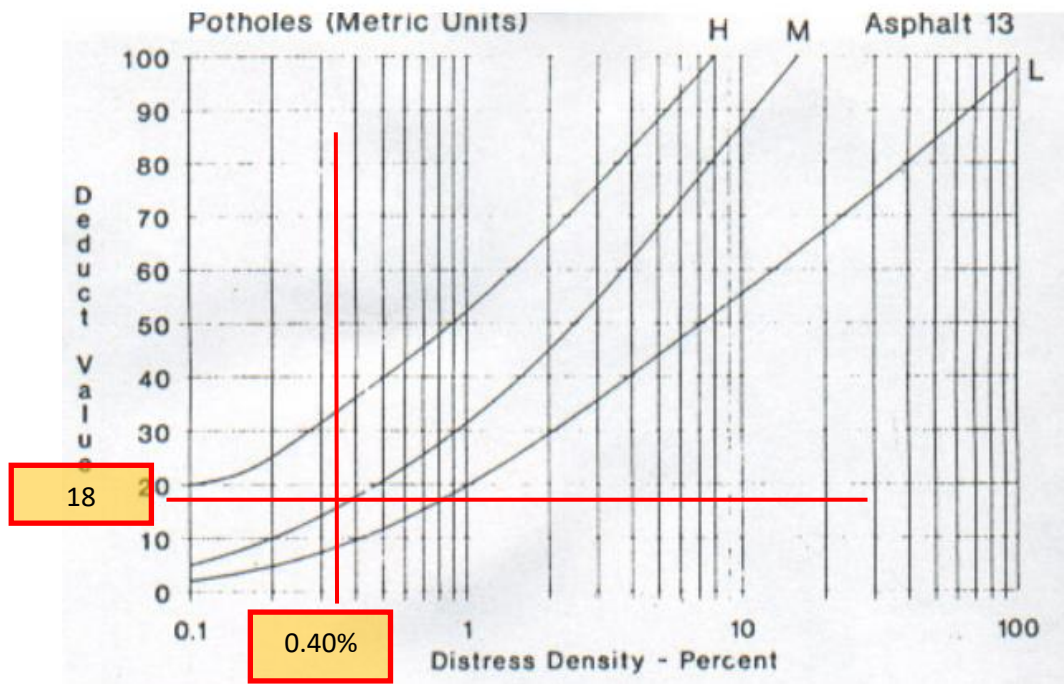
Grieta de borde



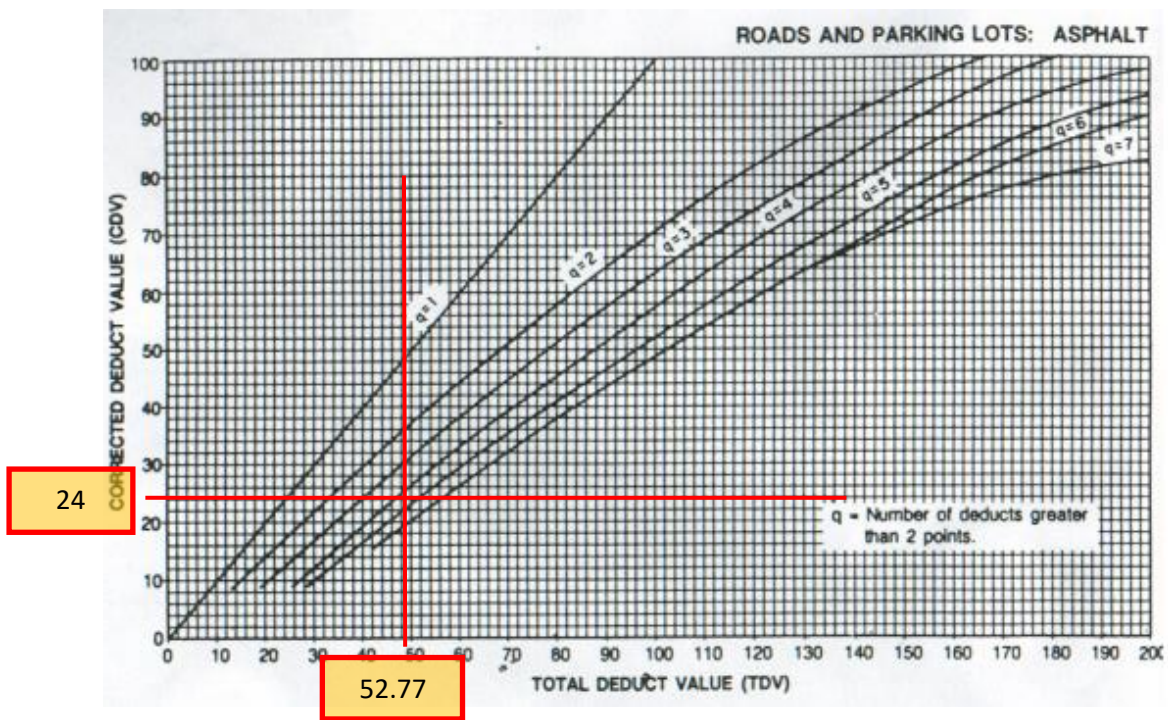
Parqueo



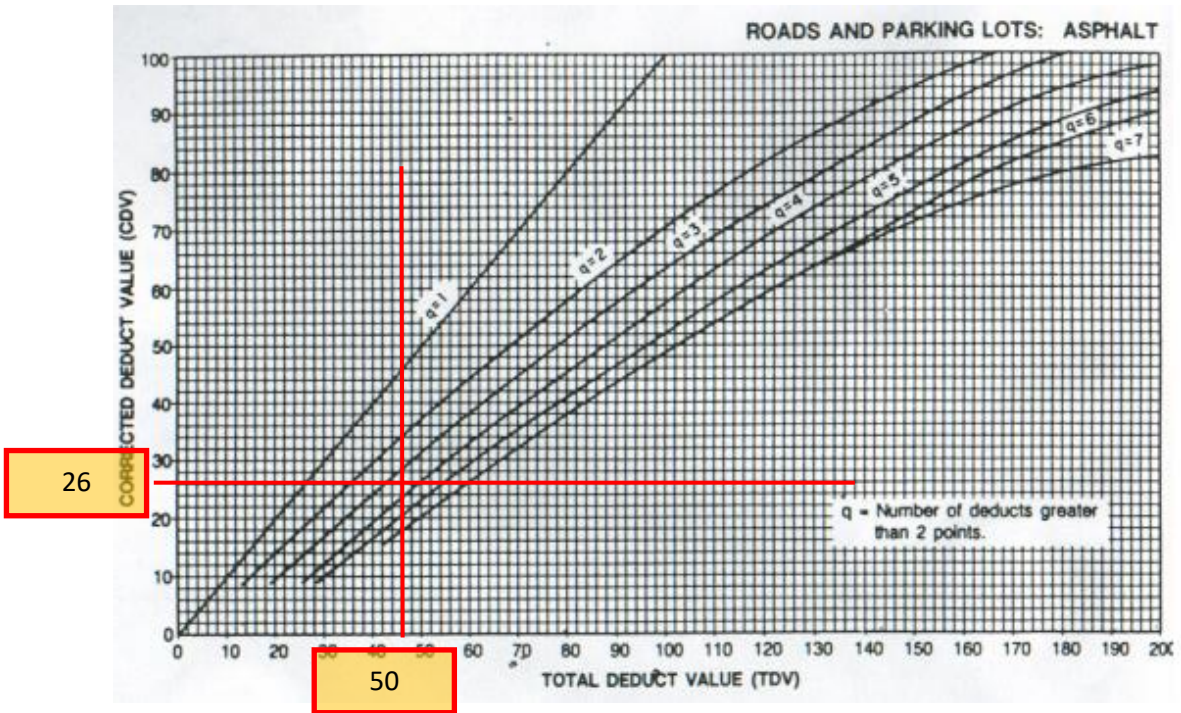
Huecos



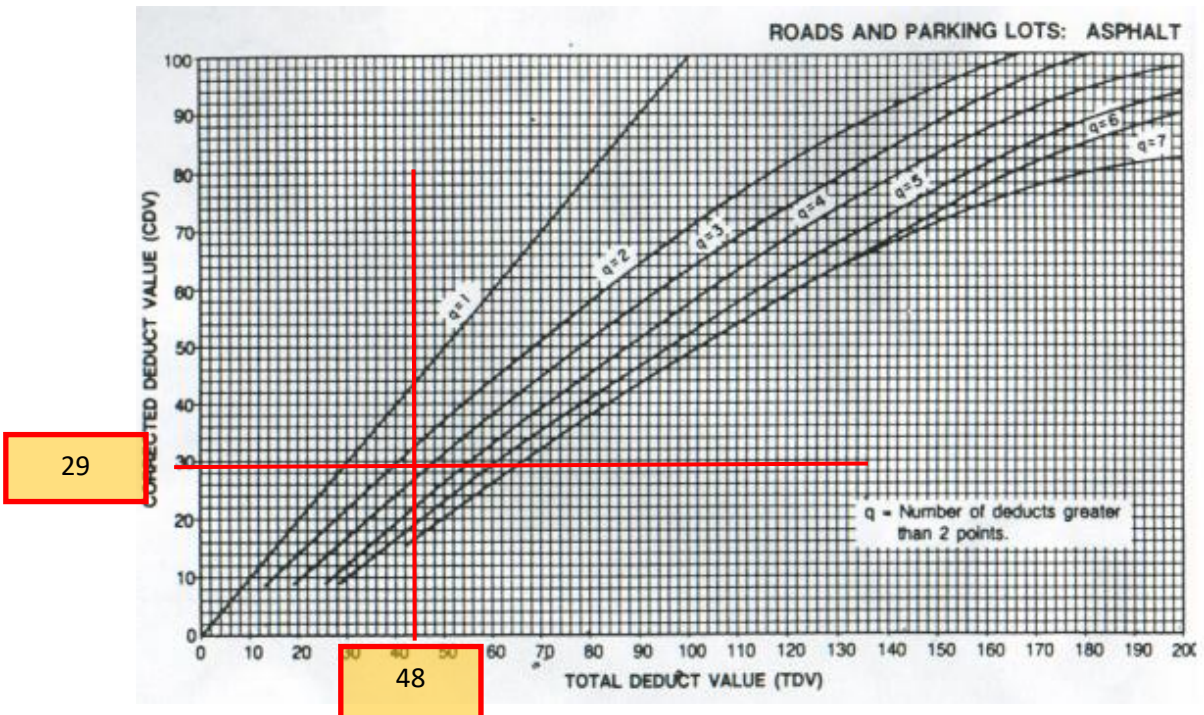
Valor Deducido Corregido 1



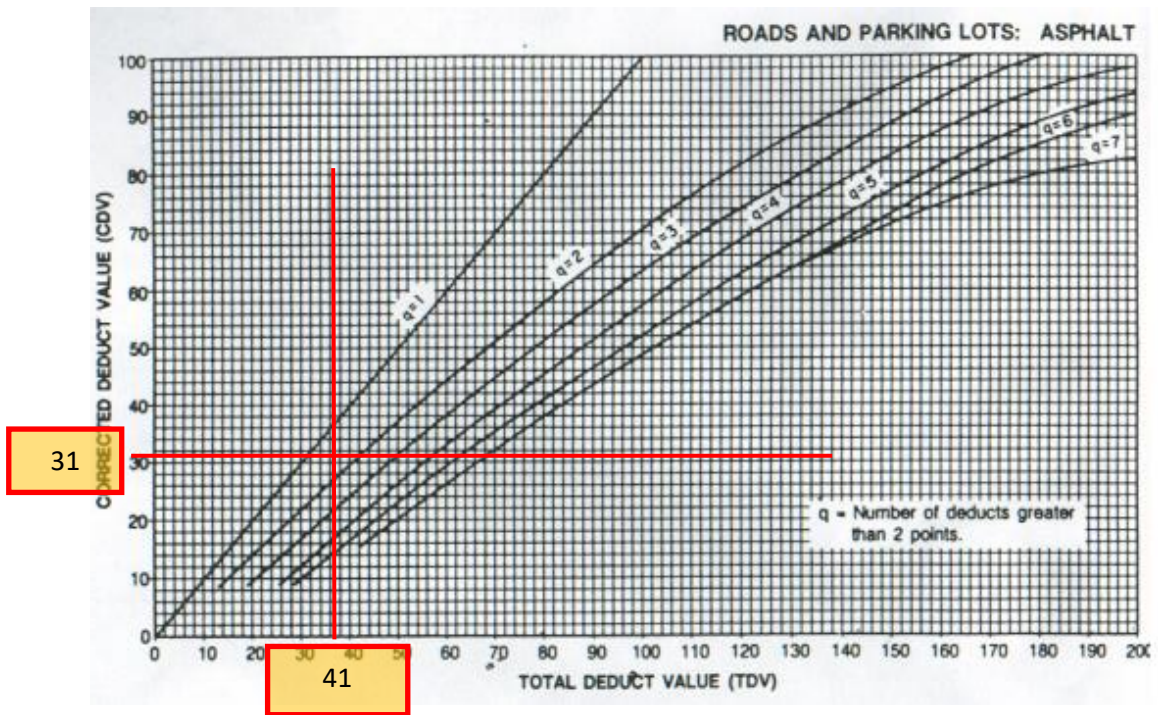
Valor Deducido Corregido 2



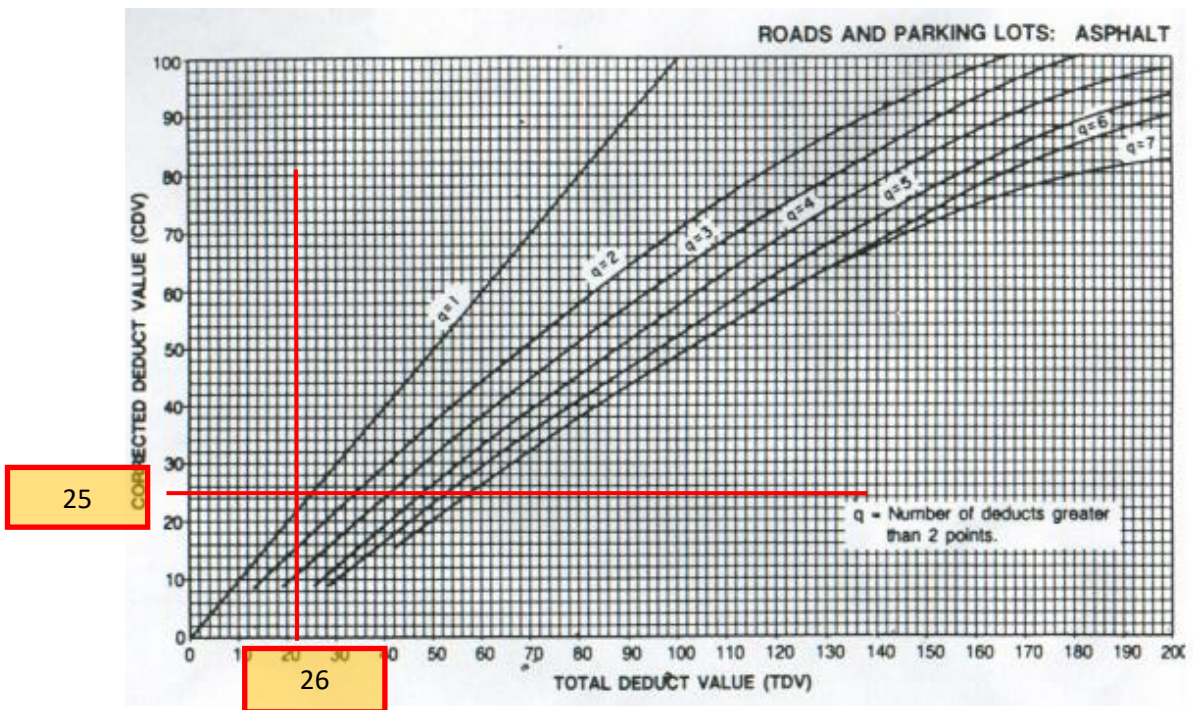
Valor Deducido Corregido 3



Valor Deducido Corregido 4

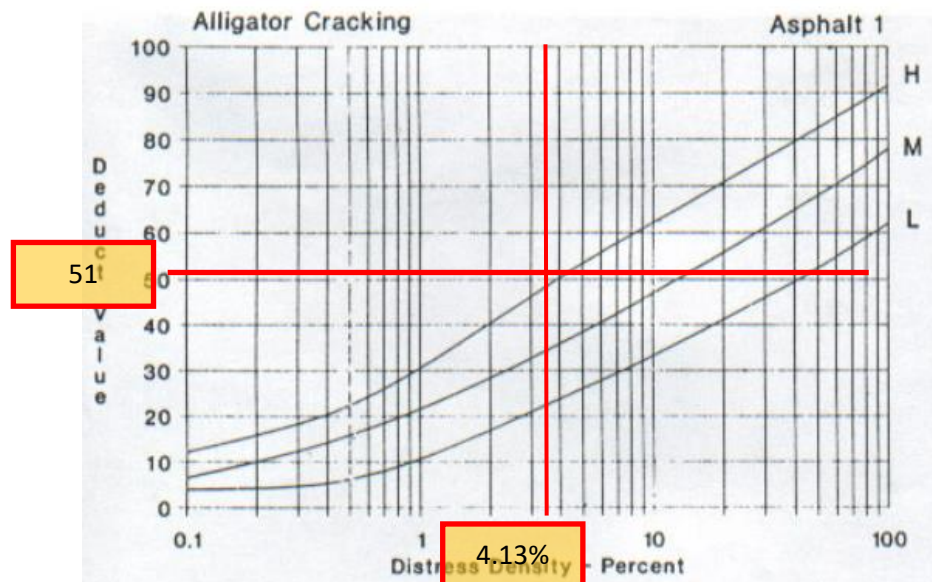
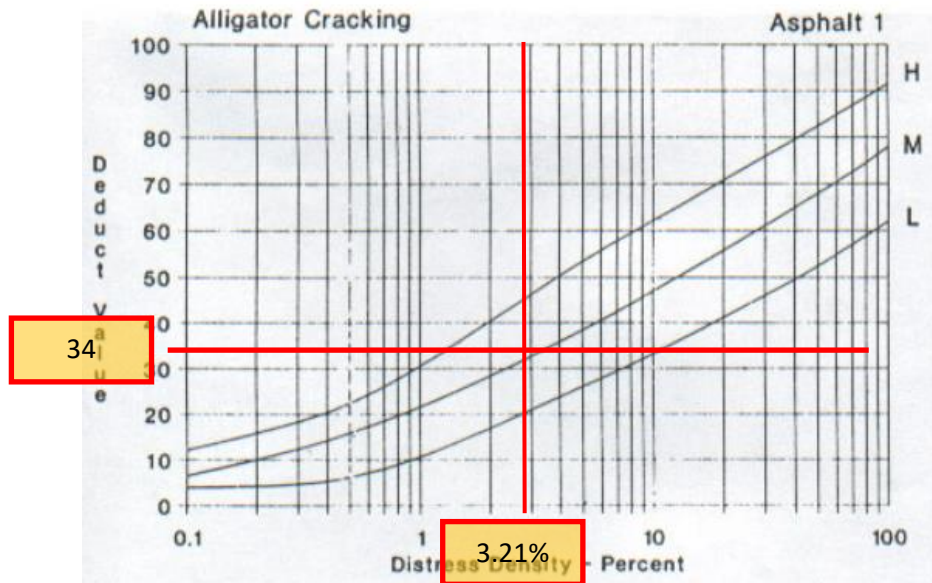


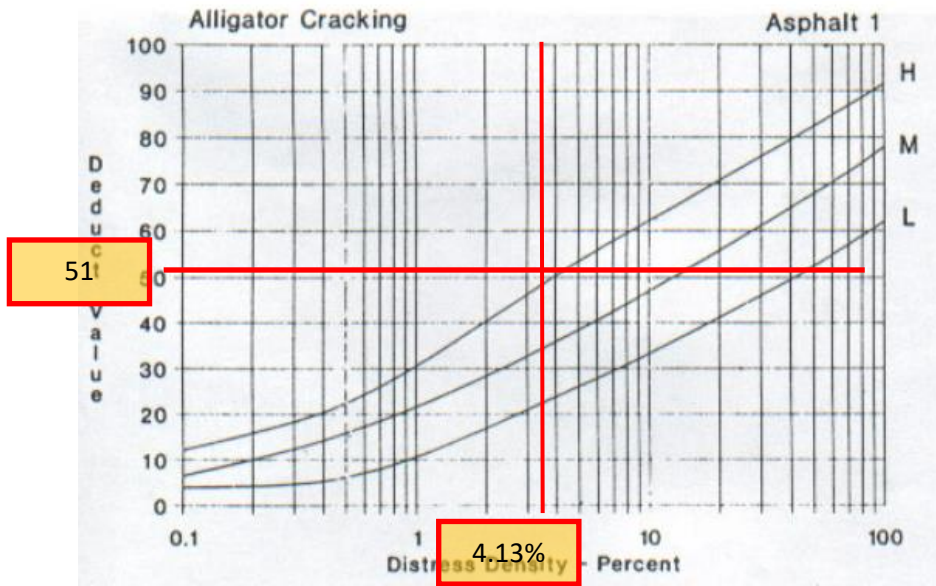
Valor Deducido Corregido 5



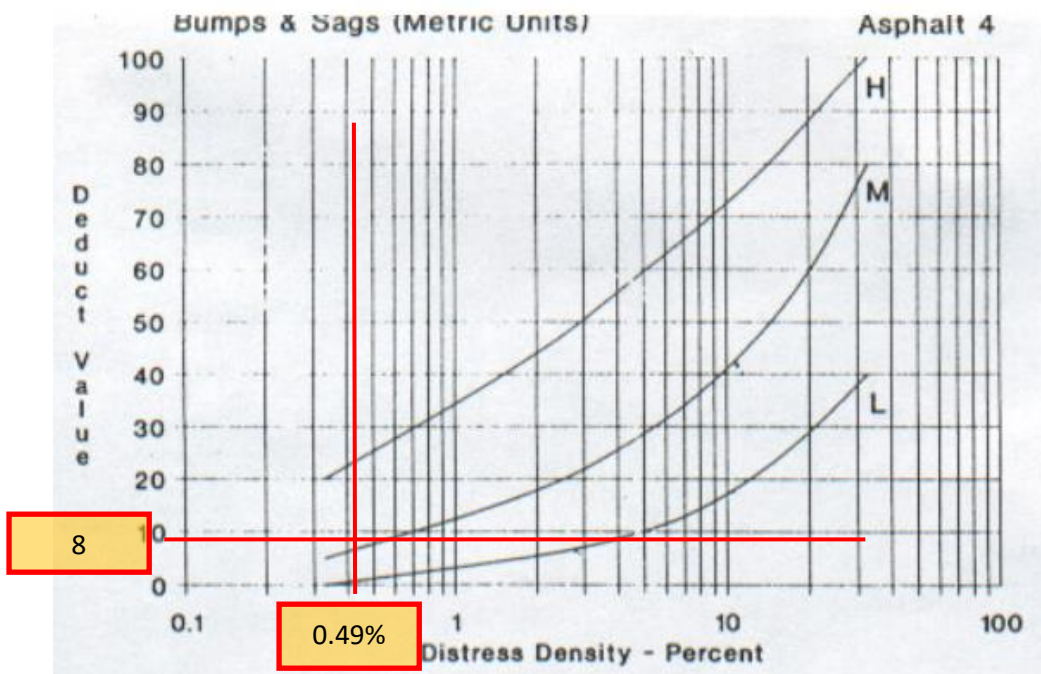
Muestra M12

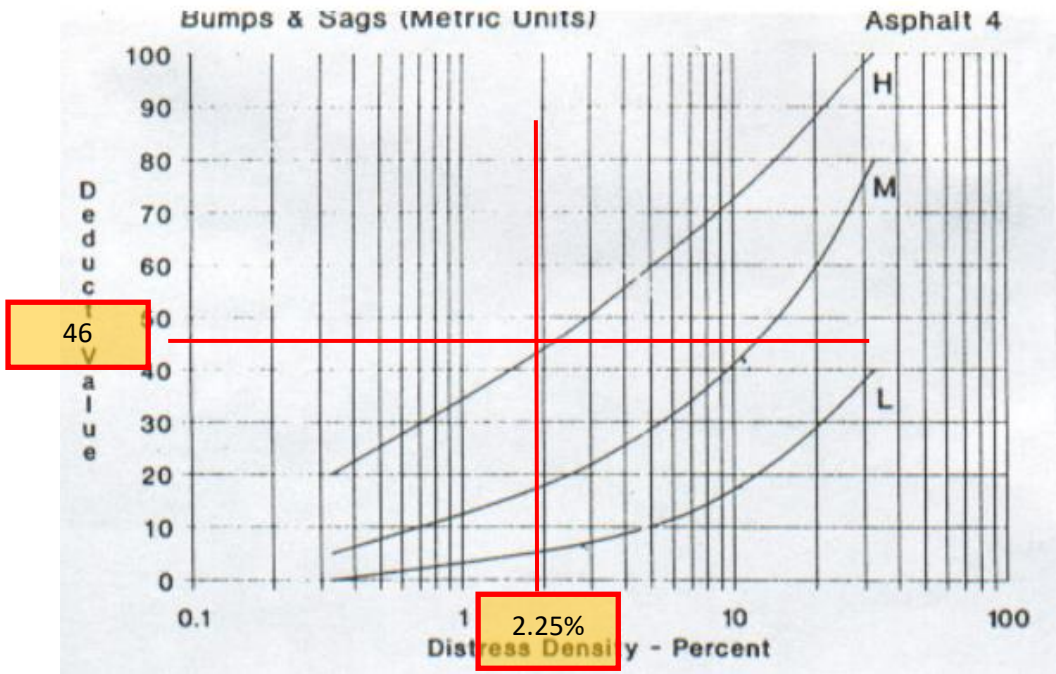
Piel de cocodrilo



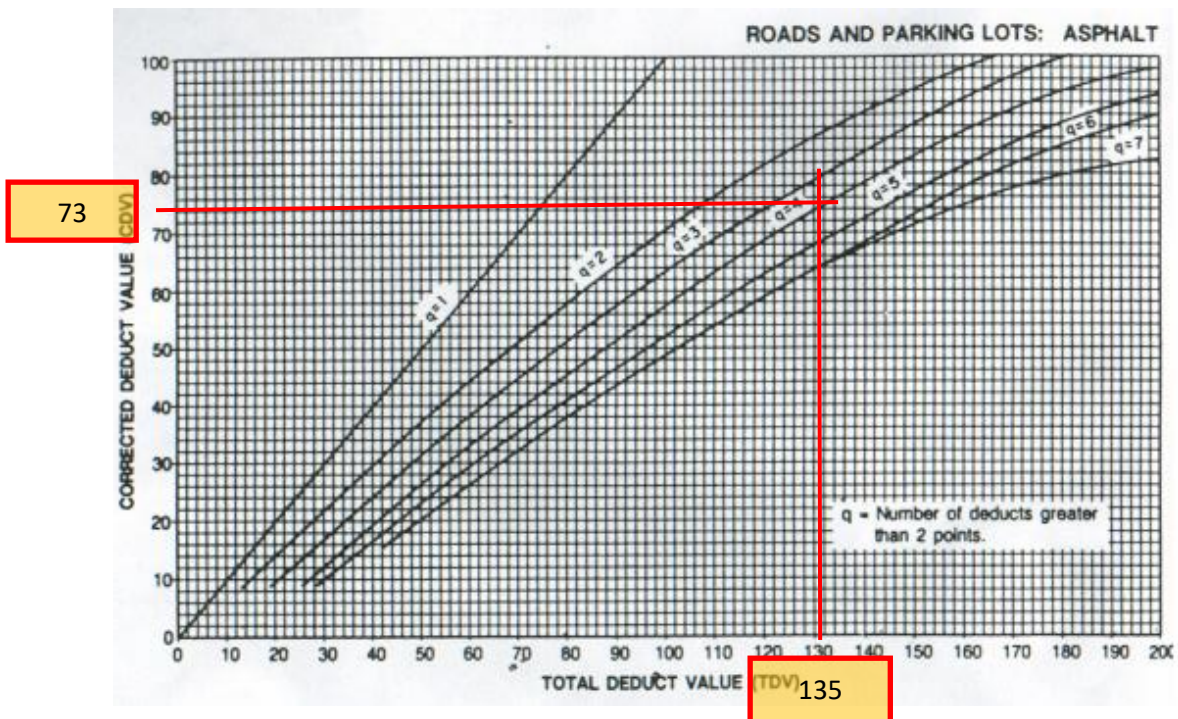


Abultamientos y hundimientos



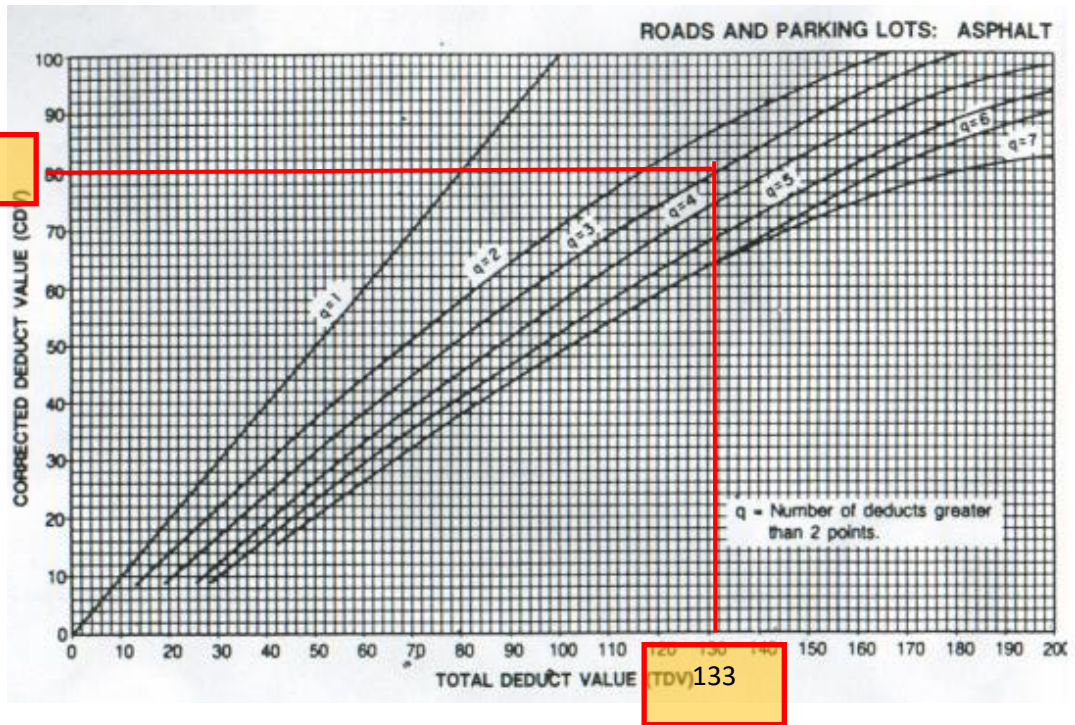


Valor Deducido Corregido 1



Valor Deducido Corregido 2

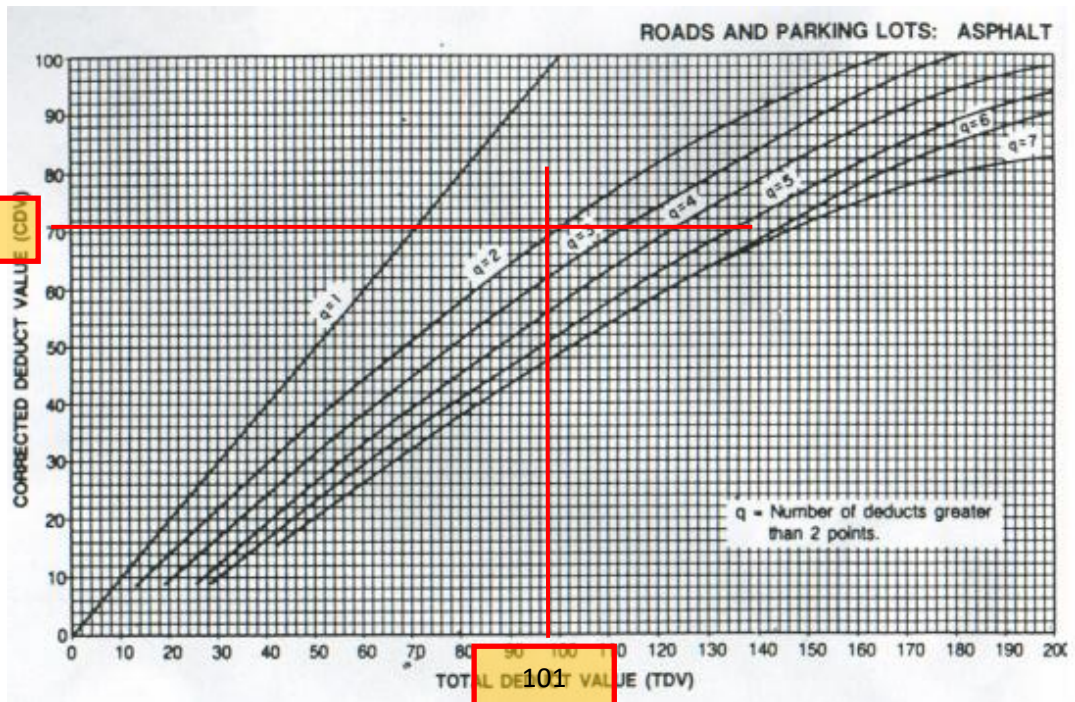
80



133

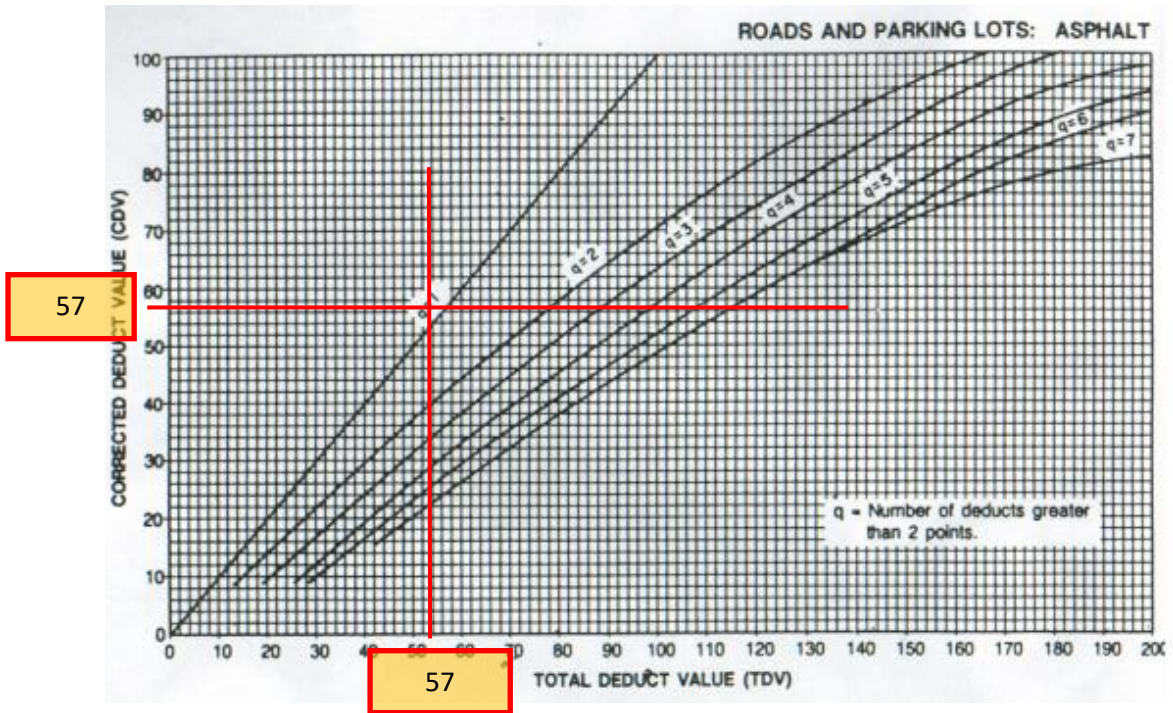
Valor Deducido Corregido 3

71



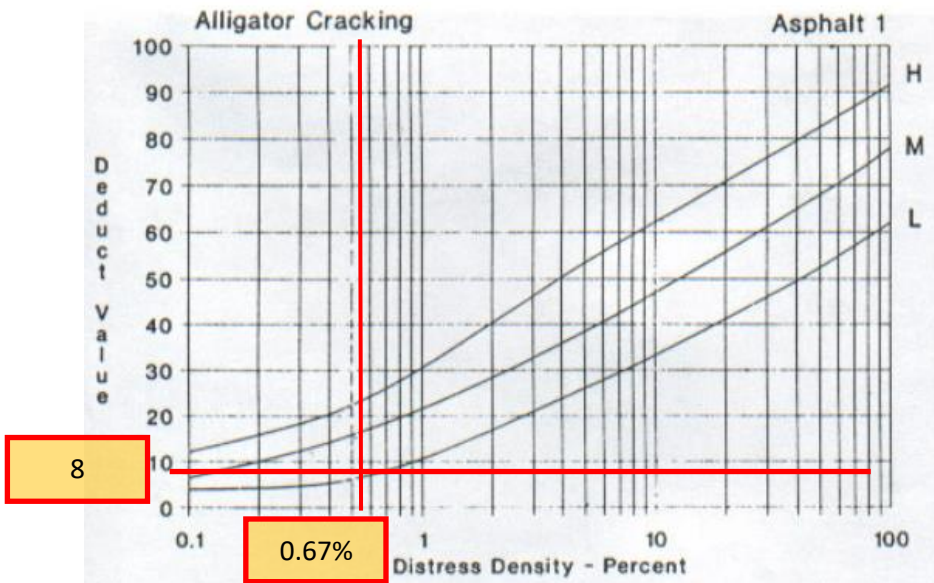
101

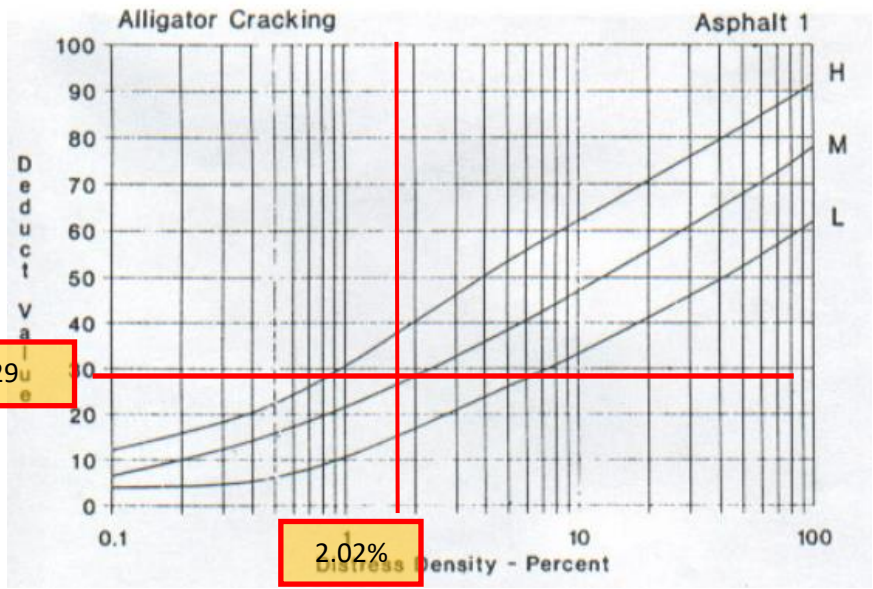
Valor Deducido Corregido 4



Muestra M13

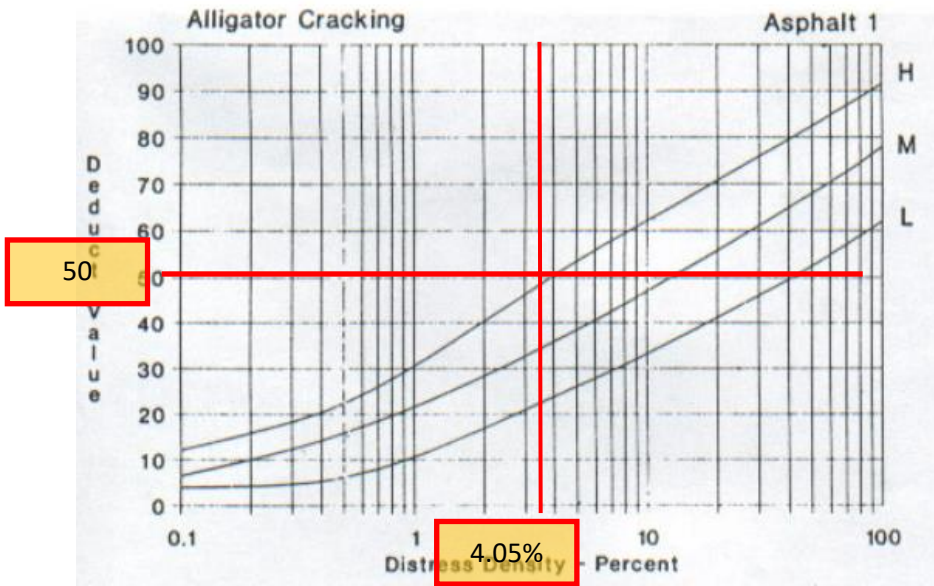
Piel de cocodrilo



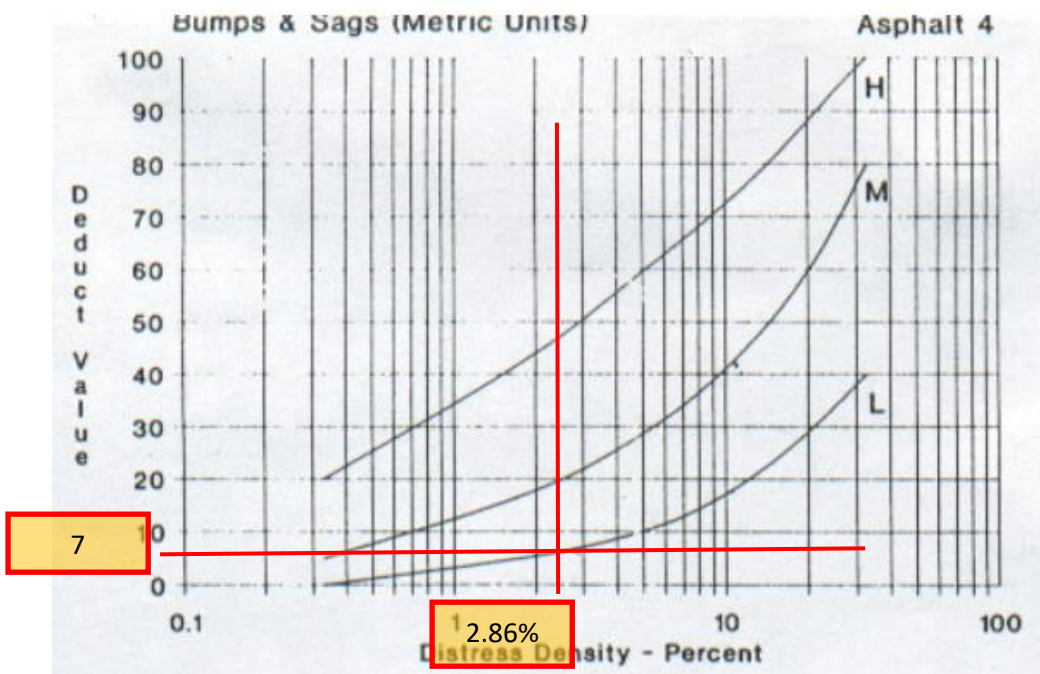


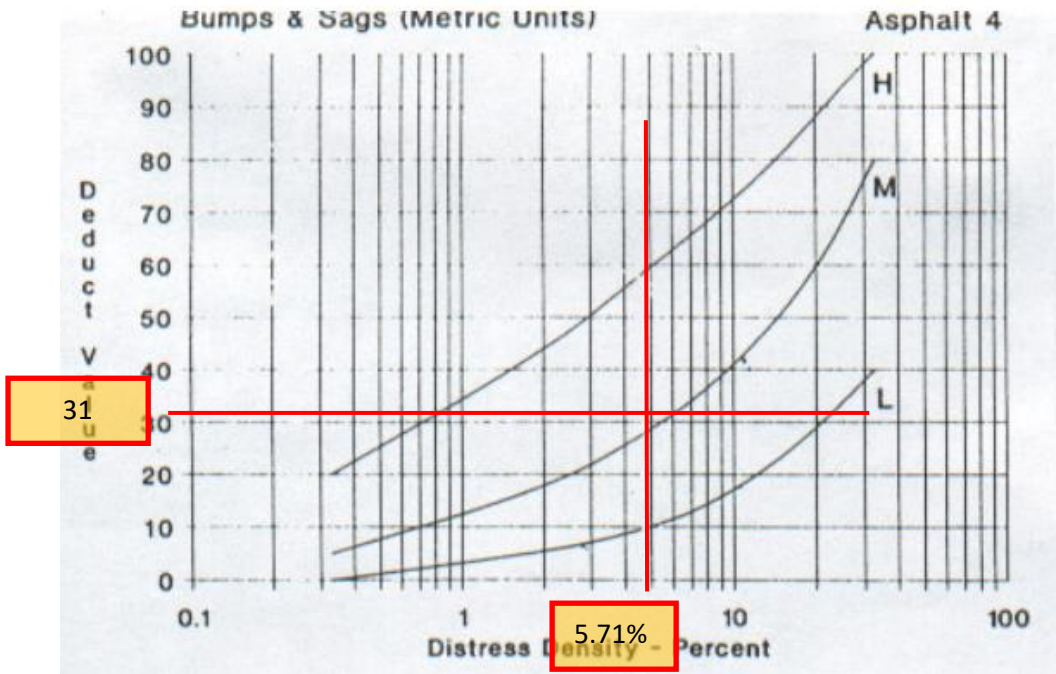
29

2.02%

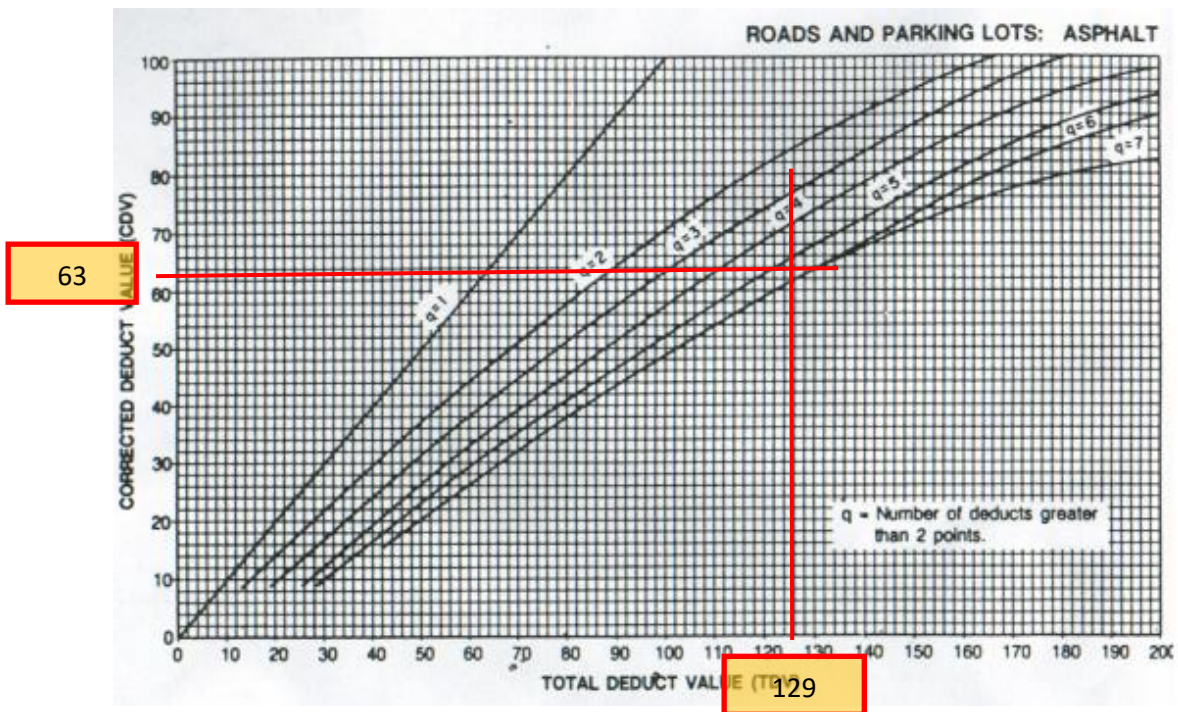


Abultamientos y hundimientos

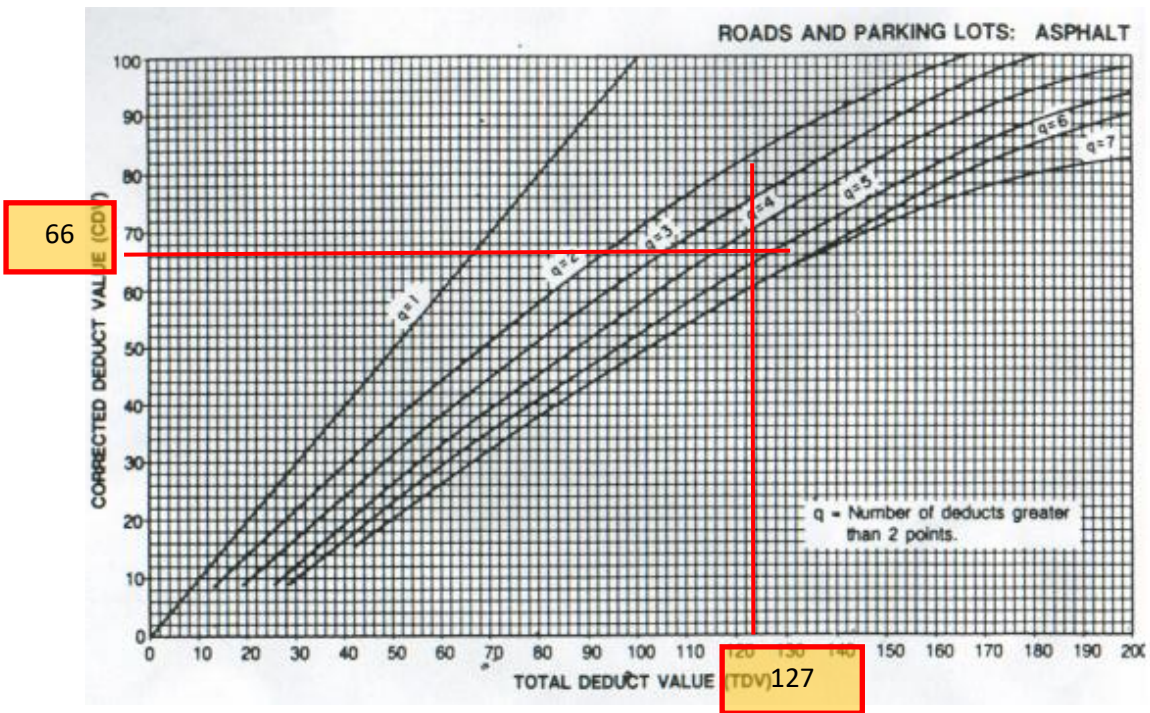




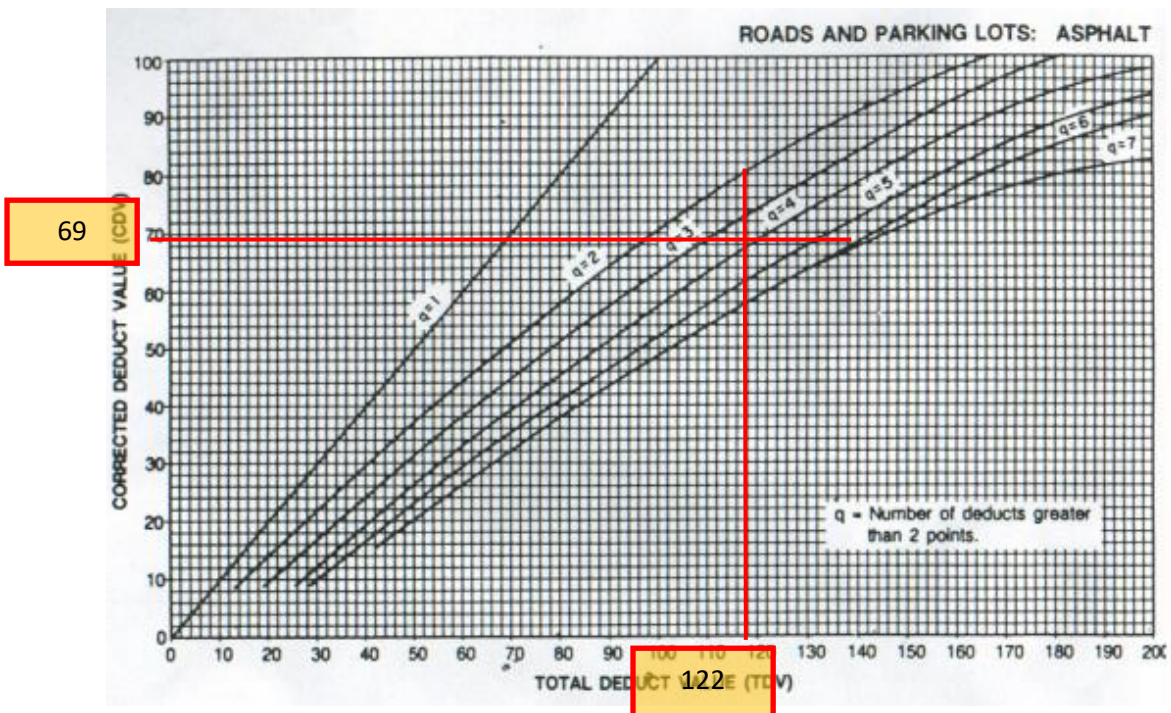
Valor Deducido Corregido 1



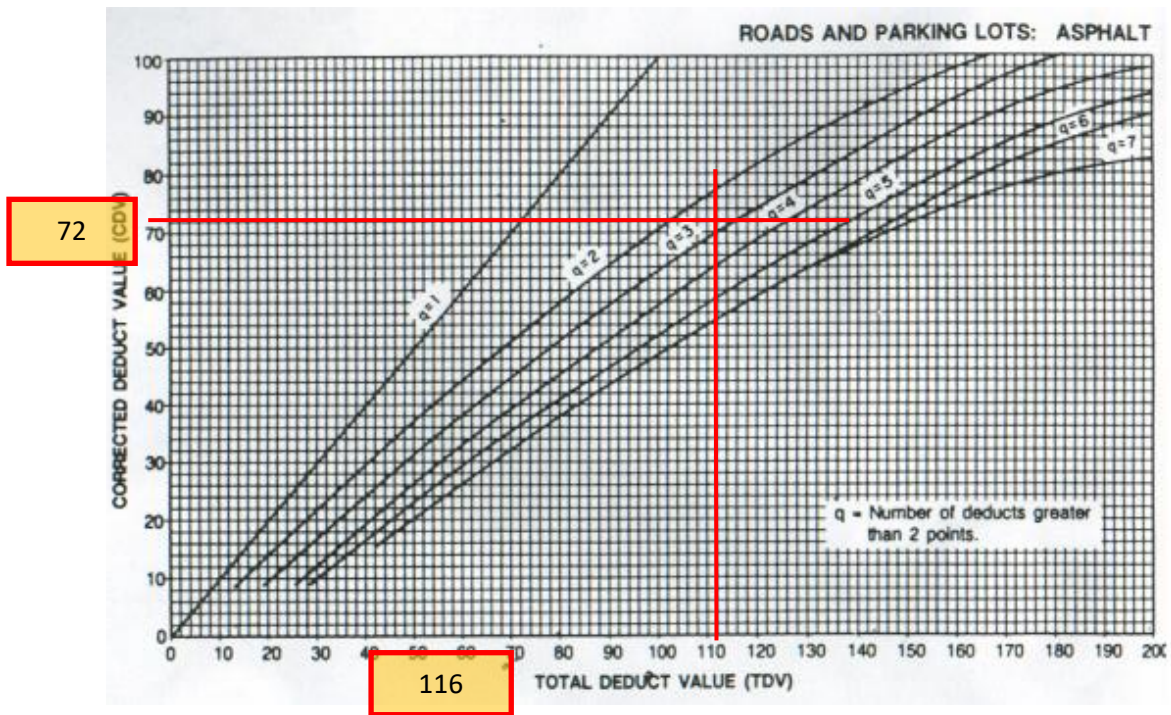
Valor Deducido Corregido 2



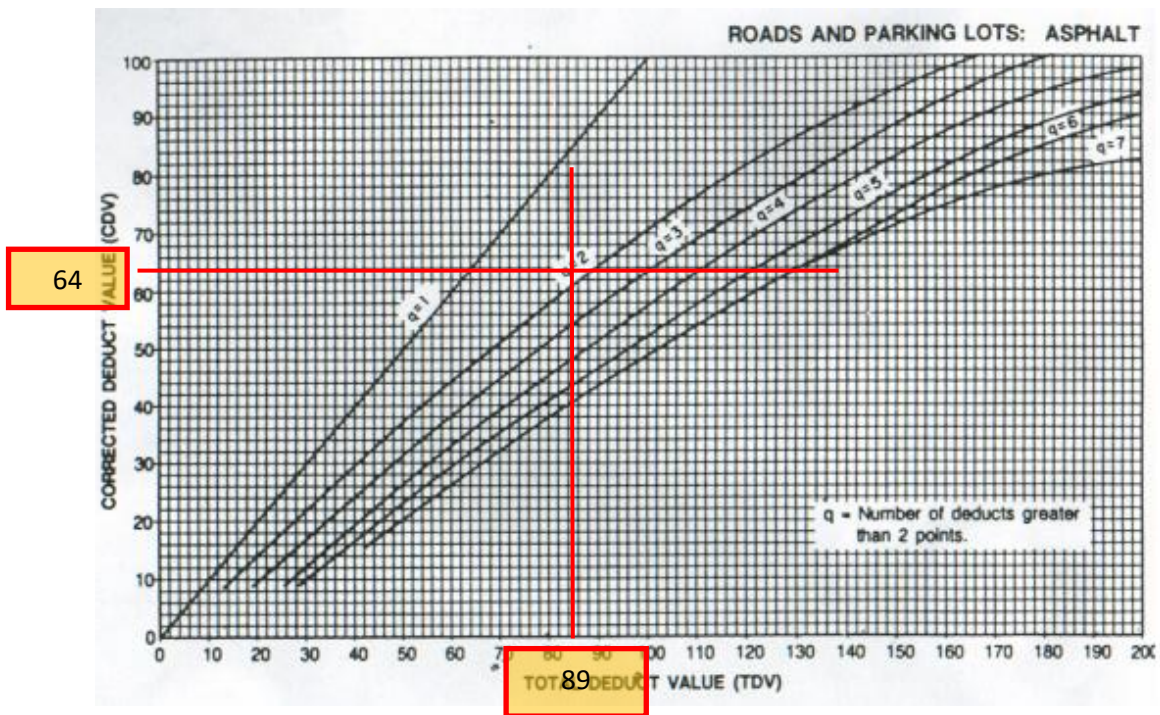
Valor Deducido Corregido 3



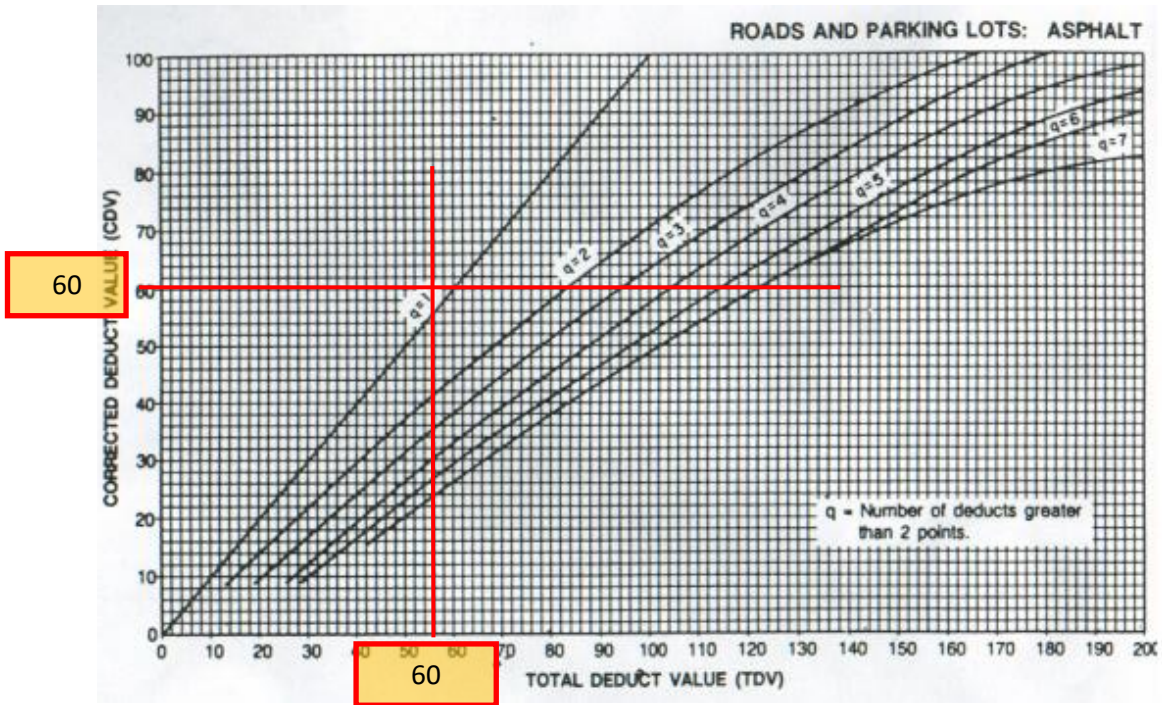
Valor Deducido Corregido 4



Valor Deducido Corregido 5

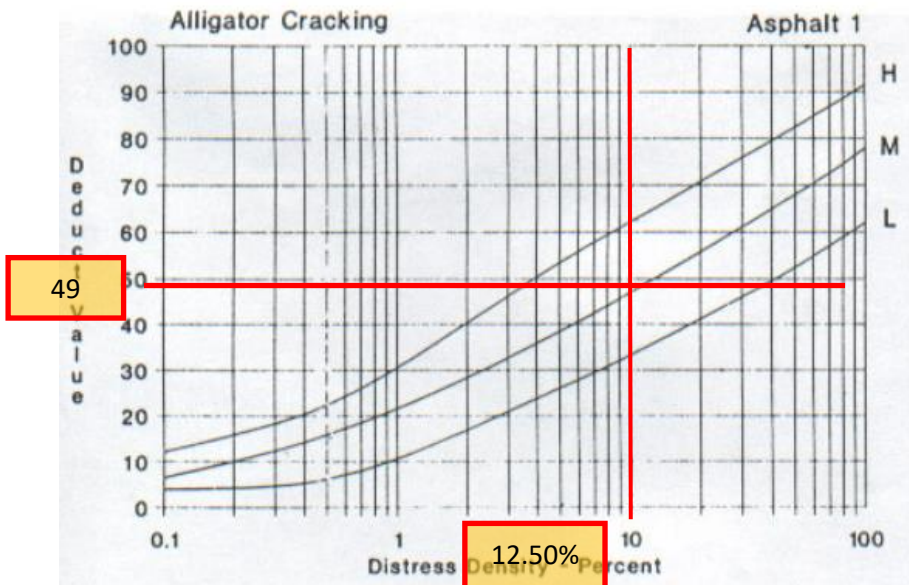


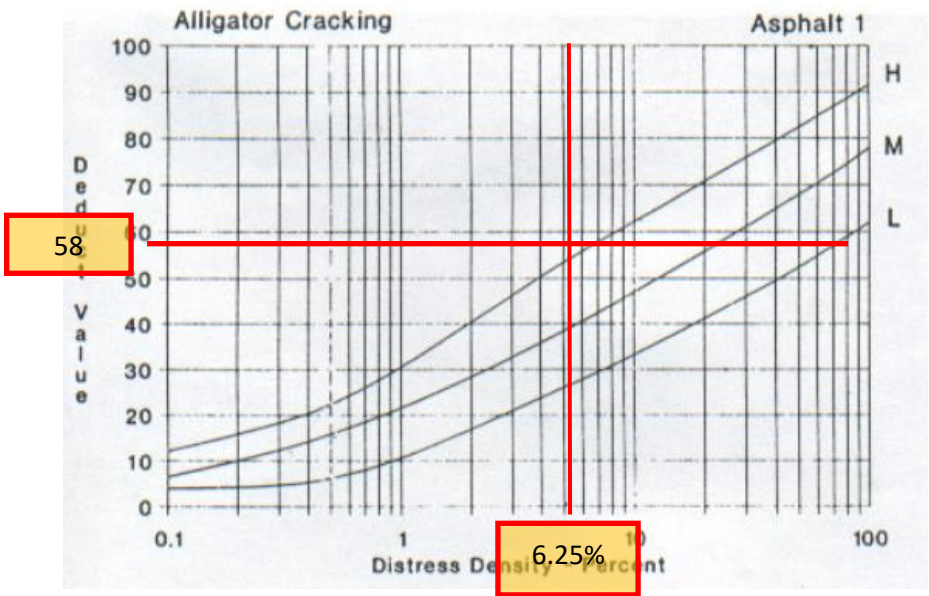
Valor Deducido Corregido 6



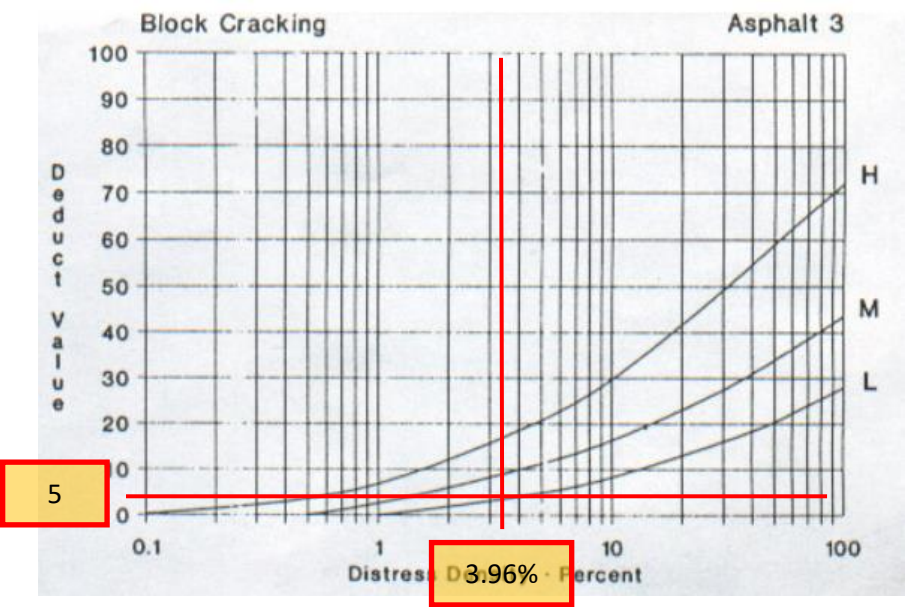
Muestra M14

Piel de cocodrilo

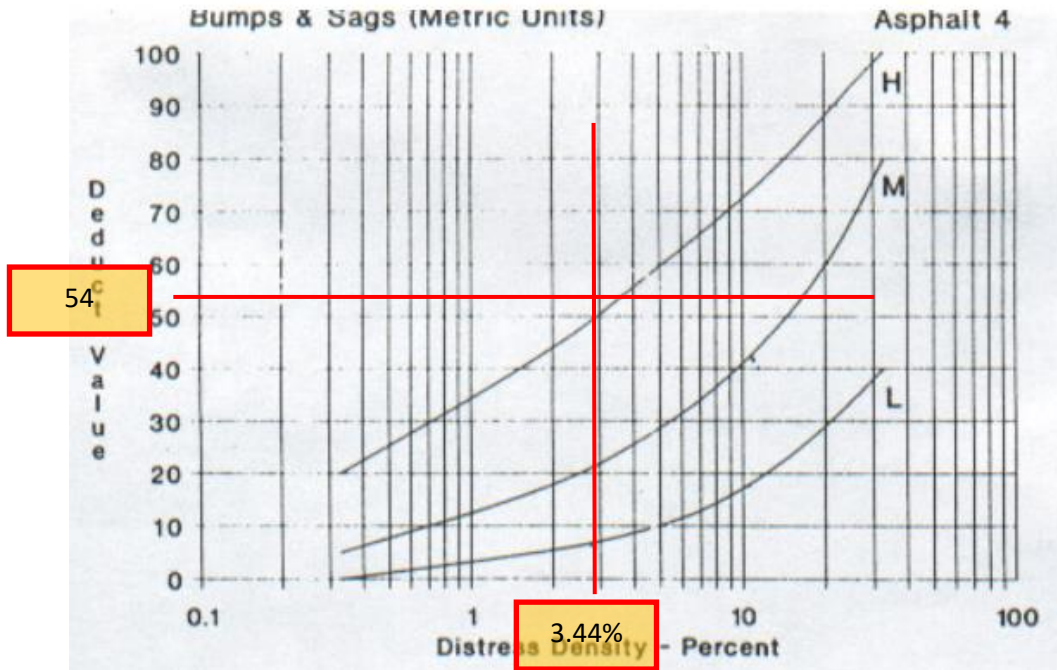




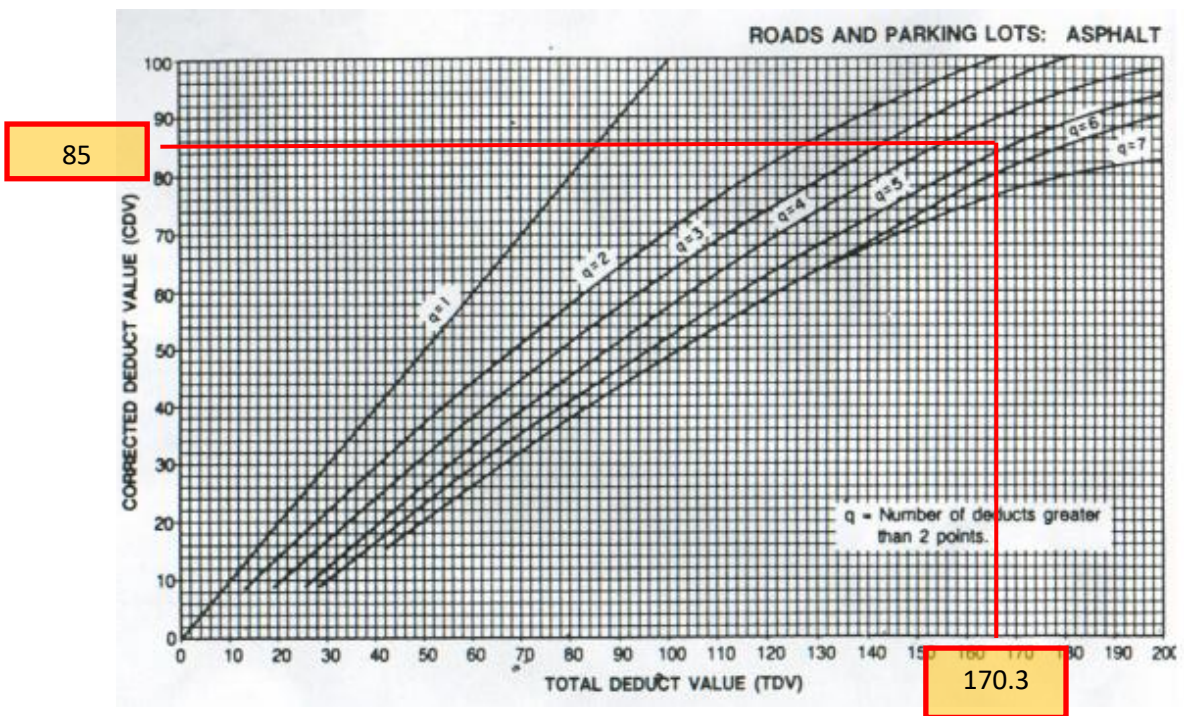
Agrietamiento en bloque



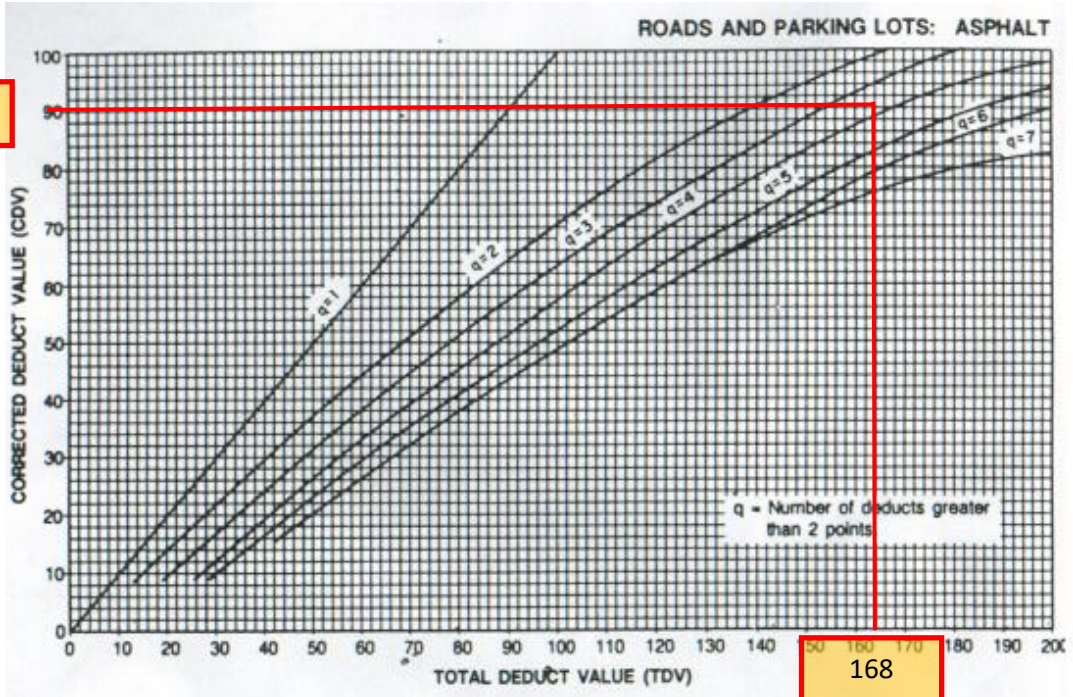
Abultamientos y hundimientos



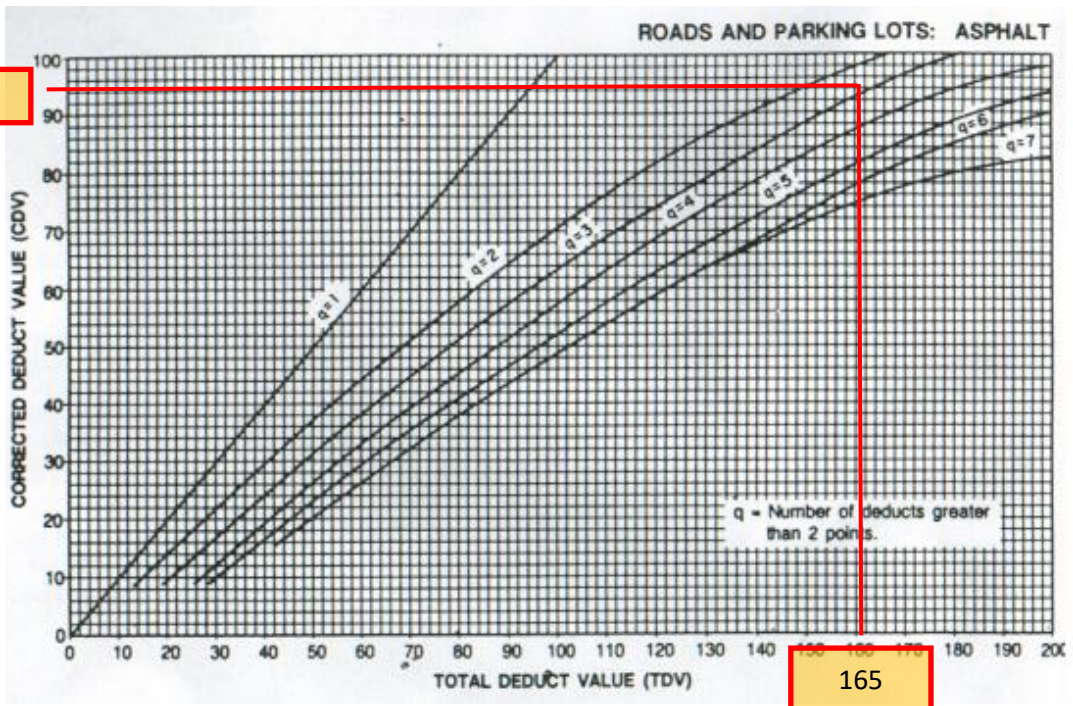
Valor Deducido Corregido 1



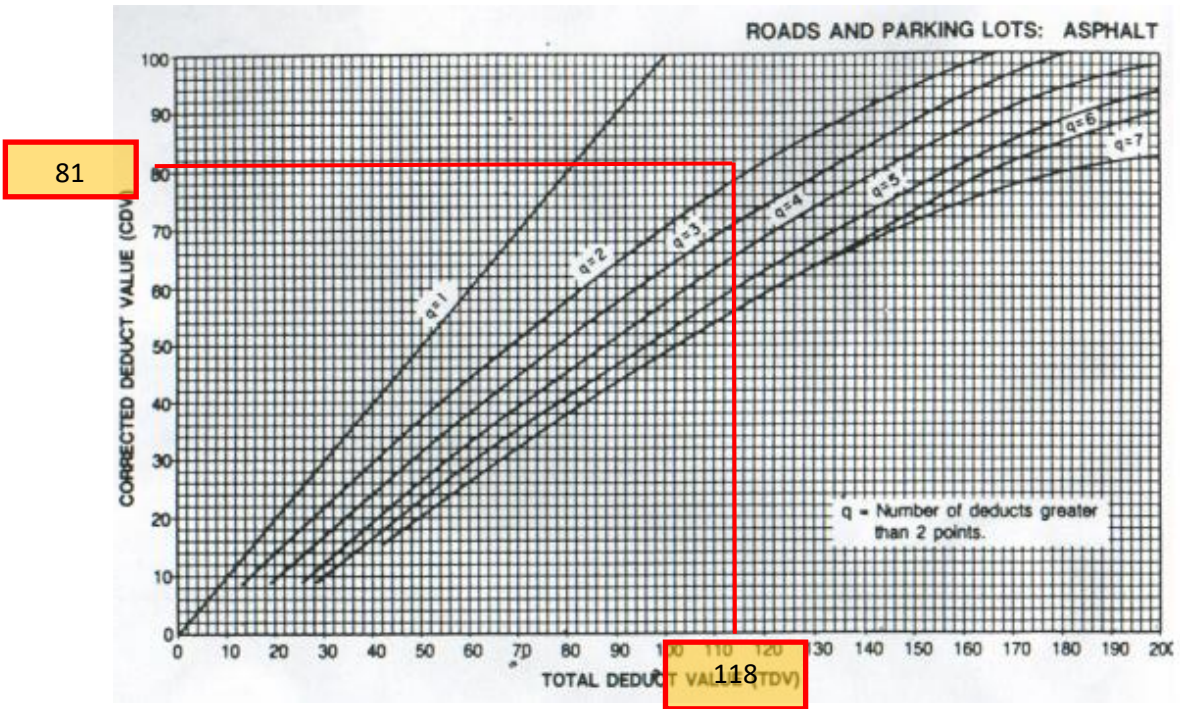
Valor Deducido Corregido 2



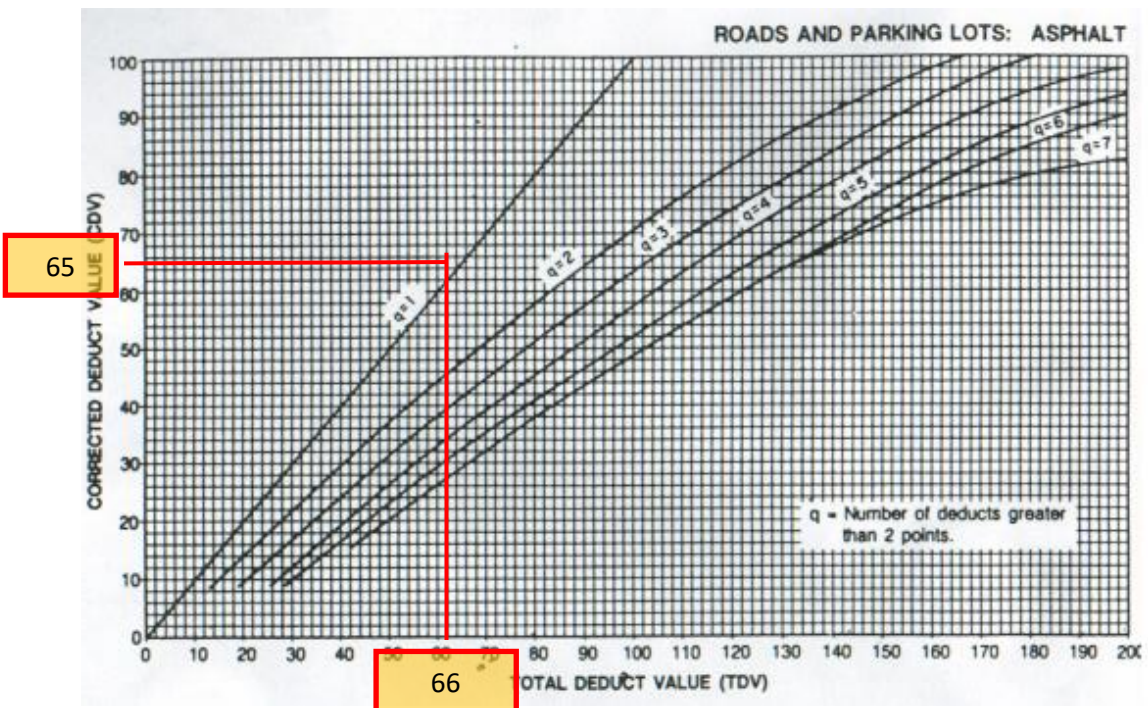
Valor Deducido Corregido 3



Valor Deducido Corregido 4

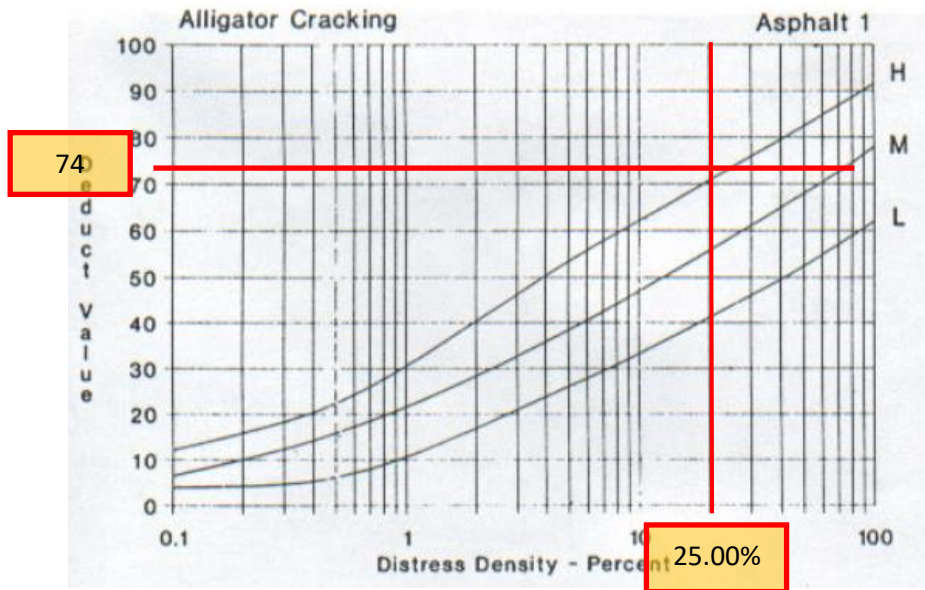


Valor Deducido Corregido 5

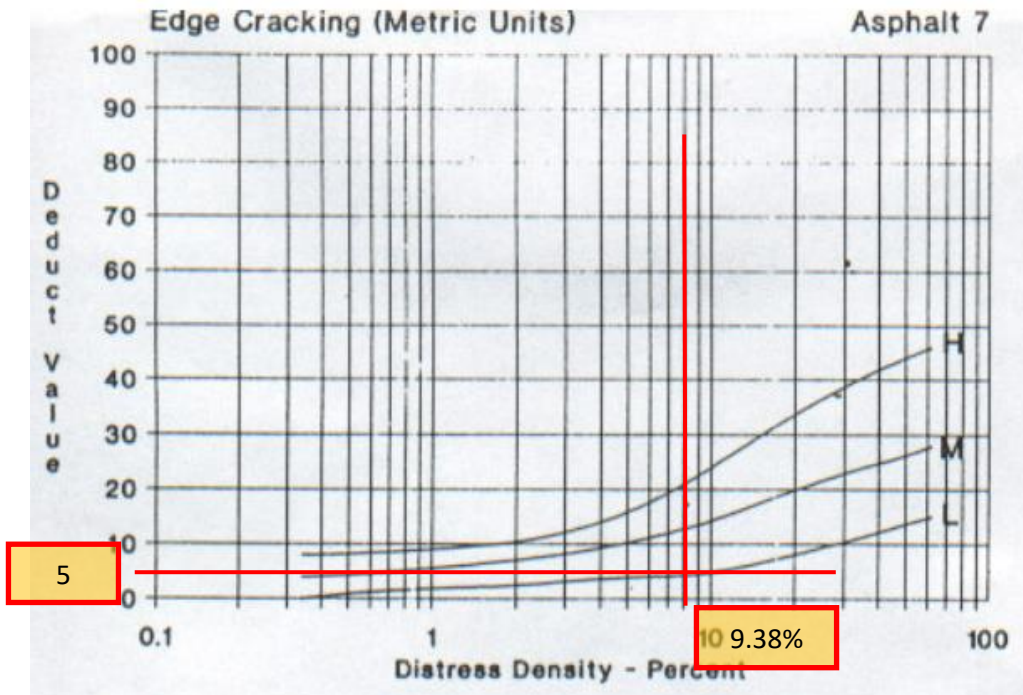


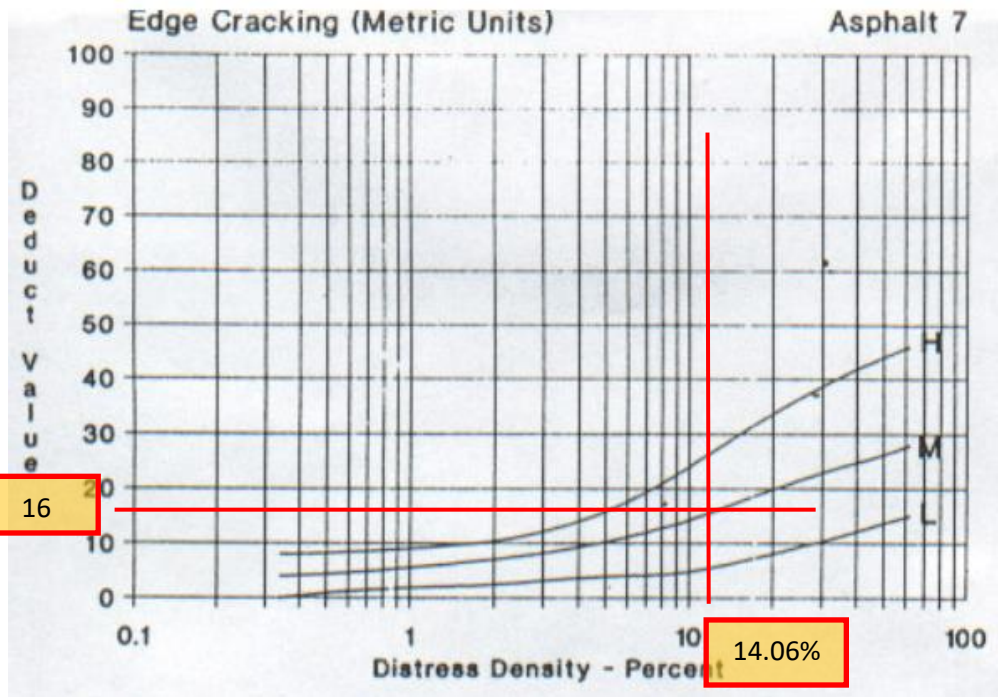
Muestra M15

Piel de cocodrilo

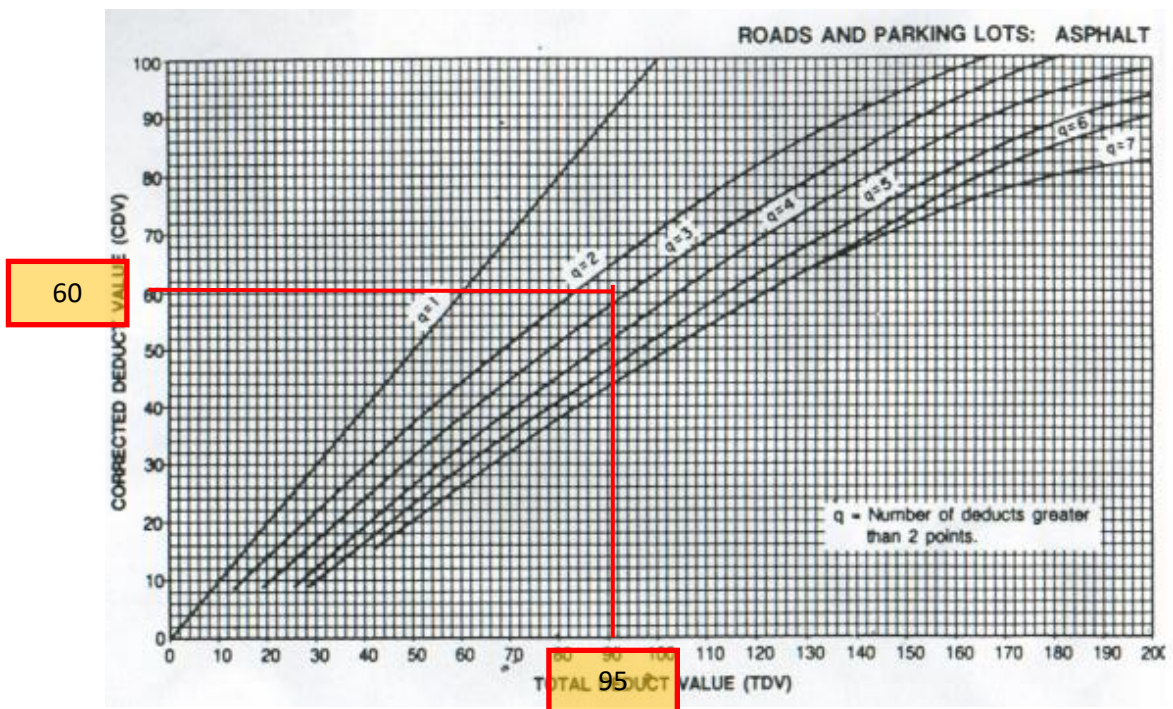


Grieta de borde

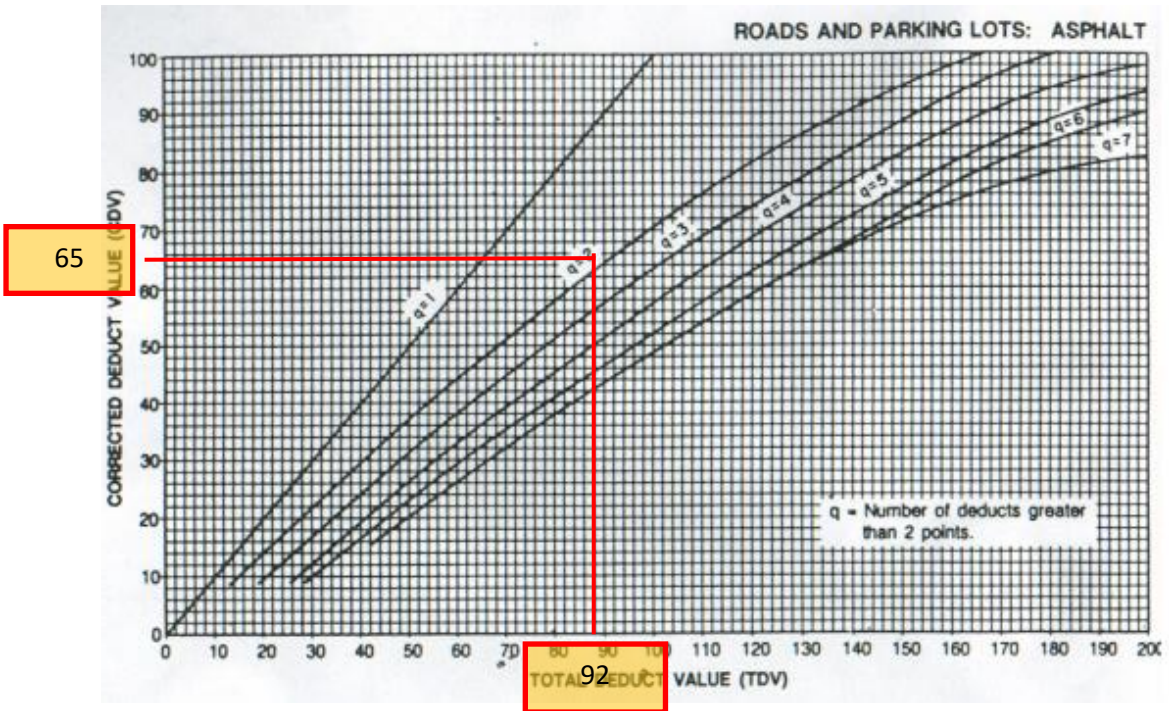




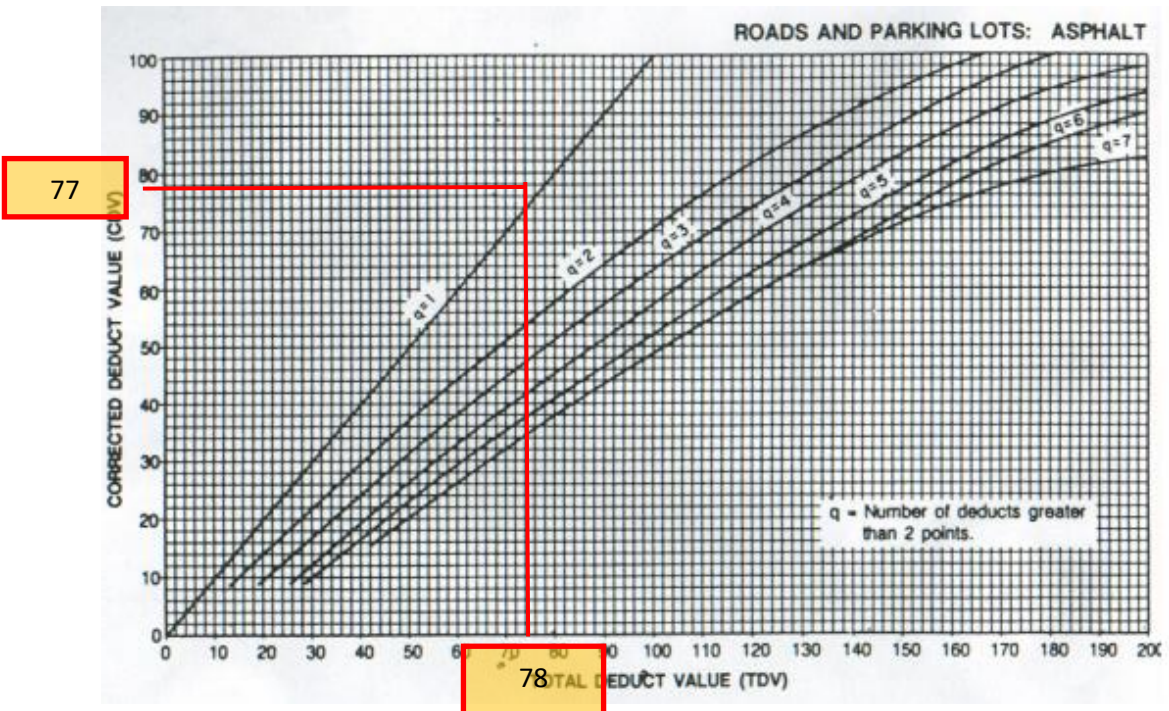
Valor Deducido Corregido 1



Valor Deducido Corregido 2

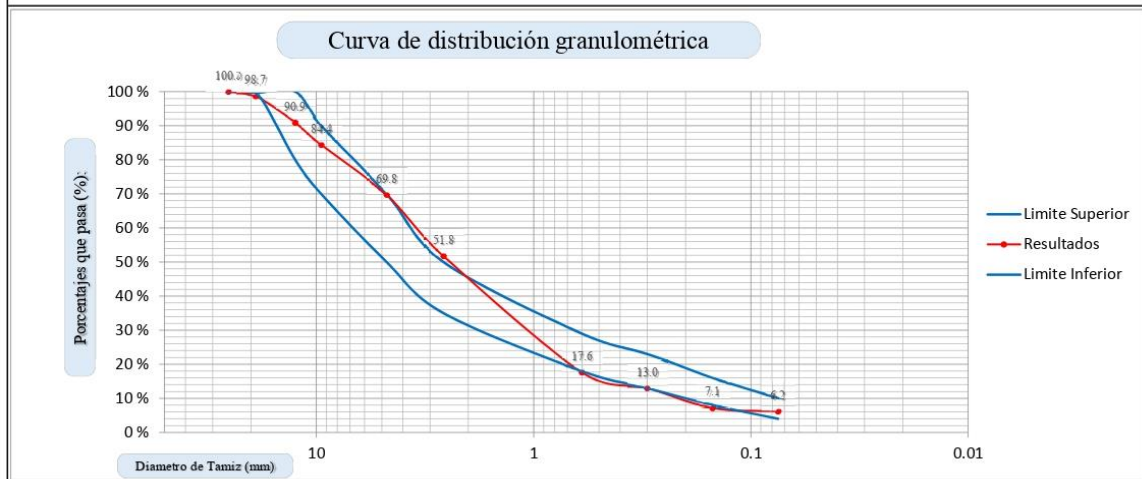


Valor Deducido Corregido 3



ANEXO 8. CERTIFICADO DE LABORATORIO DE LOS ENSAYOS

NOMBRE DE PROYECTO:		SOLICITANTE:				
PROYECTO DE TESIS EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MEJORAMIENTO MEDIANTE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS AV. SAN DIEGO - SAN MARTÍN DE PORRES, LIMA 2021		JUAN JAVIER CAVERO MARIÑO				
MEZCLA CONTROLADA: --		FECHA DE ENSAYO: --				
PROCEDENCIA DE LA MEZCLA: --		Nº DE INFORME: --				
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE LIGANTE ASFALTICO ANALISIS GRANULOMETRICO DESPUES DE ELIMINAR EL LIGANTE ASTM D - 2172						
PESO MUESTRA DE MEZCLA						
1,-Peso de la muestra + tara	1582.00					
2,-Peso de la tara	361.00					
3,-Peso de la muestra	1221.00					
PESO DEL FILTRO						
4,-Peso final del filtro	11.49					
5,-Peso original del filtro	10.87					
6,-Agregado atrapado en filtro	0.62					
LIQUIDO DE LA EXTRACCION						
7,-Volumen del solvente utilizado	2500.0					
8,-Parte alicuota	50.0					
9,-Proporción total	50.0					
PESO CENIZA EN SOLVENTE						
10,-Peso del crisol+residuo	34.88					
11,-Peso del crisol	34.78					
12,-Peso del residuo	0.10					
13,-Peso total de cenizas	5.00					
PESO DE AGREGADO TOTAL						
14,-Peso de agregado seco.	1139.00					
15,-Peso total de las cenizas	5.00					
16,-Peso agregado en filtro	0.62					
17,-Peso total de los agregados	1144.62					
CONTENIDO DE ASFALTO						
18,-Peso del C.Asfáltico	76.38	% C.A 6.26				
19,-Porcentaje De C.Asfalt.	6.26					
CONTENIDO OPTIMO DE ASFALTO = % TOL. ± 0,3%						
GRANULOMETRIA DESPUES DE ELIMINADO EL LIGANTE.						
TAMIZ Nº	ABERTUR. mm	% RETENIDO	% R. ACUM	% PASA	ESPECIF. TIPO IV	
1"	25.400	0.00	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.000	15.00	1.3	98.7	100	100
1/2"	12.500	104.00	9.1	90.9	80	100
3/8"	9.500	178.00	15.6	84.4	70	90
4	4.750	346.00	30.2	69.8	50	70
8	2.600	552.00	48.2	51.8	35	50
30	0.600	943.00	82.4	17.6	18	29
50	0.300	996.00	87.0	13.0	13	23
100	0.150	1063.00	92.9	7.1	8	16
200	0.075	1074.0	93.8	6.2	4	10
TOTAL		1144.62				
FACTOR		0.0874				




ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 79951

Calle Tritoma Mz "J" Lote 27 Urbanización Lima, Los Olivos - Lima Perú
 Entel 994236763 Telf. 652-8558
www.lemicons.com

Figura. Extracción Cuantitativa de Ligante Asfáltico (ASTM D – 2172)

Fuente: Laboratorio LEMICONS.

NOMBRE DE PROYECTO:			PROYECTO DE TESIS EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MEJORAMIENTO MEDIANTE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS AV. SAN DIEGO - SAN MARTÍN DE PORRES, LIMA 2021						SOLICITANTE: JUAN JAVIER CAVERO MARIÑO			
MEZCLA CONTROLADA: --									FECHA DE ENSAYO: --			
PROCEDENCIA DE LA MEZCLA: --									N° DE INFORME: --			
Método de prueba estándar para estabilidad Marshall y flujo de mezclas bituminosas ASTM D-6927												
NOTA: TEMPERATURA DE COMPACTACION 150°C			Temperatura de ensayo 60 ± 0.5 °C									
	Briqueta N°1	Briqueta N°2	Briqueta N°3	Briqueta N° 1			Briqueta N° 2			Briqueta N° 3		
				Lectura (N°)	Flujo (1/100")	Estabilidad (lbs)	Lectura (N°)	Flujo (1/100")	Estabilidad (lbs)	Lectura (N°)	Flujo (1/100")	Estabilidad (lbs)
Diametro pulg.	4	4	4									
Peso de la muestra seca.	1263	1275	1258									
Peso de la muestra sat.	1268	1280	1264	0.0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0	0
Peso de la muestra sumerg.	718	725	719	1.0	1	100.0	1.0	1	87	1.0	1	123
Volumen de la muestra	550	555	545	2.0	2	839.0	2.0	2	759	2.0	2	692
Densidad bulk de muestra	2.296	2.297	2.308	3.0	3	2632.0	3.0	3	2563	3.0	3	1352
				4.0	4	4188.0	4.0	4	4005	4.0	4	2805
Briqueta N° 1				5.0	5	4930.0	5.0	5	4985	5.0	5	3735
Volumen de la muestra	550 cm3			6.0	6	5180.0	6.0	6	5236	6.0	6	4458
Factor de correcion por vol.	0.89		5193.0	7.0	7	5193.0	7.0	7	5298	7.0	7	4895
				8.0	8	5034.0	8.0	8	5146	8.0	8	4917
Briqueta N° 2				9.0	9	4773.0	9.0	9	4824	9.0	9	4689
Volumen de la muestra	555 cm3			10.0	10	4478.0	10.0	10	4462	10.0	10	4425
Factor de correcion por vol.	0.89		5298	11.0	11	4225.0	11.0	11	4256	11.0	11	4201
				12.0	12	4004.0	12.0	12	4023	12.0	12	3989
Briqueta N° 3				13.0	13	3796.0	13.0	13	3689	13.0	13	3687
Volumen de la muestra	545 cm3			14.0	14	3606.0	14.0	14	3521	14.0	14	3346
Factor de correcion por vol.	0.96		4917	15.0	15	3266.0	15.0	15	3289	15.0	15	3125
				16.0	16	3015.0	16.0	16	3102	16.0	16	3014
				17.0	17	2764.0	17.0	17	2915	17.0	17	2903
Estabilidad correg. Briqueta N° 1	4622 Lbs			18.0	18	2513.0	18.0	18	2728	18.0	18	2792
Estabilidad correg. Briqueta N° 2	4715 Lbs			19.0	19	2262.0	19.0	19	2541	19.0	19	2681
Estabilidad correg. Briqueta N° 3	4720 Lbs			20.0	20	2011.0	20.0	20	2354	20.0	20	2570

Estabilidad y Fluencia					
Estabilidad	4622	Lbs	Estabilidad	4715	Lbs
Flujo	7	1/100"	Flujo	7	1/100"
Estabilidad	4720	Lbs	Estabilidad	4720	Lbs
Flujo	8	1/100"	Flujo	8	1/100"

Resultado final	
Estabilidad (lbs)	Flujo 1/100"
4686	7

ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 79951

Calle Tritoma Mz "J" Lote 27 Urbanizacion Lima, Los Olivos - Lima Perú
 Entel 994236763 Telf. 652-8558
www.lemicons.com

Figura. Método de prueba estándar para estabilidad Marshall y flujo de mezclas bituminosas (ASTM D – 6927)

Fuente: Laboratorio LEMICONS.

NOMBRE DE PROYECTO:		PROYECTO DE TESIS EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MEJORAMIENTO MEDIANTE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS AV. SAN DIEGO - SAN MARTÍN DE PORRES, LIMA 2021				SOLICITANTE:		JUAN JAVIER CAVERO MARIÑO	
MEZCLA CONTROLADA:		--				FECHA:		--	
PROCEDENCIA DE LA MEZCLA:		--				N° DE INFORME:		--	
GRAVEDAD ESPECIFICA MÁXIMA TEORICO DE MEZCLAS ASFALTICAS ENSAYO RICE ASTM D 2041									
METODO CON FRASCO VOLUMETRICO									
PESO MUESTRA DE MEZCLA									
A	Identificación de La Muestra			1		2		3	
B	% de Cemento Asfáltico			--					
C	Peso del Frasco			2974.50					
D	Peso del Frasco + Agua a temperatura de ensayo	Ver Tabla		7352.20					
E	Peso del Frasco + Muestra			4325.00					
F	Peso Muestra	E - C		1350.50					
G	Peso del Frasco + Muestra + Agua después del Vacío			8162.00					
H	Suma de Pesos	F + D		8702.70					
I	Peso de un Volumen de Agua igual a la Muestra	H - G		540.70					
J	Temperatura del Ensayo (° C)			26.0					
K	P.E. Máximo Teórico de la Mezcla a la Temperatura de Ensayo	F/I		2.498					
L	Factor para referir el ensayo a 25 ° C	Ver Tabla		0.998718					
M	Peso Especifico Máximo Teórico de la Mezcla a 25 ° C	K*L		2.494					
N	Peso Especifico Promedio para temperatura de 25 ° C			2.494					
FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA									
Temp.	Factor para 25°C	Temp.	Factor para 25°C	Temp.	Factor para 25°C	Temp.	Factor para 25°C	Temp.	Factor para 25°C
26.0	0.999738	27.0	0.999467	28.0	0.999186	29.0	0.998896		
26.1	0.999711	27.1	0.999439	28.1	0.999157	29.1	0.998866		
26.2	0.999684	27.2	0.999411	28.2	0.999128	29.2	0.998837		
26.3	0.999655	27.3	0.999383	28.3	0.999100	29.3	0.998807		
26.4	0.999631	27.4	0.999355	28.4	0.999071	29.4	0.998777		
26.5	0.999603	27.5	0.999327	28.5	0.999042	29.5	0.998748		
26.6	0.999576	27.6	0.999299	28.6	0.999013	29.6	0.998718		
26.7	0.999549	27.7	0.999271	28.7	0.998984	29.7	0.998688		
26.8	0.999522	27.8	0.999243	28.8	0.998955	29.8	0.998657		
26.9	0.999491	27.9	0.999214	28.9	0.998925	29.9	0.998627		
NOTA: Ensayo efectuado con frasco Rice original y Bomba de vacíos aplicando 25 libras de Mercurio.									


ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 79951

Calle Tritoma Mz "J" Lote 27 Urbanizacion Lima, Los Olivos - Lima Perú
 Entel 994236763 Telf. 652-8558
 www.lemicons.com

Figura. Gravedad Especifica Máxima Teórica de Mezclas Asfálticas (ASTM D – 2041)

Fuente: Laboratorio LEMICONS.

PROYECTO DE TESIS
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MEJORAMIENTO MEDIANTE LAS EMULSIONES
ASFÁLTICAS AV. SAN DIEGO - SAN MARTÍN DE PORRES, LIMA 2021

CONTROL TECNOLÓGICO	PESO UNITARIO
--------------------------------	----------------------

SOLICITA : **JUAN JAVIER CAVERO MARIÑO**

Densidad parafina (gr/cm ³)	0.74	0.74	0.74
Peso de la muestra (gr)	860.6	862.3	858.9
Peso de la muestra parafinada (gr)	862.3	865.1	862.1
Peso muestra parafinada sumergida (gr)	472.3	474.7	475.6
Peso parafina (gr)	1.7	2.8	3.2
volumen muestra+ parafina (cm ³)	390.0	390.4	386.5
Volumen de parafina (cm ³)	2.3	3.8	4.3
Volumen de la muestra (cm ³)	387.7	386.6	382.2

P. Unitario (gr/cm ³)	2.220	2.230	2.247
P. Unitario PROMEDIO	2.233		

P. Unitario MARSHALL (gr/cm ³)	2.301		
--	--------------	--	--

P. Unitario (%)	97%		
-----------------	------------	--	--

OBSERVACIONES:


ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 79951

Calle Tritoma Mz "J" Lote 27 Urbanizacion Lima, Los Olivos - Lima Perú
 Entel 994236763 Telf. 652-8558
 www.lemicons.com

Figura. Peso Unitario y Peso Unitario MARSHALL

Fuente: Laboratorio LEMICONS.

ANEXO 9. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO

**AG4**
INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CFT-013-2022

Expediente : S-0189-2022

Solicitante : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES INGENIERIA
Y CONSTRUCCION S.R.L. - LEMICONS S.R.L.

Dirección : CAL.TRITOMA MZA. J LOTE. 27 COO. HUAYTAPALLANA - LIMA -
LOS OLIVOS

Instrumento de Medición : CENTRIFUGA

Marca : A&A INSTRUMENTS

Modelo : NO INDICA

Serie : CM-887

Identificación : NO INDICA

Procedencia : NO INDICA

Alcance máximo : 3600 RPM

Tipo : DIGITAL

Lugar de Calibración : LAB. DE TIEMPO-FRECUENCIA AG4 INGENIERIA & METROLOGIA

Fecha de Calibración : 2022-06-06

Fecha de Emisión : 2022-06-06

Método de Calibración Empleado
La calibración se realizó por comparación entre las indicaciones de lectura del indicador de la centrifuga y el
tacómetro patrón.

Resultados de las Mediciones
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.
La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de
cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.


Luigi Astivia G.
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224 997 045 343 961 739 849 955 851 191
ventasag4ingenieria@gmail.com ventas@ag4im.com www.ag4ingenieria.com

LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración CFT-013-2022
Página 2 de 2

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internacionales de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Tacómetro	Ts-0184-2021

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	21,8 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	54 %	55 %

Resultados de medición:

DATOS DE TIEMPO				
IND. DEL EQUIPO	Lectura 1 (rpm)	Lectura 2 (rpm)	PROMEDIO DE INDICACIÓN (rpm)	INCERTIDUMBRE (rpm)
—	3555.0	3559.0	3557	10

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%


Luigi Asenjo
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 977 045 343

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com

🌐 www.ag4ingenieria.com

☎ 961 739 849
☎ 955 851 191

✉ ventas@ag4im.com



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 186 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 127-2022
Fecha de emisión : 2022-03-04

1. Solicitante : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.R.L.
Dirección : CAL.TRITOMA MZA. J LOTE. 27 COO. HUAYTAPALLANA-
LOS OLIVOS - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR - MARSHALL

Marca de Prensa : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Prensa : MULTIPLEX 50
Serie de Prensa : 1895-3-1341
Código de Identificación : LEM-PRM-01

Marca de Celda : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Celda : DBBSME-50KN
Serie de Celda : 39013
Capacidad de Celda : 50 KN

Marca de indicador : LG
Modelo de Indicador : 19EN43SA
Serie de Indicador : 306NDMTDG555

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
CAL.TRITOMA MZA. J LOTE. 27 COO. HUAYTAPALLANA - LOS OLIVOS- LIMA
03 - MARZO - 2022

4. Método de Calibración
La Calibración se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0994 - 001- 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

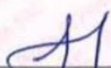
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26,7	26,7
Humedad%	57	57

7. Resultados de La Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Tef. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 186 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" N	SERIES DE VERIFICACIÓN (N)				PROMEDIO "B" N	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
5000	5108,3	5111,2	-2,17	-2,22	5109,75	-2,15	-0,06
10000	10164,5	10136,1	-1,65	-1,36	10150,30	-1,48	0,28
15000	15170,8	15159,6	-1,14	-1,06	15165,20	-1,09	0,07
20000	20168,3	20184,5	-0,84	-0,92	20176,40	-0,87	-0,08
25000	25146,2	25195,2	-0,58	-0,78	25170,70	-0,68	-0,20
30000	30191,2	30178,4	-0,64	-0,59	30184,80	-0,61	0,04
35000	35135,2	35173,5	-0,39	-0,50	35154,35	-0,44	-0,11
40000	40068,9	40149,8	-0,17	-0,37	40109,35	-0,27	-0,20

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9998x - 148,68$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (N)

GRÁFICO N° 1

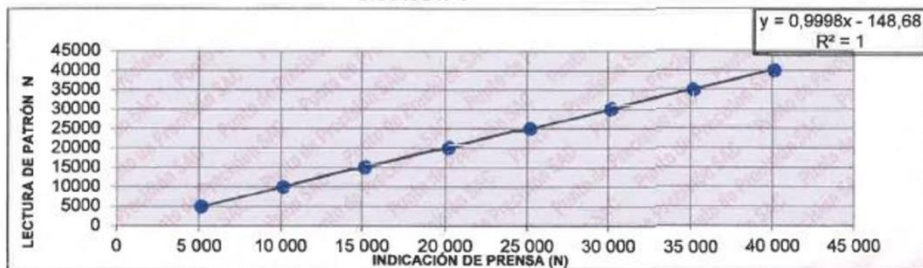
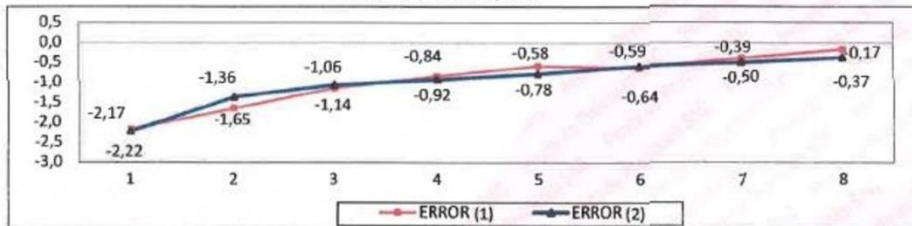
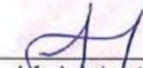


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

ANEXO 10. BOLETA DE ENSAYOS DE LABORATORIO

LEMICONS

CERTIFICADO

Mediante la presente dejamos constancia que, como parte de la Política de Responsabilidad Universitaria de la empresa, se realizó el apoyo en la ejecución de ensayos de laboratorio sin costo alguno para el desarrollo del trabajo de investigación del tesista Juan Javier Cavero Mariño. El desarrollo de los ensayos se realizaron a solicitud del interesado siguiendo lo indicado por la normativa vigente para cada uno de los ensayos solicitados.

Se emite el presente documento a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Los Olivos, 20 de Junio del 2022

LEMICONS S.R.L.

Ing. Angel E. Gómez García
Gerente General