



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**  
**DE INGENIERO MECÁNICO**

**TEMA:**

---

“ANÁLISIS DEL MATERIAL VULCANIZADO CAUCHO ESTIRENO-BUTADIENO 1502 CON DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN, FATIGA POR FLEXIÓN Y DUREZA, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE NORMAS NTE-INEN-ISO, EN LA EMPRESA CARVIFACTORY CIA LTDA.”

---

**AUTOR:** Mario Alexander Carpio Vega

**TUTOR:** Ing. Mg. Juan Gilberto Paredes Salinas

AMBATO - ECUADOR

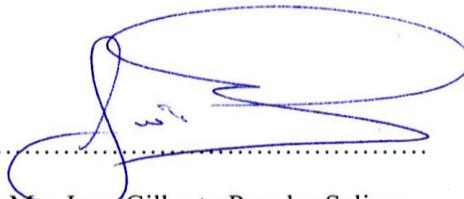
2020

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema “ANÁLISIS DEL MATERIAL VULCANIZADO CAUCHO ESTIRENO-BUTADIENO 1502 CON DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN, FATIGA POR FLEXIÓN Y DUREZA, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE NORMAS NTE-INEN-ISO, EN LA EMPRESA CARVIFACTORY CIA LTDA.”, elaborado por el señor Mario Alexander Carpio Vega, portador de la cédula de ciudadanía: 1804669453, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica.

Certifico que:

- El presente Trabajo Investigativo es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.



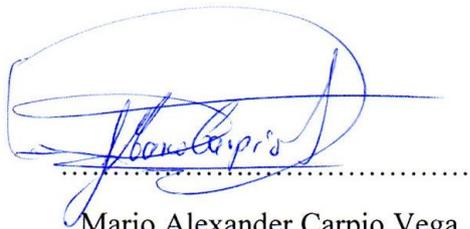
Ing. Mg. Juan Gilberto Paredes Salinas

TUTOR

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Mario Alexander Carpio Vega, portador de la C.I. 1804669453, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, tengo a bien indicar que las investigaciones realizadas en el presente trabajo experimental con el tema: “ANÁLISIS DEL MATERIAL VULCANIZADO CAUCHO ESTIRENO-BUTADIENO 1502 CON DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN, FATIGA POR FLEXIÓN Y DUREZA, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE NORMAS NTE-INEN-ISO, EN LA EMPRESA CARVIFACTORY CIA LTDA.” así como los ensayos realizados, análisis, conclusiones y recomendaciones, son auténticos y de absoluta responsabilidad del autor, a excepción de las fuentes bibliográficas que se encuentra citadas en el mismo.

Ambato, Noviembre de 2019



Mario Alexander Carpio Vega

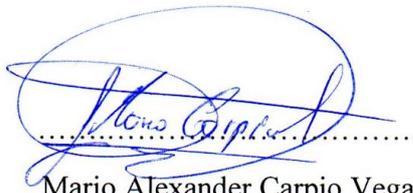
C.I. 1804669453

AUTOR

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Trabajo Experimental dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Mario Alexander Carpio Vega

C.I. 1804669453

AUTOR

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: ANÁLISIS DEL MATERIAL VULCANIZADO CAUCHO ESTIRENO-BUTADIENO 1502 CON DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN, FATIGA POR FLEXIÓN Y DUREZA, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE NORMAS NTE-INEN-ISO, EN LA EMPRESA CARVIFACTORY CIA LTDA.”, del egresado Mario Alexander Carpio Vega, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Ambato, Enero de 2020

Para constancia firman.

Ing. Mg. Francisco Peña

Ing. Mg. Henry Vaca

## DEDICATORIA

*Primeramente, a Dios por darme salud y fortaleza para la realización de este proyecto.*

*Dedico este logro alcanzado de manera muy especial a mis padres Mario Carpio y Mirian Vega, quienes con sacrificio y todo su amor supieron guiarme durante todo este largo camino, han sido el pilar fundamental para culminar este gran paso en mi vida.*

*A mi hermana Camila Carpio, quien ha sido mi compañera toda la vida, con su apoyo incondicional y alegría ha hecho que este recorrido de mi vida sea mucho más fácil.*

*De manera muy especial a mi abuelito Enrique Carpio, quien desde el cielo se que me ha apoyado para culminar esta investigación, siempre estará en mi corazón.*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco primeramente a mis padres Mario Carpio y Mirian Vega. A ti papito, por ser mi ejemplo a seguir, por inculcarme todos los valores que hoy tengo presente en todo lo que hago, por todo tu amor y por todo tu sacrificio para nunca me falte nada. A ti mamita, por estar siempre conmigo, por todo tu cariño y ternura, por todos tus consejos, por no dejarme caer nunca a pesar de los obstáculos que se me han presentado a lo largo de mi vida y por tu amor incondicional hacia a mí. Este logro, este triunfo, es para ustedes como símbolo de eterno agradecimiento por todo lo que han hecho por mí.*

*A mi hermanita Camila, te agradezco por siempre darme ánimos en todo lo que hago, por todo tu cariño y amor hacia mí.*

*Infinitas gracias a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, a todos los docentes que fueron parte de este camino, en especial a mi tutor de tesis, al Ing. Mg. Juan Paredes, por haber confiado en mí, por regalarme su tiempo y por haberme guiado durante todo este trabajo de investigación.*

*A la empresa CARVIFACTORY, por abrirme sus puertas y colaborar para el desarrollo y culminación de este proyecto.*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xv
EXECUTIVE SUMMARY .....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES.....	1
1.1    TEMA.....	1
1.2    ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	1
1.3    OBJETIVOS.....	2
1.3.1    Objetivo General:.....	2
1.3.2    Objetivos Específicos:.....	2
1.4    FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
1.4.1    Polímeros.....	3
1.4.1.1 Polímeros Naturales .....	3
1.4.1.2 Polímeros Sintéticos.....	3
1.4.2    Elastómeros .....	4
1.4.2.1 Principales Elastómeros .....	4
1.4.3    Caucho SBR.....	4
1.4.3.1 Evolución Histórica.....	4
1.4.3.2 Tipos Comerciales de SBR .....	5
1.4.3.3 Propiedades del Caucho Natural y Sintético (SBR).....	5

1.4.3.4	Formulación de las mezclas de caucho para suelas .....	8
1.4.3.5	Incidencia de las Cargas.....	10
1.4.3.6	Equipos para el mezclado de caucho y componentes .....	12
1.4.3.7	Proceso de Vulcanización del Caucho .....	15
1.4.4	Ensayo de Materiales .....	17
1.4.5	Ensayo de Suelas de Caucho Vulcanizado.....	18
1.4.5.1	Ensayo de Resistencia a la Abrasión.....	18
1.4.5.2	Ensayo de Flexión de Suelas.....	21
1.4.5.3	Ensayo de Dureza.....	23
1.4.6	Diseño de Experimentos (DOE).....	24
1.4.6.1	Diseños Factoriales .....	25
1.4.6.2	Metodología de Superficie de Respuesta .....	25
1.5	HIPÓTESIS .....	25
1.6	SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	25
1.6.1	Variables Independientes.....	25
1.6.2	Variables Dependientes .....	25
1.6.3	Término de la Relación .....	25
METODOLOGÍA	.....	26
2.1	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	26
2.1.1	Exploratorio .....	26
2.1.2	Descriptivo.....	26
2.1.3	Correlacional.....	26
2.1.4	Experimental.....	26
2.1.5	Bibliográfico .....	27
2.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	27
2.2.1	Población .....	27
2.2.2	Muestra .....	28
2.3	OPERACIÓN DE VARIABLES .....	30
2.3.1	Variable Independiente.....	30
2.3.2	Variable Dependiente .....	31
2.4	DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DEL MATERIAL VULCANIZADO .....	32
2.5	PROCEDIMIENTOS .....	35
2.5.1	Procedimiento para la obtención del producto Vulcanizado .....	35
2.5.2	Procedimiento para la Elaboración de Probetas .....	39

CAPITULO III.....	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
3.1 NOMENCLATURA.....	43
3.2 TABULACIÓN DE RESULTADOS.....	43
3.2.1 Tabulación de Datos de Probetas Ensayadas a Abrasión .....	43
3.2.2 Tabulación de Datos de Probetas Ensayadas a Flexión.....	52
3.2.3 Tabulación de Datos de Probetas Ensayadas a Dureza.....	106
3.3 RESULTADOS .....	112
3.3.1 Análisis de datos por Diseño Factorial 3 <sup>k</sup> .....	112
3.3.1.1 Análisis de datos de la Abrasión.....	112
3.3.1.2 Análisis de datos de la Dureza.....	116
3.3.1.3 Análisis de datos de la Flexión .....	121
3.3.2 Aplicación de la Metodología de Superficies de Respuesta (MSR).....	128
3.3.2.1 Análisis de datos de Abrasión.....	128
3.3.2.2 Análisis de datos de Dureza.....	135
3.3.2.3 Análisis de datos de Flexión .....	144
3.4 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	152
CAPÍTULO IV .....	155
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	155
4.1 CONCLUSIONES.....	155
4.2 RECOMENDACIONES .....	158
4.3 BIBLIOGRAFIA.....	159
ANEXOS.....	161

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. 1.</b> Caucho SBR 1502, utilizando en esta investigación .....	5
<b>Figura 1. 2</b> Clasificación de algunos rellenos reforzantes de acuerdo con el tamaño de partícula. ....	9
<b>Figura 1. 3</b> Dióxido de Silicio Amorfo Industrial.....	12
<b>Figura 1. 4.</b> Mezclador Abierto .....	13
<b>Figura 1. 5.</b> Mezclador Interno.....	14
<b>Figura 1. 6.</b> Etapas de Mezclado en un mezclador interno .....	14
<b>Figura 1. 7.</b> Estructura del caucho antes y después de la vulcanización .....	15
<b>Figura 1. 8.</b> Etapas de la vulcanización .....	15
<b>Figura 1. 9</b> Dimensiones de probeta general para ensayo de Abrasión.....	18
<b>Figura 1. 10</b> Probeta para el ensayo de Abrasión .....	19
<b>Figura 1. 11.</b> Banco de Pruebas de abrasión.....	19
<b>Figura 1. 12.</b> Ubicación de la línea de flexión.....	21
<b>Figura 1. 13.</b> Dispositivo para el ensayo de resistencia a la flexión de la suela .....	22
<b>Figura 1. 14</b> Dimensiones para probetas de Dureza .....	23
<b>Figura 1. 15.</b> Durómetro escala Shore A .....	24
<b>Figura 3. 1</b> Grafica de Probabilidad Normal de la Abrasión .....	112
<b>Figura 3. 2</b> Grafica del Orden de Observación vs. Residuos de la Abrasión .....	113
<b>Figura 3. 3</b> Diagrama de Pareto de los efectos para la Abrasión .....	114
<b>Figura 3. 4</b> Gráfica de efectos principales para la abrasión .....	115
<b>Figura 3. 5</b> Gráfica de optimización para la abrasión .....	116
<b>Figura 3. 6</b> Gráfica de probabilidad normal para la dureza .....	117
<b>Figura 3. 7</b> Gráfica de Orden de observación vs. Residuos de la Dureza .....	118
<b>Figura 3. 8</b> Diagrama de Pareto para los efectos de la Dureza .....	118
<b>Figura 3. 9</b> Gráfica de efectos principales para la Dureza .....	120
<b>Figura 3. 10</b> Gráfica de optimización para la Dureza .....	120
<b>Figura 3. 11</b> Gráfica de Probabilidad Normal para la Flexión.....	122
<b>Figura 3. 12</b> Gráfica de Orden de observación vs. Residuos para la Flexión.....	123
<b>Figura 3. 13</b> Diagrama de Pareto para los efectos de la Flexión.....	123
<b>Figura 3. 14</b> Gráfica de efectos principales de la Flexión.....	125
<b>Figura 3. 15</b> Gráfica de interacción para la Flexión .....	125
<b>Figura 3. 16</b> Gráfica de optimización para la Flexión .....	126
<b>Figura 3. 17</b> Gráfica de optimización simultánea.....	127
<b>Figura 3. 18</b> Gráfica de probabilidad normal para la Abrasión.....	128
<b>Figura 3. 19</b> Gráfica de Orden de observación vs. Residuos para la Abrasión .....	129
<b>Figura 3. 20</b> Diagrama de Pareto de efectos de la Abrasión .....	130
<b>Figura 3. 21</b> Gráfica de efectos principales para la Abrasión .....	131
<b>Figura 3. 22</b> Gráfica de interacción para la Abrasión .....	132

<b>Figura 3. 23</b> Gráfica de superficie de la Abrasión vs Configuración, Temperatura; para un Tiempo de 6 minutos.....	133
<b>Figura 3. 24</b> Gráfica de superficie de la Abrasión vs Configuración, Temperatura; para un Tiempo de 7 minutos.....	133
<b>Figura 3. 25</b> Gráfica de superficie de la Abrasión vs Configuración, Tiempo; para una Temperatura de 165°C.....	134
<b>Figura 3. 26</b> Gráfica de superficie de la Abrasión vs Configuración, Tiempo; para una Temperatura de 178°C.....	134
<b>Figura 3. 27</b> Gráfica de optimización para la Abrasión .....	135
<b>Figura 3. 28</b> Gráfica de probabilidad normal para la Dureza.....	136
<b>Figura 3. 29</b> Gráfica de Orden de observación vs. Residuos para la Dureza .....	137
<b>Figura 3. 30</b> Diagrama de Pareto de efectos para la Dureza .....	138
<b>Figura 3. 31</b> Gráfica de efectos principales para la Dureza .....	139
<b>Figura 3. 32</b> Gráfica de interacción para la Dureza .....	140
<b>Figura 3. 33</b> Gráfica de superficie de la Dureza vs Configuración, Temperatura; para un Tiempo de 6 minutos.....	141
<b>Figura 3. 34</b> Gráfica de superficie de la Dureza vs Configuración, Temperatura; para un Tiempo de 7 minutos.....	141
<b>Figura 3. 35</b> Gráfica de superficie de la Dureza vs Configuración, Tiempo; para una Temperatura de 165°C.....	142
<b>Figura 3. 36</b> Gráfica de superficie de la Dureza vs Configuración, Tiempo; para una Temperatura de 178°C.....	142
<b>Figura 3. 37</b> Gráfica de optimización para la Dureza .....	143
<b>Figura 3. 38</b> Gráfica de probabilidad normal para la Flexión .....	144
<b>Figura 3. 39</b> Gráfica de Orden de observación vs. Residuos para la Flexión.....	145
<b>Figura 3. 40</b> Diagrama de Pareto de efectos para la Flexión .....	146
<b>Figura 3. 41</b> Diagrama de efectos principales para la Flexión .....	147
<b>Figura 3. 42</b> Gráfica de interacción para la Flexión .....	148
<b>Figura 3. 43</b> Gráfica de superficie de la Flexión vs Configuración, Temperatura; para un Tiempo de 6 minutos.....	149
<b>Figura 3. 44</b> Gráfica de superficie de la Flexión vs Configuración, Temperatura; para un Tiempo de 7 minutos.....	149
<b>Figura 3. 45</b> Gráfica de superficie de la Flexión vs Configuración, Tiempo; para una Temperatura de 165°C.....	150
<b>Figura 3. 46</b> Gráfica de superficie de la Flexión vs Configuración, Tiempo; para una Temperatura de 178°C.....	150
<b>Figura 3. 47</b> Gráfica de optimización para la Flexión .....	151
<b>Figura 3. 48</b> Gráfica de optimización simultánea .....	152

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. 1.</b> Propiedades Mecánicas del caucho Natural y Sintético .....	6
<b>Tabla 1. 2.</b> Caucho Natural vs SBR.....	7

<b>Tabla 1. 3.</b> Formulación Típica de un neumático .....	10
<b>Tabla 1. 4.</b> Efecto de las características y de la proporción de negro de carbono sobre las propiedades de las mezclas y de los vulcanizados [7] .....	10
<b>Tabla 2. 1.</b> Población.....	27
<b>Tabla 2. 2.</b> Muestra .....	28
<b>Tabla 2. 3.</b> Casos de Estudio .....	29
<b>Tabla 2. 4.</b> Variable Independiente.....	30
<b>Tabla 2. 5.</b> Variable Dependiente .....	31
<b>Tabla 2. 6.</b> Procedimiento para la obtención del producto Vulcanizado .....	35
<b>Tabla 2.7.</b> Pesos para materia prima.....	39
<b>Tabla 2.8.</b> Procedimiento para elaboración de probetas para ensayos de Flexión, Dureza y Abrasión.....	39
<b>Tabla 3. 1.</b> Tabulación de datos de la configuración M1 ensayada a Abrasión.....	43
<b>Tabla 3. 2.</b> Tabulación de datos de la configuración M2 ensayada a Abrasión.....	46
<b>Tabla 3. 3.</b> Tabulación de datos de la configuración M3 ensayada a Abrasión.....	49
<b>Tabla 3. 4.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.0/165 ensayada a Flexión .....	52
<b>Tabla 3. 5.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.0/171.5 ensayada a Flexión .....	54
<b>Tabla 3. 6.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.0/178 ensayada a Flexión .....	56
<b>Tabla 3. 7.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.5/165 ensayada a Flexión .....	58
<b>Tabla 3. 8.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.5/171.5 ensayada a Flexión .....	60
<b>Tabla 3. 9.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.5/178 ensayada a Flexión .....	62
<b>Tabla 3. 10.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M1-7.0/165 ensayada a Flexión .....	64
<b>Tabla 3. 11.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M1-7.0/171.5 ensayada a Flexión .....	66
<b>Tabla 3. 12.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M1-7.0/178 ensayada a Flexión .....	68
<b>Tabla 3. 13.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.0/165 ensayada a Flexión .....	70
<b>Tabla 3. 14.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.0/171.5 ensayada a Flexión .....	72
<b>Tabla 3. 15.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.0/178 ensayada a Flexión .....	74
<b>Tabla 3. 16.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.5/165 ensayada a Flexión .....	76
<b>Tabla 3. 17.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.5/171.5 ensayada a Flexión .....	78
<b>Tabla 3. 18.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.5/178 ensayada a Flexión .....	80
<b>Tabla 3. 19.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M2-7.0/165 ensayada a Flexión .....	82
<b>Tabla 3. 20.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M2-7.0/171.5 ensayada a Flexión .....	84
<b>Tabla 3. 21.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M2-7.0/178 ensayada a Flexión .....	86
<b>Tabla 3. 22.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.0/165 ensayada a Flexión .....	88
<b>Tabla 3. 23.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.0/171.5 ensayada a Flexión .....	90
<b>Tabla 3. 24.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.0/178 ensayada a Flexión .....	92

<b>Tabla 3. 25.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.5/165 ensayada a Flexión .....	94
<b>Tabla 3. 26.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.5/171.5 ensayada a Flexión .....	96
<b>Tabla 3. 27.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.5/178 ensayada a Flexión .....	98
<b>Tabla 3. 28.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M3-7.0/165 ensayada a Flexión .....	100
<b>Tabla 3. 29.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M3-7.0/171.5 ensayada a Flexión ...	102
<b>Tabla 3. 30.</b> Tabulación de datos del caso de estudio M3-7.0/178 ensayada a Flexión .....	104
<b>Tabla 3. 31.</b> Tabulación de datos de la configuración M1 ensayada a Dureza.....	106
<b>Tabla 3. 32.</b> Tabulación de datos de la configuración M2 ensayada a Dureza.....	108
<b>Tabla 3. 33.</b> Tabulación de datos de la configuración M3 ensayada a Dureza.....	110
<b>Tabla 3. 34.</b> Prueba de Levene para Abrasión por Diseño Factorial .....	113
<b>Tabla 3. 35.</b> Análisis de Varianza para la Abrasión por Diseño Factorial .....	114
<b>Tabla 3. 36.</b> Optimización Individual de la Abrasión por Diseño Factorial.....	116
<b>Tabla 3. 37.</b> Prueba de Levene para Dureza por Diseño Factorial .....	117
<b>Tabla 3. 38.</b> Análisis de Varianza para la Dureza por Diseño Factorial.....	119
<b>Tabla 3. 39.</b> Optimización Individual de la Dureza por Diseño Factorial .....	121
<b>Tabla 3. 41.</b> Prueba de Levene para Flexión por Diseño Factorial .....	122
<b>Tabla 3. 42.</b> Análisis de Varianza para la Flexión por Diseño Factorial .....	124
<b>Tabla 3. 43.</b> Optimización Individual de la Flexión por Diseño Factorial .....	126
<b>Tabla 3. 44.</b> Optimización Simultánea por Diseño Factorial .....	127
<b>Tabla 3. 45.</b> Prueba de Levene para Abrasión por MSR.....	129
<b>Tabla 3. 46.</b> Análisis de Varianza para la Abrasión por MSR .....	130
<b>Tabla 3. 47.</b> Optimización Individual de la Abrasión por MSR .....	135
<b>Tabla 3. 48.</b> Prueba de Levene para Dureza por MSR.....	136
<b>Tabla 3. 49.</b> Análisis de Varianza para la Dureza por MSR .....	138
<b>Tabla 3. 50.</b> Optimización Individual de la Dureza por MSR.....	143
<b>Tabla 3. 51.</b> Prueba de Levene para Flexión por MSR.....	145
<b>Tabla 3. 52.</b> Análisis de Varianza para la Flexión por MSR.....	146
<b>Tabla 3. 53.</b> Optimización Individual de la Flexión por MSR.....	151
<b>Tabla 3. 54.</b> Optimización Simultánea por MSR.....	152
<b>Tabla 3. 55.</b> Verificación de Hipótesis para Abrasión .....	153
<b>Tabla 3. 56.</b> Verificación de Hipótesis para Flexión.....	153
<b>Tabla 3. 57.</b> Verificación de Hipótesis para Dureza.....	154

## RESUMEN EJECUTIVO

**“ANÁLISIS DEL MATERIAL VULCANIZADO CAUCHO ESTIRENO-BUTADIENO 1502 CON DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN, FATIGA POR FLEXIÓN Y DUREZA, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE NORMAS NTE-INEN-ISO, EN LA EMPRESA CARVIFACTORY CIA LTDA.”**

**Autor:** Mario Alexander Carpio Vega

**Tutor:** Ing. Mg. Juan Paredes Salinas

En la presente investigación se evaluó el comportamiento mecánico de un material compuesto vulcanizado por compresión, constituido de Caucho SBR 1502, Dióxido de Silicio Amorfo y otros compuestos (Activadores, Plastificantes, Carga Negra, Antidegradantes). Además, mediante la utilización de las normas NTE-INEN-ISO 4649, 20344 Y 868, se realizaron ensayos de Resistencia a la Abrasión, Fatiga por Flexión y Dureza, respectivamente. Para esto, fue necesario la elaboración de diferentes probetas, fabricadas bajo estas 3 mismas normas.

Una vez obtenidos todos los datos de los ensayos, estos fueron tabulados y analizados mediante dos técnicas estadísticas: Diseño Factorial y Metodología de Superficie de Respuesta (MSR). Estas dos estrategias estadísticas permitieron validar todos los datos obtenidos, definir los efectos significativos y su influencia en las propiedades mecánicas evaluadas y optimizar cada una de las variables de respuesta según las normas de requisito NTE-INEN-ISO 20345, 20346 Y 20347, mismas que especifican los valores mínimos, máximos o rangos para cada propiedad evaluada.

Después de analizar todos los datos, se observa que la MSR es la herramienta más adecuada para estudiar los efectos de los factores sobre las variables en esta investigación. Así, mediante la función de deseabilidad compuesta de 0.858, se define que la combinación que permite mantenerse dentro de las 3 normas de requisito es 100 PHR de Caucho SBR 1502 + 44 PHR Dióxido de Silicio Amorfo + 30 PHR de los demás compuestos, donde se obtuvo una Pérdida de Volumen de 136.5271 mm<sup>3</sup>, un Crecimiento de Incisión de 0.4034 mm y una Dureza de 66.87 SHORE A.

## EXECUTIVE SUMMARY

**“ANALYSIS OF THE VULCANIZED MATERIAL RUBBER STYRENE-BUTADIENE 1502 WITH AMORFO SILICON DIOXIDE AND ITS INCIDENCE IN THE RESISTANCE TO THE ABRASION, FATIGUE BY FLEXION AND HARDNESS, THROUGH THE USE OF NTE-INEN-ISO, IN CARVIFACTORY CIA LTDA”.**

**Author:** Mario Alexander Carpio Vega

**Tutor:** Ing. Mg. Juan Paredes

In the present investigation, the mechanical behavior of a compression vulcanized composite material, consisting of Rubber SBR 1502, Amorphous Silicon Dioxide and other compounds was evaluated. In addition, through the use of NTE-INEN-ISO 4649, 20344 and 868 standards, Abrasion Resistance, Flexural Fatigue and Hardness tests were performed, respectively. For this, it was necessary to develop different specimens, manufactured under these 3 same standards.

Once all the trial data were obtained, they were tabulated and analyzed using two statistical techniques: Factorial Design and Response Surface Methodology (RSM) These two statistical strategies allowed validating all the data obtained, defining the significant effects and their influence on the mechanical properties evaluated and optimize each of the response variables according to the NTE-INEN-ISO 20345, 20346 and 20347 requirement standards, which specify the minimum, maximum or range values for each property evaluated.

After analyzing all the data, it is observed that the RSM is the most appropriate tool to study the effects of the factors on the variables in this investigation. Thus, by means of the composite desirability function of 0.858, it is defined that the combination that allows keeping within the 3 requirements is a material composed of 100 PHR of Rubber SBR 1502 + 44 PHR Amorphous Silicon Dioxide + 30 PHR of the others compounds, where an Abrasion Resistance of 136.5271 mm<sup>3</sup> was obtained, an Incision Growth of 0.4034 mm and a Hardness of 66.87 SHORE A.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 TEMA**

“ANÁLISIS DEL MATERIAL VULCANIZADO CAUCHO ESTIRENO-BUTADIENO 1502 CON DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN, FATIGA POR FLEXIÓN Y DUREZA, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE NORMAS NTE-ENEN-ISO, EN LA EMPRESA CARVIFACTORY CIA LTDA.”

### **1.2 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Para la realización del presente trabajo experimental se citan algunas investigaciones que aportan con información muy útil y necesaria la cual servirá como apoyo para la investigación.

En el estudio realizado en la ciudad de Ambato por el Ing. Jorge Luis Ocampo en el año de 2014 bajo el tema: “ESTUDIO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MUESTRAS DE CAUCHO Y SU INCIDENCIA EN EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO EN LA FÁBRICA CALZAMATRIZ ” se concluye que: Al utilizar caolín en la formulaciones se puede aumentar el peso de la mezcla logrando reducir costos de fabricación de las suelas, sin embargo esto perjudica a la calidad del producto por lo tanto la resistencia a la abrasión es muy pobre y va a tener una mayor pérdida de volumen. [1]

La investigación realizada por el Ing. Andrés Ruiz Vega en el año 2013 bajo el tema: “ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO A FATIGA POR FLEXIÓN DE LA PLANTA DE CALZADO DE SEGURIDAD PARA DETERMINAR SU TIEMPO DE VIDA ÚTIL, EN LA FÁBRICA CARVICAUCHO DE LA CIUDAD DE

AMBATO” concluye lo siguiente: Los materiales empleados en la fabricación de plantas son los factores más importantes que intervienen en el ensayo de la planta, de ellos depende mucho el comportamiento de esta y los cambios producidos en las propiedades como dureza, abrasión, resistencia a la flexión, entre otros. Además, el caolín como carga semireforzante proporciona una mayor rigidez, sin embargo, reduce el límite de fatiga de la suela. [2]

La investigación realizada por Sandra Velásquez, Diego Giraldo y Natalia Zapato en la revista de la Facultad de Ingeniería el año 2015 bajo el tema: “PROPIEDADES MECÁNICAS BAJO COMPRESIÓN Y RESISTENCIA AL DESGASTE ABRASIVO DE PIEZAS GRUESAS DE CAUCHO ACRILONITRILO” concluye lo siguiente: La resistencia al desgaste abrasivo de los cauchos NBR, en las condiciones de ensayo empleadas en este trabajo, no presenta una relación directa con la dureza ni con el módulo elástico, comportamiento que debe ser considerado por los responsables del diseño o la selección de materiales. [3]

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General:**

Analizar del material vulcanizado caucho estireno-butadieno 1502 con dióxido de silicio amorfo y su incidencia en la resistencia a la abrasión, fatiga por flexión y dureza, mediante la utilización de normas NTE-INEN-ISO, en la empresa CARVIFACTORY CIA LTDA.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos:**

- Establecer porcentajes del material combinado que va a ser ensayado.
- Efectuar ensayos de abrasión, fatiga por flexión y dureza mediante las Normas NTE INEN ISO 4649, 20344 y 868.
- Analizar los resultados obtenidos y compararlos con los parámetros establecidos en las normas de requisito NTE INEN ISO 20345,20346 Y 20347.

## 1.4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.4.1 Polímeros

Los polímeros son catalogados como compuestos orgánicos que poseen enormes estructuras moleculares, conteniendo principalmente elementos no metálicos como el carbono, hidrogeno, entre otros.

Un polímero se caracteriza principalmente porque su densidad es relativamente baja y tiene una gran flexibilidad. Es así que, comprenden grandes familias que involucran desde el plástico hasta el caucho. [4]

#### 1.4.1.1 Polímeros Naturales

Como su nombre lo indica, son elementos provenientes de la naturaleza que después de procesos de producción se utilizan en varias aplicaciones, como la seda, algodón, celulosa, caucho, etc.

Se clasifican generalmente en polímeros minerales, animales y vegetales. [5]

#### 1.4.1.2 Polímeros Sintéticos

A diferencia de los polímeros naturales, estos son obtenidos de forma artificial. Además, hoy en día los polímeros sintéticos tienen una gran fuerza en la industria mundial por lo que han desplazado casi en su totalidad a los polímeros naturales.

Principalmente se los clasifica en:

- **Elastómeros:** Caracterizados por su gran elasticidad, como el caucho, empleado para fabricar suelas, empaques, mangueras, etc.
- **Fibras:** Posee filamentos que se ubican a lo largo de un eje al cual lo vuelven muy resistente. Además, su campo de aplicación es basto en la industria textil.
- **Plásticos:** Usados en la vida cotidiana, son polímeros que al ser moldeados adoptan diversas formas como: bolsas, envases, pintura, etc. [5]

## 1.4.2 Elastómeros

La principal característica de un material elastómero es su memoria de forma, es decir, tiene la capacidad de recuperar su forma original al retirar la fuerza que provocó la deformación, cabe recalcar, que para que recupere su forma la fuerza no debe sobrepasar el límite elástico del material. Para algunas bibliografías el término elastómero es otra manera de describir al caucho. [5]

### 1.4.2.1 Principales Elastómeros

- **Poli-isopropeno:** Conocido comercialmente como “Caucho Natural”, es un material elastómero muy flexible. Además, es un hidrocarburo generalmente blanco, a veces se lo encuentra en forma incolora. Su densidad varía de acuerdo con la temperatura, pero un aproximado a 20°C es de 0.934 mg/mm<sup>3</sup>. Cabe recalcar que, sus propiedades mecánicas son semejantes a la de un caucho sintético. [6]
- **Polisiloxano:** Conocido comercialmente como “Silicona”, al igual que el caucho natural es incoloro, su principal componente es el silicio. Posee buenas propiedades mecánicas como resistencia a la tracción, a los hidrocarburos, aromáticos, envejecimiento, etc. [6]
- **Estireno – Butadieno:** Conocido comercialmente como “Caucho SBR”. Gracias a sus grandes propiedades como excelente resistencia a la abrasión, desgarró, flexión, impacto y eléctrica, es el caucho sintético con más aplicaciones a nivel globo, ocupando mayor presencia en la industria del calzado y los neumáticos. [6]

## 1.4.3 Caucho SBR

### 1.4.3.1 Evolución Histórica

Los primeros cauchos estireno-butadieno, se fabricaron en la industria en 1937, específicamente en Alemania. Sin embargo, su gran desarrollo se produjo en USA durante la Segunda Guerra Mundial.

Estos primeros tipos de SBR se fabricaron bajo la técnica de emulsión a 50°C, básicamente esta forma de sintetizar el caucho era colocar jabón al agua que actuaban como emulsionantes, luego era colocado el estireno y butadieno y finalmente los catalizadores.

Actualmente, la manera más eficaz de fabricar elementos de caucho SBR es mediante la vulcanización, utilizando mezclas madres y diferentes agentes que dotan al producto final de excelentes propiedades tanto físicas como mecánicas. [7]

#### 1.4.3.2 Tipos Comerciales de SBR

En todo el mundo, cada fabricante designa nombres comerciales a sus productos. Sin embargo, el Instituto Internacional de Productores de Caucho Sintético designa de la siguiente manera a los SBR:

- SBR 1000 a 1099: Cauchos polimerizados en caliente.
- SBR 1100 a 1199: Cauchos que constituyen en su mezcla madre el negro de carbono.
- SBR 1500 a 1599: Cauchos polimerizados en frío.
- SBR 1600 a 1699: Cauchos polimerizados en frío y con negro de carbono.
- SBR 1700 a 1799: Cauchos expandidos en aceite
- SBR 1800 a 1899: Cauchos expandidos en aceite y con negro de carbono. [7]



**Figura 1. 1.** Caucho SBR 1502, utilizando en esta investigación  
Fuente: [7]

#### 1.4.3.3 Propiedades del Caucho Natural y Sintético (SBR)

Si hablamos del caucho en bruto, el factor temperatura es un condicionante para la variación de distintas propiedades. Por ejemplo, a bajas temperaturas se vuelve rígido y a altas temperaturas (100°C o más) se vuelve blando. [8]

El caucho como tal adquiere grandes deformaciones debido a su naturaleza plástica. Sin embargo, esta plasticidad al combinarse con químicos puede modificarse. [8]

El caucho en bruto tiene diferentes propiedades mecánicas, que siempre están de la mano con la reacción de ciertas fuerzas. Se puede enumerar las siguientes:

**Tabla 1. 1.** Propiedades Mecánicas del caucho Natural y Sintético

<b>Propiedad Mecánica</b>	<b>Definición</b>
Dureza Shore	Reacción elástica del caucho que se produce cuando se lo impacta con un material más duro.
Resistencia al Impacto	Medida de dureza, según la cantidad de energía utilizada para romper una probeta de un golpe.
Resistencia a la Abrasión	Perdida de volumen de una probeta de caucho al someterla a medios abrasivos.
Adhesión	Estado mediante el cual 2 superficies se mantienen unidas gracias a la acción de fuerzas externas.
Alargamiento a la rotura	Elongación o extensión ocasionada por efecto de las fuerzas de tracción.
Deformación Permanente	Debido a la aplicación de una fuerza, el material no retorna a su estado original.
Deformación por Compresión	Deformación residual producida debido a la fuerza de compresión
Envejecimiento Térmico	Deterioro localizado por la rápida acción del oxígeno, calor, luz, etc.
Elasticidad	Capacidad de un material de recuperar su forma original después de retirar la fuerza de tensión.
Flexibilidad	Capacidad de un material de ser doblado sin que pierda su utilidad.

Resistencia a la tensión	Es el esfuerzo máximo que soporta el material hasta llegar a la rotura.
Resiliencia	Es la energía de deformación que recupera un cuerpo deformado.
Resistencia Eléctrica	Oposición que el material posee al paso de la corriente.
Resistencia al desgarramiento	Fuerza ocupada para desgarrar el caucho.
Rigidez	Temperatura a la cual el material soporta esfuerzos sin obtener grandes deformaciones.

Fuente: [8]

**Tabla 1. 2.** Caucho Natural vs SBR

<b>Propiedades</b>		<b>Caucho Natural</b>	<b>SBR</b>
<b>Mecánicas</b>	Adhesión a Metales	Excelente	Excelente
	Adhesión a Tejidos	Excelente	Buena
	Rango de Temperatura de Trabajo (°C)	-20 a 80 °C	-10 a 80 °C
	Rango de Dureza (Sh)	40 a 85 ShA	40 a 90 ShA
	Resistencia a la Tracción Máx. (kg./cm <sup>2</sup> )	300	220
	Alargamiento de Rotura Máx. (%)	650	600
	Deformación Permanente por Compresión	Excelente	Buena
	Resiliencia	Excelente	Buena
	Resistencia a la Abrasión	Buena	Buena-Excelente
	Resistencia a la Flexión	Buena-Excelente	Buena

	Resistencia al Desgarre	Excelente	Pobre
	Resistencia al Impacto	Excelente	Excelente
	Envejecimiento a 100° C	Pobre-Buena	Buena
	Elasticidad a 100° C	Buena	Buena
	Resistencia a la Llama	No Usar	Casos Especiales
<b>Químicas</b>	Oxígeno	Buena	Pobre
	Ozono	No Usar	No Usar
	Agua y Luz Solar	Casos Especiales	Casos Especiales
	Agua / Vapor	Excelente/ Buena	Buena/Pobre
	Álcalis Diluidos	Excelente/ Pobre	Pobre/Buena
	Concentrados		
	Ácidos Diluidos	Excelente/ Pobre	Pobre/Pobre
	Concentrados		
	Hidrocarburos Alifáticos	No Usar	No Usar
	Hidrocarburos Aromáticos	No Usar	No Usar

Fuente: [8]

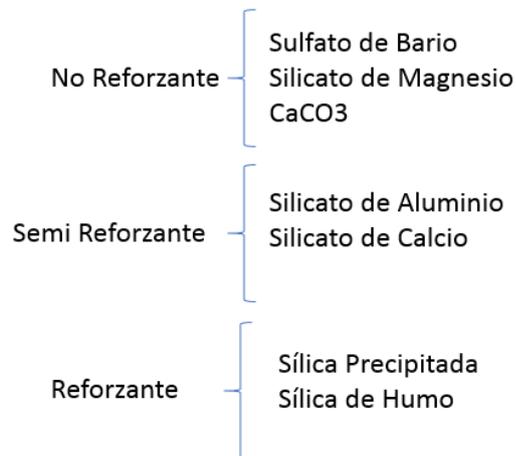
#### 1.4.3.4 Formulación de las mezclas de caucho para suelas

Dentro de la fabricación de suelas de SBR es de vital importancia la formulación de la mezcla, dentro de ella intervienen varios ingredientes los cuales son decisivos en los resultados de las propiedades mecánicas del producto final.

En la Enciclopedia Latinoamericana de Tecnología de Caucho, (1994) se establece los principales elementos para formular mezclas para suelas, los cuales se mencionan a continuación:

- a) **Caucho SBR:** Es el ingrediente principal de la formulación. Para este tipo de formulaciones se utiliza una medida conocida como Fracción PHR (Partes por ciento de Caucho). En la mayoría de las formulaciones este ingrediente suele ser de 100 PHR.
- b) **Agente de Vulcanización:** Para la fabricación de suelas el Azufre es el agente más utilizado para que se produzca la vulcanización. Dentro del proceso de la mezcla, este ingrediente se suele añadir en último lugar.

- c) **Cargas:** En la industria del caucho se suelen utilizar dos tipos de cargas: Cargas negras y Cargas Claras. Las cargas se consideran como el elemento más importante después del caucho pues ellas actúan como reforzantes en la mezcla, mejorando las propiedades mecánicas como la abrasión, flexión y dureza notablemente. Según el proceso, se pueden utilizar cargas reforzantes, semireforzantes o inertes.



**Figura 1. 2** Clasificación de algunos rellenos reforzantes de acuerdo con el tamaño de partícula.

**Fuente:** [9]

- d) **Plastificantes:** Estos ingredientes mejoran la calidad y eficiencia en el proceso de mezclado. Además, afectan las propiedades del producto vulcanizado, como: alargamiento a la rotura, reduce la viscosidad, etc.
- e) **Antidegradantes:** Su principal función es proteger al caucho contra efectos degradantes causados por el oxígeno, calor, y luz. Actualmente, existen dos tipos de antioxidantes: manchadizos y no manchadizos. Generalmente, si se desea un máximo de protección se suele emplear una combinación de ambos.
- f) **Activadores:** Para que los acelerantes ejerzan por completo su efecto, se los combina con activadores. Estos, forman complejos químicos que generan el entrecruzamiento del caucho con el vulcanizante.
- g) **Ayudas de Proceso:** Estos productos ayudan a mejorar la procesabilidad de la mezcla sin alterar las propiedades finales de los vulcanizados.
- h) **Acelerantes de Vulcanización:** La principal función de estos elementos es acortar el tiempo de vulcanización. Para la fabricación de suelas se utilizan dos tipos de acelerantes: un primario y un secundario. [9]

**Tabla 1. 3.** Formulación Típica de un neumático

INSUMOS	PHR	PESO (Kg)
NBR 40%	100,00	6,00
Total Caucho Base	100,00	6,00
Silica Granulada	12,50	0,75
Struktol SCA98	10,00	0,15
Silica Granulada	12,50	0,75
Negro de Humo 330	40,00	2,40
DOP	10,00	0,60
Óxido de Zinc	5,00	0,30
ÁCIDO Esteárico	3,00	0,18
Struktol TS35	6,00	0,60
Colofonia	5,00	0,30
Struktol WB222	4,00	0,24
P-Glicol	10,00	0,15
Antioxidante	1,50	0,09
Azufre	3,00	0,18
TBBS	1,00	0,06
TMTD	0,40	0,02
PESO TOTAL		12,534

Fuente: [1]

### 1.4.3.5 Incidencia de las Cargas

#### a) Negros de Carbono

Son conocidos también como Negros de Humo, está constituido por finas partículas de carbón, mientras más pequeña sea su partícula el poder reforzante aumenta y por consecuencia se logran obtener productos vulcanizados con mayor resistencia a la tracción, abrasión y desgarró. Sin embargo, aumentan la viscosidad de la mezcla, y la dispersión de los compuestos disminuye. [9]

A continuación, se muestra un resumen del efecto del negro de carbono sobre las propiedades de las mezclas y los vulcanizados:

**Tabla 1. 4.** Efecto de las características y de la proporción de negro de carbono sobre las propiedades de las mezclas y de los vulcanizados [7]

		Proporción de Negro de Carbono	Índice de estructura	Tamaño de la partícula
MEZCLAS	Viscosidad	→	→	→

	Prevulcanización	←	←	←
	Tiempo de incorporación	→	→	→
	Facilidad de dispersión	←	←	←
	Contracción a la extrusión	←	←	←
VULCANIZADOS	Dureza	→	→	→
	Rigidez	→	→	→
	Resistencia a la tracción	←	←	←
	Alargamiento a la rotura	←	←	←
	Resistencia al desgarro	←	N/A	→
	Resistencia a la abrasión	→	→	→
	Resiliencia	←	N/A	←
	Histéresis	→	→	→
	Conductividad Eléctrica	→	→	→

Fuente: [7]

Donde:

→ Mayor

← Menor

## **b) Dióxido de Silicio Amorfo (Cargas Claras)**

Conocido también como Sílica Precipitada, es una carga clara de poder reforzante. Su presentación suele ser partículas blancas de tamaño muy pequeño (20nm), similar al tamaño de partículas del negro de carbono.



**Figura 1. 3** Dióxido de Silicio Amorfo Industrial  
Fuente: [9]

La principal razón para la creación de las cargas blancas fue con el objetivo de sustituir parcial o totalmente a los negros de carbono. Sin embargo, sus efectos no logran compararse con estos últimos. Es por eso que, dentro de la mezcla se agregan glicoles con el fin de dotar a la Sílica de un poder reforzante igual al negro de humo. [9]

Así, durante los últimos años esta carga clara ha ido sustituyendo al negro de carbón en gran porcentaje dentro de la industria del calzado, logrando restablecer las características de vulcanización a un nivel normal, facilitando además una dispersión correcta de los demás ingredientes. [9]

Al igual que los negros de humo, el dióxido de silicio amorfo mejora notablemente la resistencia a la abrasión, la dureza y la resistencia a la tracción de los productos vulcanizados. [9]

### **1.4.3.6 Equipos para el mezclado de caucho y componentes**

Dentro de la fabricación de suelas para el calzado una formulación normal contiene cerca de 10 ingredientes. Como ya se mencionó anteriormente cada uno de estos realiza un aporte importante para las propiedades del vulcanizado.

En la industria del caucho, existen dos formas principales para procesar y mezclar el caucho, las cuales son: mezclador abierto y mezclador cerrado. [10]

### a) Mezclador abierto

Un mezclador abierto es una máquina que se compone básicamente de dos rodillos lisos que giran en sentido contrario y están dispuestos uno cerca del otro con una abertura regulable. Entonces, por medio de esta abertura se hace pasar el caucho.

Además, este tipo de mezclador tiene un sistema de enfriamiento, por medio del cual, se hace circular agua por el interior de los cilindros para evitar el sobrecalentamiento en los rodillos.

- Generalmente, la secuencia típica de mezclado en esta máquina es la siguiente:
- Cargar el caucho en el molino por los extremos del cilindro.
- Formar una lámina y efectuar dos cortes.
- Abrir un poco el molino y comenzar a adicionar los activadores, pigmentos y cargas reforzantes.
- Cuando la mezcla de vuelta seca, se agregan los plastificantes.
- Se abre un poco más el molino y se hace pasar la mezcla unas cuantas veces mas por los rodillos. Finalmente se evacua la mezcla y se deja enfriar. [10]



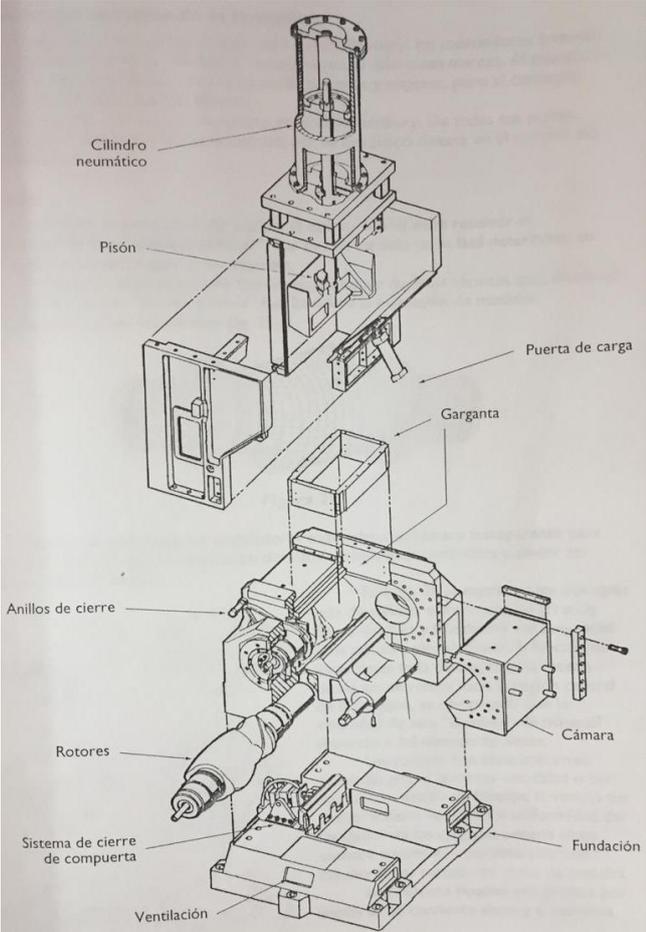
**Figura 1. 4.** Mezclador Abierto

**Fuente:** [10]

### b) Mezclador Interno (Banbury)

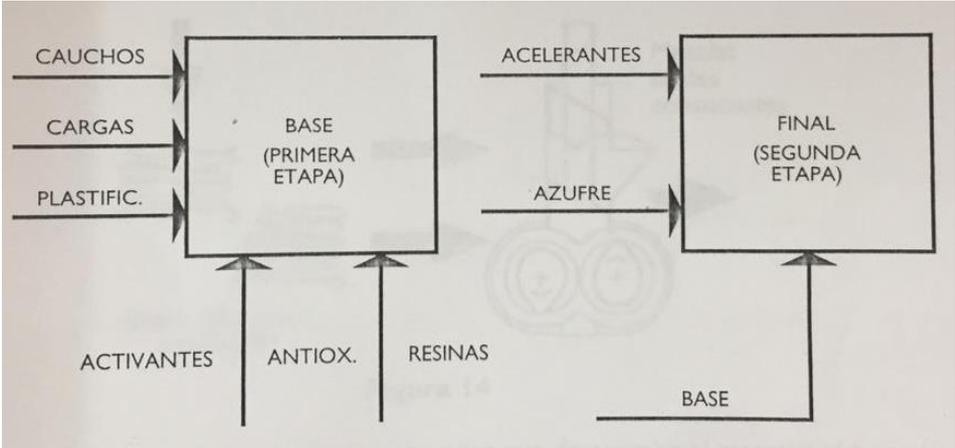
El mezclador interno es una máquina que permite procesar el caucho y compontes de una manera más productiva y con mucha más calidad. Así, se puede realizar un proceso mucho menos dependiente del operador.

A diferencia de los mezcladores abiertos, el mezclador interno posee unos rodillos tangenciales contra rotantes y un pistón que ayuda a generar la presión sobre la mezcla. [9]



**Figura 1. 5.** Mezclador Interno  
Fuente: [9]

Generalmente, el ciclo de mezclado se realiza en dos fases:



**Figura 1. 6.** Etapas de Mezclado en un mezclador interno  
Fuente: [9]

### 1.4.3.7 Proceso de Vulcanización del Caucho

La vulcanización es un proceso mediante el cual el caucho crudo, que tiene un comportamiento plástico, se transforma en un caucho altamente elástico, con la ayuda de componentes químicos que crean uniones entre las moléculas poliméricas. [7]

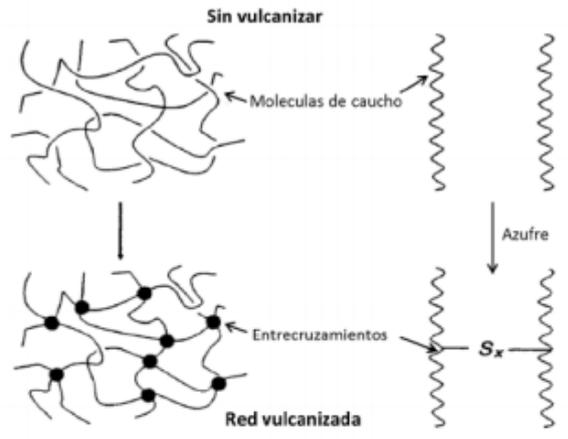


Figura 1. 7. Estructura del caucho antes y después de la vulcanización  
Fuente: [11]

Dentro de la vulcanización los acelerantes tienen un rol muy importante debido a que acorta en gran medida el tiempo de vulcanización. Hoy en día un proceso de vulcanización de suelas de caucho tiene un tiempo de entre 4 a 12 minutos. Cabe recalcar que, hace mucho tiempo la vulcanización del caucho superaba los 30 minutos sin la acción de los acelerantes. [12]

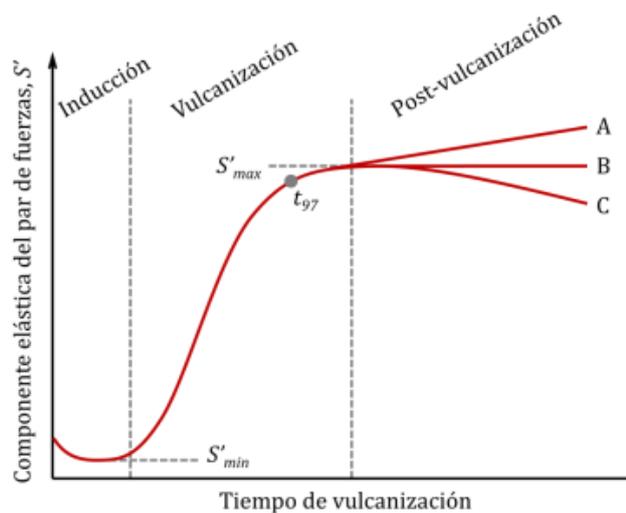


Figura 1. 8. Etapas de la vulcanización  
Fuente: [12]

En la Figura 1.8, se puede apreciar la curva de vulcanización con las variables de tiempo vs torque. La etapa de inducción es el tiempo en que la reacción se demora en empezar, permite que los componentes tengan un último intervalo para mezclarse. La etapa de vulcanización es el momento cuando el azufre empieza a reaccionar con el caucho, esta reacción supone el incremento de la viscoelasticidad y de la dureza. Por último, la etapa de post vulcanización indica que el proceso se mantiene constante hasta llegar a su fin. Sin embargo, puede ocurrir que las cadenas de azufre se destruyan provocando un fenómeno llamado reversión (C). [12]

En la industria del caucho existen algunos métodos para vulcanización, entre los más aplicados están: Vulcanización por azufre y Vulcanización con peróxidos.

#### **a) Vulcanización con azufre**

Hoy en día el método más utilizado es la Vulcanización por Azufre, que fue descubierta por Goodyear en 1839. Básicamente, este proceso consiste en calentar al caucho crudo en presencia del azufre, su objetivo principal es mejorar las propiedades mecánicas, es decir, se tiene un caucho con mejora en sus propiedades mecánicas. [6], [7]. Además, el azufre por sí mismo es un agente de vulcanización muy lento, por lo cual, solo con los acelerantes de vulcanización se logran obtener productos con calidades muy altas y con la utilización de poco tiempo relativamente.

Generalmente, las industrias utilizan prensas hidráulicas las cuales mediante una presión específica comprimen el molde, utilizando una cierta temperatura, conocida como temperatura de vulcanización.

#### **b) Vulcanización con peróxidos**

La vulcanización por peróxidos se la utiliza en varios polímeros. Básicamente, los polímeros se entrecruzan con peróxidos logrando mejorar las propiedades de los vulcanizados especialmente la de envejecimiento térmico, además, mejora notablemente la deformación por compresión. [13]

### **c) Propiedades del SBR vulcanizado**

Si bien es cierto el caucho crudo tiene propiedades relativamente buenas, pero un producto de caucho vulcanizado consigue propiedades mejoradas, y depende del tipo de producto una propiedad será mejor que otra. En fin, los vulcanizados de caucho poseen generalmente las siguientes propiedades:

- Alta resistencia a la tracción.
- Amplio rango de durezas.
- Propiedades de dieléctricas muy elevadas.
- Alta resistencia a la abrasión y desgarro.
- Alta resistencia a la fatiga por flexión.
- Temperatura de trabajo de hasta 100°C por períodos de 120 horas.
- Alta flexibilidad, manteniendo su utilidad hasta -15 °C.
- Resistente a ataques causados por el ozono, calor y luz.
- Grandes aplicaciones industriales. [8]

### **d) Principales aplicaciones del SBR vulcanizado**

Como se mencionó anteriormente, el SBR, es el caucho sintético más utilizado en la industria. Siendo sus principales aplicaciones las siguientes:

- Fabricación de neumáticos
- Fabricación de empaques.
- Fabricación de mangueras.
- Fabricación de suelas para el calzado [8]

#### **1.4.4 Ensayo de Materiales**

Hoy en día, se puede evaluar las propiedades de los materiales mediante la realización de ensayos ya sean destructivos o no destructivos. Generalmente, se utilizan muestras (probetas) del material y se les somete a diferentes ensayos, con el fin de obtener

resultados que puedan ser analizados y comparados. Para que estos resultados sean válidos se utilizan equipos y herramientas adecuados, además, la forma de proceder se encuentra descrita en normas ya sea nacionales o internacionales como INEN, NTE, ISO, ASME, UNE, etc.

#### 1.4.5 Ensayo de Suelas de Caucho Vulcanizado

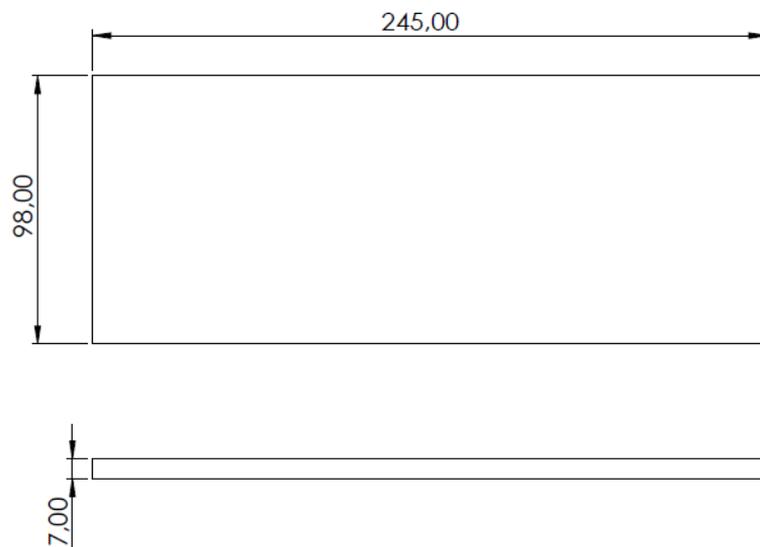
Para la presente investigación se utilizan normas NTE-INEN-ISO en los diferentes ensayos a realizar: Abrasión, Flexión y Dureza.

##### 1.4.5.1 Ensayo de Resistencia a la Abrasión

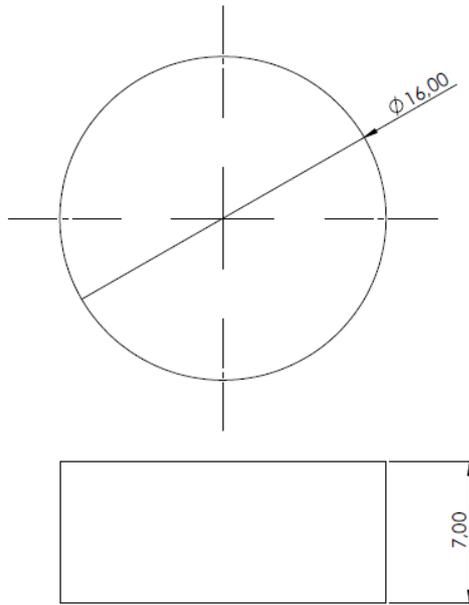
La resistencia a la abrasión es una prueba que se le aplican sobre materiales ya sean poliméricos o no en un ensayo de rayado, el material es sometido a altos rozamientos usualmente por contacto con un material abrasivo. [14]

Para esta investigación se utiliza la norma NTE-INEN-ISO 4649, la cual especifica que, el ensayo radica en determinar la resistencia a la abrasión mediante una probeta debidamente normalizada puesta a prueba en un equipo de tambor cilíndrico giratorio provisto de una lámina abrasiva. Además, la probeta debe tener 16 mm de diámetro y no menos de 6 mm de altura, se deben elaborar 3 probetas por ensayo. [15]

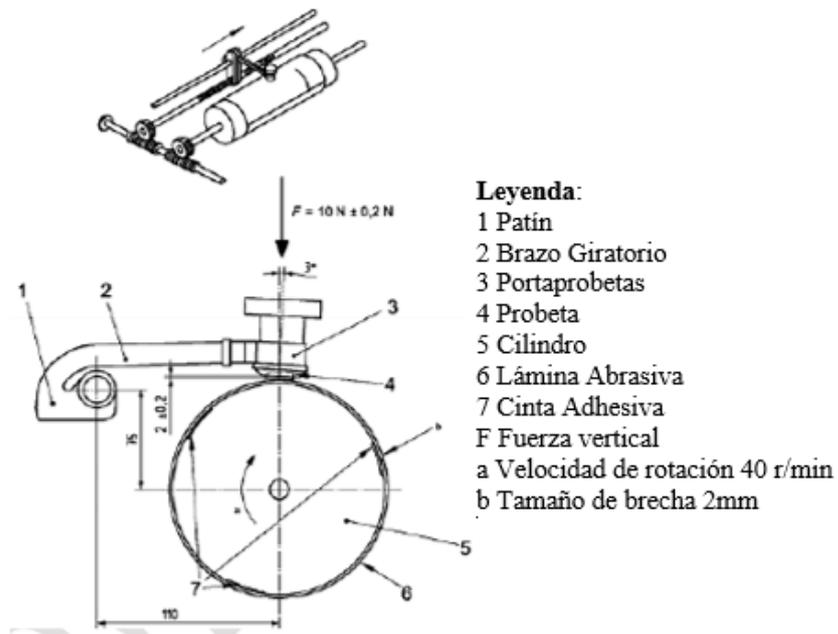
Para poder generar estas 3 probetas, se utilizará una probeta general con las siguientes medidas, como lo indica la Figura 1.9:



**Figura 1. 9** Dimensiones de probeta general para ensayo de Abrasión  
**Fuente:** Autor



**Figura 1. 10** Probeta para el ensayo de Abrasión  
**Fuente:** Autor



**Figura 1. 11.** Banco de Pruebas de abrasión  
**Fuente:** NTE-INEN-ISO 4649

### a) Cálculos para el ensayo de abrasión

Para determinar la resistencia a la abrasión de una probeta de caucho vulcanizado, primeramente, se debe obtener su densidad. Entonces, mediante la utilización de la ISO-2781 se tiene lo siguiente:

### a.1) Densidad

Básicamente lo que la ISO-2781 explica es el principio de Arquímedes para obtener la densidad de un sólido.

$$\rho = \frac{m_1}{m_2 - m_3} * \rho_{H2O} \quad (\text{Ec 2.1})$$

Donde:

$\rho$ : Densidad de la probeta de ensayo (mg/mm<sup>3</sup>)

$m_1$ = Masa de la probeta de ensayo (Masa en Aire) (mg)

$m_2$ = Masa del agua (mg)

$m_3$ = Masa del agua + Masa de la probeta (Pesada en Agua) (mg)

$\rho_{H2O}$ = Densidad del agua (1 mg/mm<sup>3</sup>)

### a.2) Perdida de Volumen Relativa

La pérdida de volumen relativa se da mediante la ecuación 2.3

$$\Delta V_{rel} = \frac{\Delta m_t * \Delta m_{const}}{\rho * \Delta m_r} \quad (\text{Ec 2.2})$$

Donde:

$\Delta V_{rel}$ = Pérdida de volumen relativa (mm<sup>3</sup>)

$\Delta m_t$ = Pérdida de masa de la probeta de caucho ensayada (mg)

$\Delta m_{const}$ = Pérdida de masa de la probeta de compuesto de referencia (200 mg)

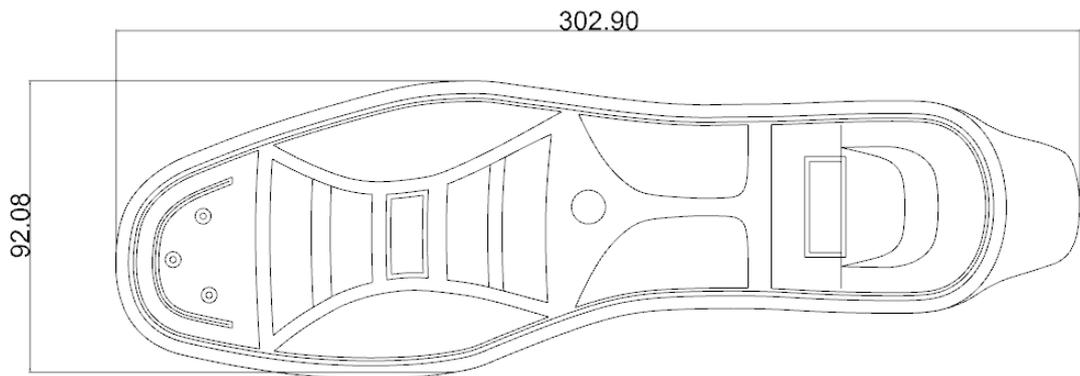
$\rho$ = Densidad de la probeta de caucho ensayada (mg/mm<sup>3</sup>)

$\Delta m_r$ = Poder abrasivo de la lámina, es decir, pérdida de masa de la probeta del compuesto de referencia (mg).

### 1.4.5.2 Ensayo de Flexión de Suelas

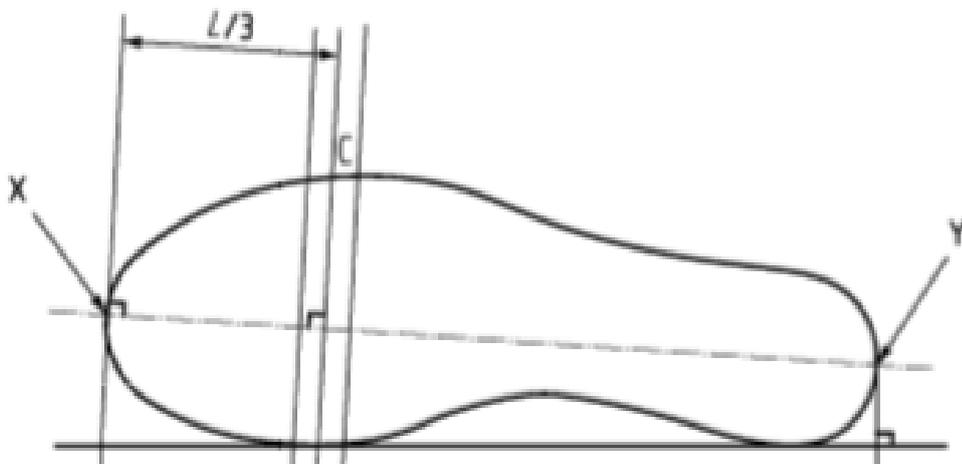
La fatiga por flexión en la mayoría de los polímeros ocurre cuando a este se le somete una determinada presión hasta llegar a su rotura o agrietamiento. [16]

Para la ejecución de este ensayo, en esta investigación, se utiliza la norma NTE-INEN-ISO-20344, que indica que la probeta en este caso es un ejemplar completo de suela. Ésta, será normalmente la talla 42 o 39 europea. En esta investigación se utiliza una suela talla 39 con las siguientes dimensiones, como lo indica la Figura 1.12:



**Figura 1. 12** Dimensiones probeta para Flexión  
**Fuente:** Autor

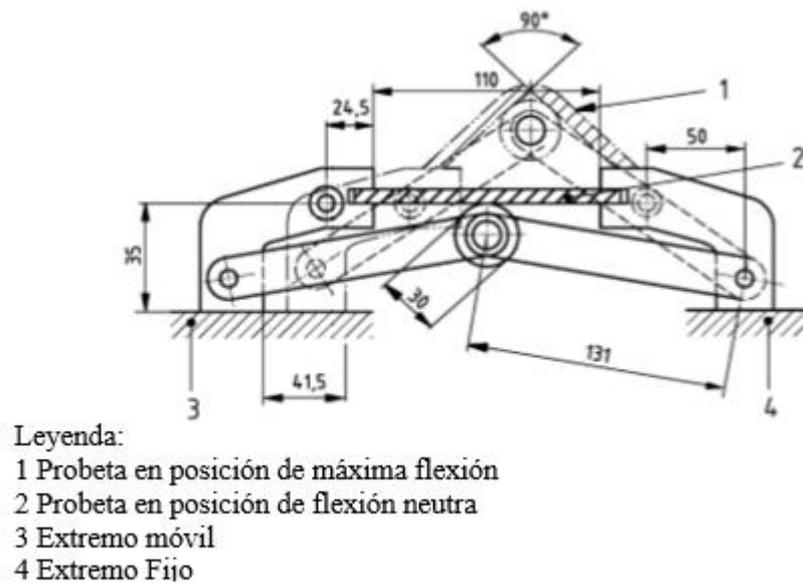
El ensayo radica en hacer 3 incisiones de 2mm sobre la línea de flexión de la suela, como en la Figura 1.13. Al final del ensayo, el objetivo es calcular la diferencia de las incisiones antes y después del ensayo. [17]



**Figura 1. 13.** Ubicación de la línea de flexión  
**Fuente:** NTE-INEN-ISO 20344

Luego, mediante la utilización del Flexómetro de Suelas, se flexiona la probeta durante 30000 ciclos partiendo del estado de máxima flexión (90°), como lo indica la Figura 1.14, así la probeta se somete a una deformación con velocidad constante entre 135 ciclos/min a 150 ciclos/min.

Según lo establecido en la norma, se debe determinar la medida de la incisión cada 10000 ciclos.



**Figura 1. 14.** Dispositivo para el ensayo de resistencia a la flexión de la suela  
**Fuente:** NTE-INEN-ISO 20344

## a) Cálculos para el Ensayo de Flexión

### a.1) Aumento de la incisión

El único cálculo que se lleva a cabo en este ensayo es el aumento de la incisión, y se lo determina mediante la aplicación de la ecuación 2.4

$$\Delta I_P = L_f - L_0 \quad (\text{Ec 2.3})$$

Donde:

$\Delta I_P$ = Aumento de la incisión (mm)

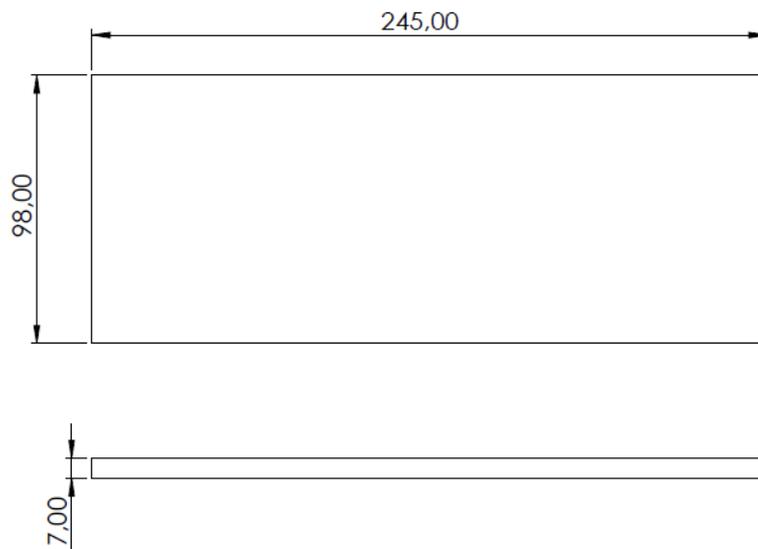
$L_f$ = Longitud final de la incisión (mm)

$L_0$ = Longitud inicial de la incisión

### 1.4.5.3 Ensayo de Dureza

La dureza de un material es una medida de la oposición de éste a ser penetrado por algún otro objeto, lo cual podría generar una deformación permanente. En este sentido, un material es más duro mientras menos se deje marcar por el objeto que lo penetra. [18]

Para esta investigación, se utiliza la norma NTE-INEN-868, en donde, la probeta al igual que en el anterior es un ejemplar completo de suela, o una probeta del material totalmente plana con superficies paralelas, como lo indica la Figura 1.15 [19]



**Figura 1. 15** Dimensiones para probetas de Dureza  
**Fuente:** Autor

La escala de medida que utiliza este ensayo es Shore A, que es una medida de dureza elástica de los materiales.

En este ensayo se utiliza un Durómetro Manual escala Shore A, que generalmente es para cauchos vulcanizados blandos o medios blandos, como lo indica la Figura 1.16.

El Durómetro consta de una punta troncocónica, la cual se penetra en la probeta y provoca la reacción de un resorte metálico calibrado.

Para la realización del ensayo, se realizan 5 mediciones manteniendo el durómetro de forma vertical sobre la probeta. Además, se debe procurar que cada medición tenga una separación mínima de 6 mm, y que estén separadas del borde de la probeta un mínimo de 12 mm.



**Figura 1. 16.** Durómetro escala Shore A  
**Fuente:** El Autor

#### **a) Cálculos del ensayo de dureza**

El valor correspondiente de la dureza se toma como el valor promedio de las cinco lecturas efectuadas, calculado según la ecuación 2.4.

$$H(A) = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5} \quad (\text{Ec 2.4})$$

Donde:

$H(A)$ = Dureza promedio de la probeta (Shore A)

$H_{1,2,3,4,5}$ = Dureza de cada lectura realizada (Shore A)

#### **1.4.6 Diseño de Experimentos (DOE)**

Un diseño experimental consiste en planificar y ejecutar un conjunto de pruebas con el objetivo de generar datos para poder ser analizados estadísticamente que proporcionen resultados objetivos para dar respuesta a las interrogantes planeadas por el experimentador. Un DOE está compuesto de tres elementos principales: los factores, los niveles y las variables de respuesta. [20]

El DOE abarca una gran clasificación de técnicas para experimentar, algunas de ellas son: Diseño de un factor, diseño de varios factores, diseño en bloques, diseños factoriales, diseño robusto, diseño mixto, metodología de superficie de respuesta, etc. [21]

Para esta investigación se utilizan dos técnicas: Diseño Factorial y Metodología de Superficie de Respuesta.

#### **1.4.6.1 Diseños Factoriales**

Este diseño experimental sirve para estudiar el efecto individual y de interacción de varios factores sobre una o más variables. [20]

#### **1.4.6.2 Metodología de Superficie de Respuesta**

La Metodología de Superficie de Respuesta (MSR), es una estrategia de experimento y análisis que permite hallar las condiciones de operación óptimas de un proceso o de un material, es decir, los valores óptimos de una o varias características del producto. [20]

### **1.5 HIPÓTESIS**

Las fracciones PHR del material vulcanizado Caucho SBR 1502 con Dióxido de Silicio Amorfo influirá en las propiedades mecánicas tales como resistencia a la abrasión, fatiga por flexión y dureza.

### **1.6 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

#### **1.6.1 Variables Independientes**

Parámetros: Fracción PHR, Temperatura de vulcanización y Tiempo de Vulcanización.

#### **1.6.2 Variables Dependientes**

Propiedades Mecánicas: Resistencia a la abrasión, Fatiga por flexión y Dureza.

#### **1.6.3 Término de la Relación**

INFLUIRÁ.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1 Exploratorio**

Para la presente investigación se utilizó el método exploratorio, fabricando un nuevo material compuesto, constituido por SBR 1502, dióxido de silicio amorfo y otros componentes, con el fin de realizar algunas combinaciones para poder determinar la configuración que cumpla con las normas NTE-INEN-ISO, dentro de la industria del calzado, específicamente para la fabricación de suelas tipo informal de caucho.

##### **2.1.2 Descriptivo**

Mediante este método se logró describir las propiedades mecánicas del material vulcanizado. Así, se conoció el comportamiento de las distintas configuraciones mediante la realización de ensayos de abrasión, fatiga y dureza. Además, los resultados se especificaron en fichas.

##### **2.1.3 Correlacional**

Con este método se pretendió correlacionar las distintas variables estudiadas, específicamente se buscó establecer si es que existe alguna relación, de que tipo es y cuál es su intensidad.

##### **2.1.4 Experimental**

El presente trabajo es experimental, debido a que se elaboraron distintas probetas para cada ensayo y mediante los resultados obtenidos, se consiguió una configuración adecuada.

### 2.1.5 Bibliográfico

En este trabajo experimental se adquirió información de distintas tesis, de libros, de artículos científicos, de revistas y de páginas web, todas estas fuentes fueron de mucha utilidad para la realización de los ensayos y para la obtención de resultados correctos y coherentes.

## 2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

### 2.2.1 Población

El material vulcanizado se desarrolló en base de SBR 1502 y Dióxido de Silicio Amorfo, realizando 3 distintas configuraciones, evaluándolas a diferentes tiempos y temperaturas de vulcanización.

Tabla 2. 1. Población

<b>Configuración</b>		
<b>Niveles</b>		<b>Descripción</b>
M1=4	Bajo	(100 PHR de Caucho + 22 PHR de SiO <sub>2</sub> Amorfo + Otros)
M2=6	Medio	(100 PHR de Caucho + 33 PHR de SiO <sub>2</sub> Amorfo + Otros)
M3=8	Alto	100 PHR de Caucho + 44 PHR de SiO <sub>2</sub> Amorfo + Otros
<b>Tiempo de Vulcanización</b>		
1	Bajo	6 minutos
2	Medio	6 minutos y 30 Segundos
3	Alto	7 minutos
<b>Temperatura de Vulcanización</b>		
1	Bajo	165 °C
2	Medio	171.5 °C
3	Alto	178 °C

Fuente: Autor

Donde:

**Otros:** Activadores, Plastificantes, Antidegradantes, Agente de Vulcanización, Acelerantes, Ayudas de Proceso.

### 2.2.2 Muestra

Como se observa en la tabla 2.1 existen 3 factores y 3 niveles, por lo cual, mediante un estudio de casos se obtiene un diseño experimental de la forma  $3^3$ , obteniéndose así 27 casos que serán analizados en los diferentes ensayos de abrasión, fatiga por flexión y dureza.

A continuación, en la Tabla 2.2 se detallan los casos de estudios que serán analizados en esta investigación.

Tabla 2. 2. Muestra

Caso	Configuración	Tiempo (mins)	Temperatura (°C)
1	M1	6	165
2	M1	6	171,5
3	M1	6	178
4	M1	6,5	165
5	M1	6,5	171,5
6	M1	6,5	178
7	M1	7	165
8	M1	7	171,5
9	M1	7	178
10	M2	6	165
11	M2	6	171,5
12	M2	6	178
13	M2	6,5	165
14	M2	6,5	171,5
15	M2	6,5	178
16	M2	7	165
17	M2	7	171,5
18	M2	7	178
19	M3	6	165
20	M3	6	171,5
21	M3	6	178
22	M3	6,5	165
23	M3	6,5	171,5
24	M3	6,5	178
25	M3	7	165
26	M3	7	171,5
27	M3	7	178

Fuente: Autor

Para poder obtener el número de probetas necesarias, nos enfocaremos en las normas antes mencionadas, que rigen para cada uno de los ensayos:

- Según la norma NTE-INEN-ISO 4649 es necesario 3 probetas por caso de estudio.
- Según la norma NTE-INEN-ISO 20344 es necesario 3 probetas por caso de estudio.
- Según la norma NTE-INEN-ISO 868 es necesario 1 probeta por caso de estudio.

Entonces, en la Tabla 2.3 se detallan las probetas necesarias para el presente trabajo experimental.

**Tabla 2. 3.** Casos de Estudio

Caso de Estudio	Ensayos			
	Abrasión	Flexión	Dureza	
1	3	3	1	7
2	3	3	1	7
3	3	3	1	7
4	3	3	1	7
5	3	3	1	7
6	3	3	1	7
7	3	3	1	7
8	3	3	1	7
9	3	3	1	7
10	3	3	1	7
11	3	3	1	7
12	3	3	1	7
13	3	3	1	7
14	3	3	1	7
15	3	3	1	7
16	3	3	1	7
17	3	3	1	7
18	3	3	1	7
19	3	3	1	7
20	3	3	1	7
21	3	3	1	7
22	3	3	1	7
23	3	3	1	7
24	3	3	1	7
25	3	3	1	7
26	3	3	1	7
27	3	3	1	7
Total de Probetas				189

Fuente: Autor

## 2.3 OPERACIÓN DE VARIABLES

### 2.3.1 Variable Independiente

Material vulcanizado Caucho Estireno Butadieno 1502 con Dióxido de Silicio Amorfo

**Tabla 2. 4.** Variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	CATEGORIA	INDICADOR	INDICE	TÉCNICAS E INSTRUMENTACION
Un material vulcanizado de caucho SBR + dióxido de silicio amorfo y otros componentes, es obtenido mediante el proceso de vulcanización por azufre, generando como resultado final un material con mejores propiedades adecuadas para la industria de calzado.	Material Vulcanizado	Parámetros	Fracción PPHR de componentes de mezcla de Caucho	M1	Observación
				M2	Bibliográfica
				M3	Observación Directa Fichas Técnicas
			Tiempo de vulcanización	4 mins	Observación
				8 mins	Bibliográfica
				12 mins	Termómetro de prensa hidráulica Ficha de Laboratorio
			Temperatura de Vulcanización	145 °C	Observación Directa
				165 °C	Temporizador de prensa hidráulica
				190 °C	Fichas de Laboratorio

Fuente: Autor

### 2.3.2 Variable Dependiente

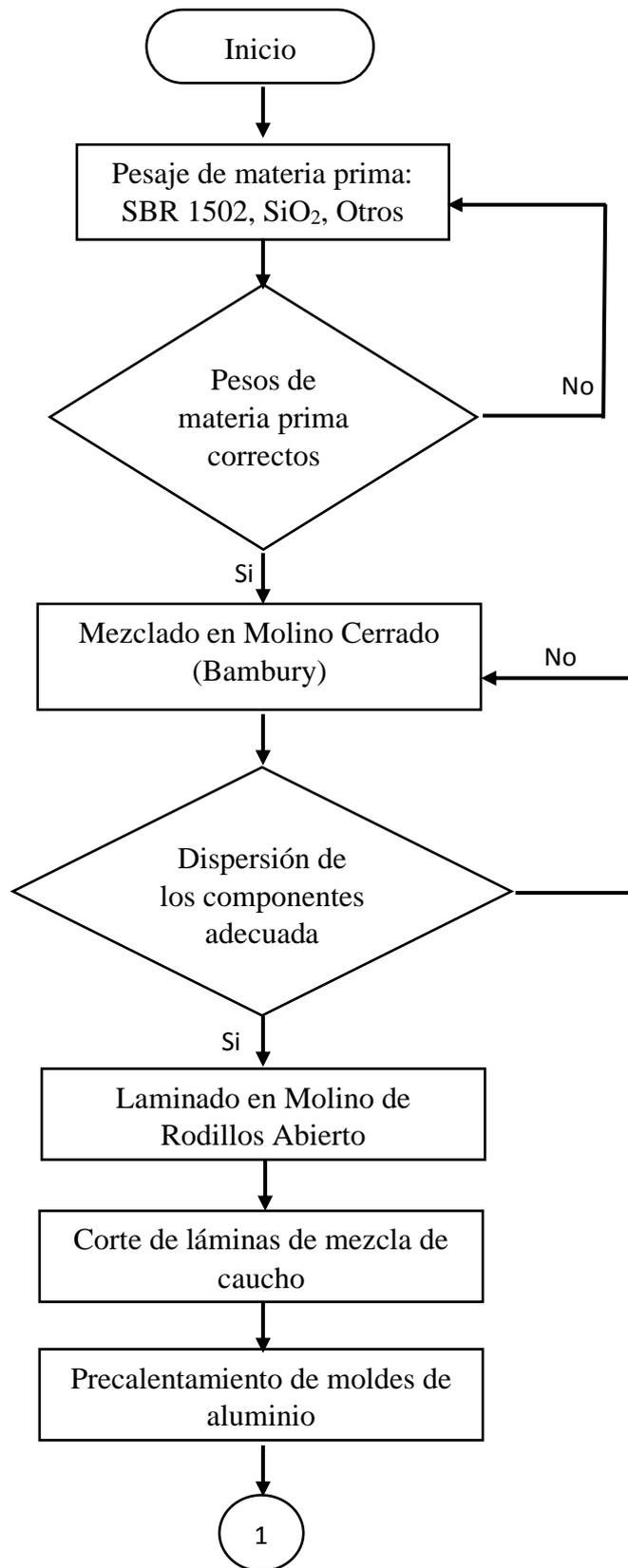
Incidencia en la resistencia a la abrasión, fatiga por flexión y dureza.

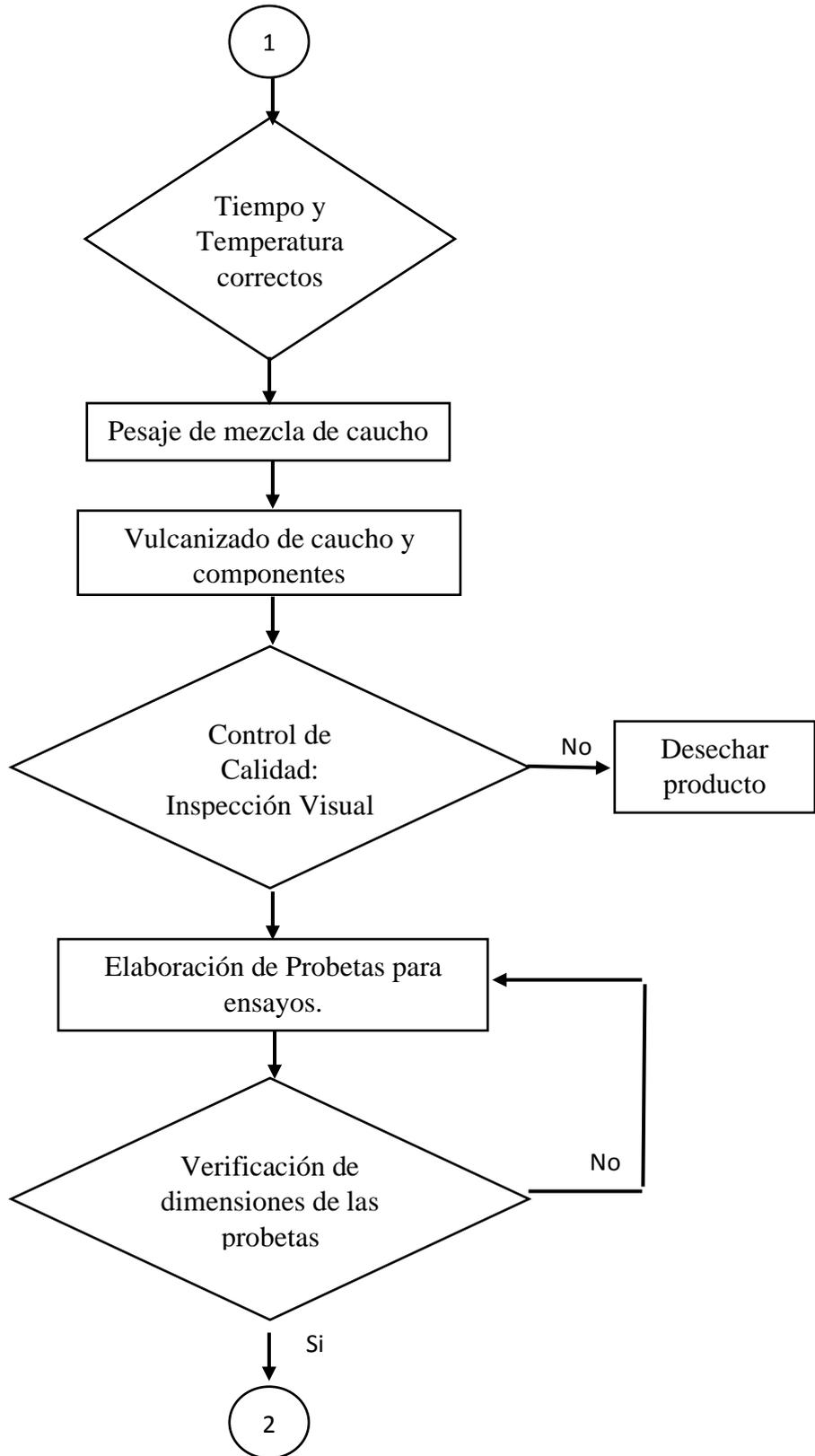
Tabla 2. 5. Variable Dependiente

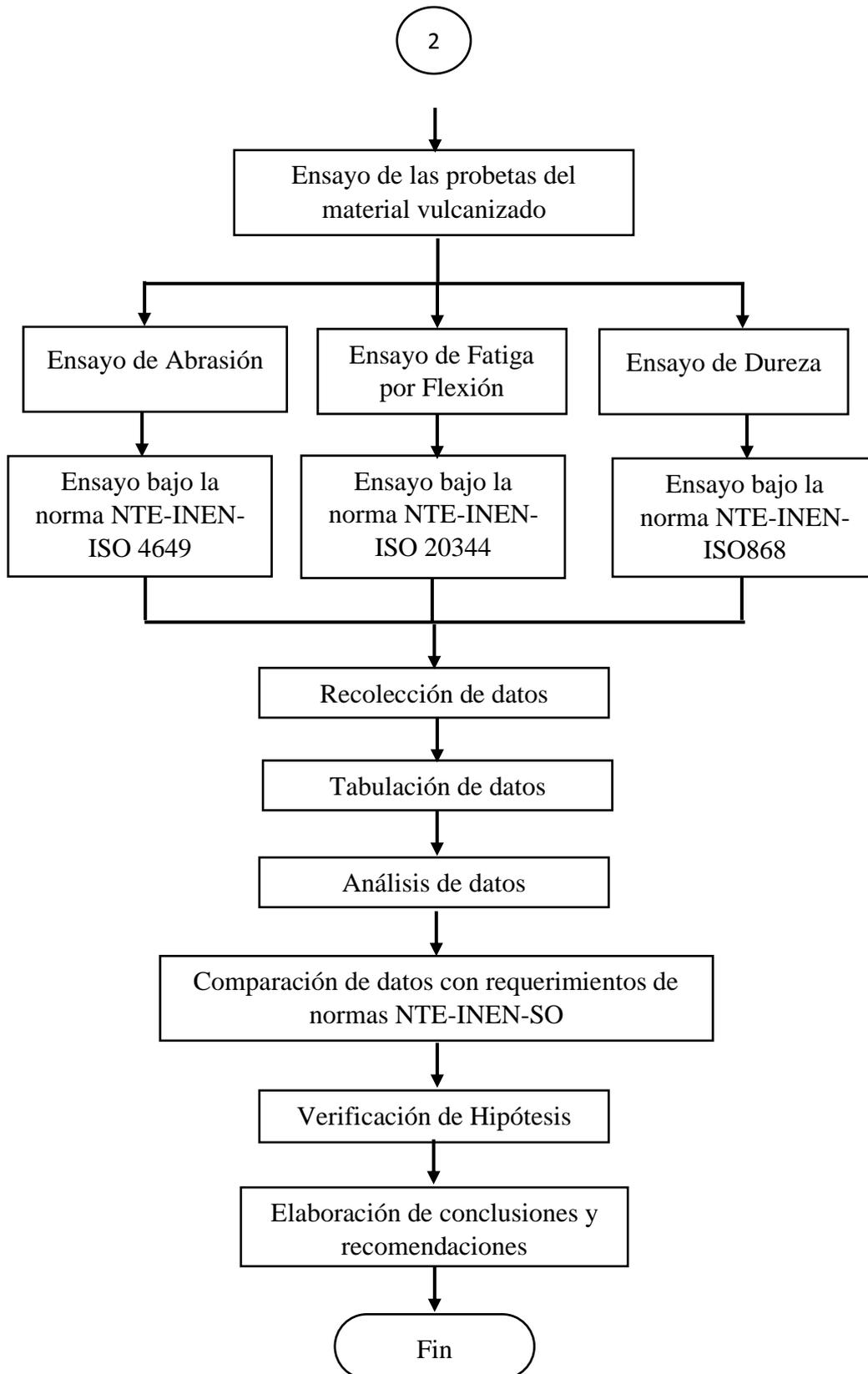
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	CATEGORIA	INDICADOR	INDICE		TÉCNICAS E INSTRUMENTACION
Se define como el comportamiento del material cuando es sometido a diferentes cargas exteriores, mediante la aplicación de ensayos que se rigen en diferentes normas.	Propiedades Mecánicas	Ensayo de Abrasión	Perdida de volumen relativo	$\delta \leq 0.9$ g/cm <sup>3</sup> , V ≤ 250 mm <sup>3</sup>	$\delta > 0.9$ g/cm <sup>3</sup> , V ≤ 170 mm <sup>3</sup>	Banco de Abrasión de Rodillos Norma NTE INE ISO 4649 Fichas de laboratorio
		Ensayo de Flexión	Crecimiento de incisión	Se acepta, ≤ 4 mm  Se rechaza, > 4 mm		Flexómetro de Suelas Norma NTE INE ISO 20344 Fichas de laboratorio
		Ensayo de dureza	Dureza Shore A	65 +- 5		Durómetro Manual (Escala Shore-A) Norma NTE INE ISO 868 Fichas de Laboratorio

Fuente: Autor

## 2.4 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DEL MATERIAL VULCANIZADO







## 2.5 PROCEDIMIENTOS

### 2.5.1 Procedimiento para la obtención del producto Vulcanizado

Tabla 2. 6. Procedimiento para la obtención del producto Vulcanizado

Actividad	Gráfico
<p><b>1) Pesaje de materia prima: SBR, SiO<sub>2</sub>, Otros</b></p> <p>La materia prima utilizada para la presente investigación se encontraba disponible en la bodega de materias prima de la empresa, por lo cual no fue problema obtenerla. Seguidamente, para poder realizar las 3 configuraciones propuestas fue necesario pesar cada uno de los componentes. A este proceso se lo conoce como formulación de la mezcla de caucho.</p>	
<p><b>2) Mezclado en Molino Cerrado</b></p> <p>El mezclado en el molino se divide en dos etapas: Carga y Descarga.</p> <p><b>Carga:</b> Con todas las formulaciones listas, se procedió a mezclarlas en el mezclador de tipo Banbury. Primeramente, agregando el SBR 1502, luego las cargas reforzantes, y por último los elementos restantes.</p> <p><b>Descarga:</b> El ciclo de mezclado dura aproximadamente 10 minutos. Luego de este tiempo automáticamente se abre la cámara de mezclado y cae nuestra mezcla. Aquí, se verifico que todos los componentes se hayan dispersado de una manera uniforme y correcta.</p>	 

### 3) Laminado en Molino Abierto

Para que la mezcla quede totalmente compacta se la lámina en el molino de rodillos. Para esta investigación la mezcla era un factor muy importante, por lo que, se realizaron 12 pasadas en el molino. Así, se obtuvo una lámina de mezcla de caucho totalmente compactada.



### 4) Corte de Mezcla de Caucho

Para cortar las láminas de caucho se las colocó sobre una superficie limpia y lisa. Luego, se la deja reposar durante 5 minutos como máximo e inmediatamente se las corta verticalmente con una distancia de 10 cm aproximadamente.



### 5) Pre calentamiento de moldes de aluminio

Para esta investigación se utilizaron 2 moldes de aluminio, uno para obtener las probetas para el ensayo de flexión y otro para obtener las probetas de los ensayos de abrasión y dureza. Estos moldes fueron previamente preparados y limpiados.

En el control de mando de la prensa se digitó la temperatura y tiempo de acuerdo con el Caso 1 de la tabla 3.1



### 6) Pesaje de Mezcla de Caucho

Se debe pesar el caucho de acuerdo con el volumen de cada molde más un 10% que será la rebaba. Para ello se utiliza la balanza digital.

Para el primer molde se pesa ...gr de caucho

Para el segundo molde se pesa ....gr de caucho



### 7) Colocación de caucho en moldes

Este paso es muy importante ya que una mala colocación del caucho podría ocasionar una vulcanización quemada o cruda. El caucho se debe distribuir de una manera adecuada por todo el molde.

Por ello, para el molde que se utilizara en los ensayos de flexión se colocó mayor cantidad de caucho en el taco ya que es la parte más voluminosa de la suela.

Para el molde de abrasión y dureza el caucho se repartió en partes iguales ya que se trata de una forma regular.



### 8) Cargado de moldes en la prensa

Los moldes se cierran con cuidado, verificando que la tapa coincida exactamente con la base.

Luego, se colocan los moldes en la prensa y se activa el pistón para generar la primera compresión.



<p><b>9) Vulcanizado del caucho y componentes</b></p> <p>Este proceso no necesita de intervención humana directa. Simplemente se espera a que transcurra el tiempo de vulcanización establecido para cada caso.</p>	<p>N/A</p>
<p><b>10) Descarga de moldes</b></p> <p>Una vez transcurrido el tiempo suena una alarma que indica que la vulcanización ha terminado. Seguidamente, se desactiva la compresión mediante la utilización de la válvula, se descargan los moldes y se los coloca en la mesa de trabajo. Es importante señalar que, los moldes se encuentran a altas temperaturas por lo que es necesario usar el EPP para este puesto de trabajo.</p>	
<p><b>11) Obtención del producto vulcanizado</b></p> <p>Con los moldes ya en la mesa de trabajo, se procede a abrirlos cuidadosamente y enseguida con la utilización de guantes se los retira y se los deja enfriar por unos minutos.</p>	
<p><b>12) Inspección Visual</b></p> <p>Es el primer filtro que pasa el producto vulcanizado obtenido, en cual se controla que no existan rechupes, ni quemaduras, ni grietas. Esto se lo realiza por simple inspección visual</p>	<p>N/A</p>

### 13) Rebabeo

Se debe quitar el exceso de material con la ayuda de una herramienta de corte, conocida en la empresa como rebabador. Esta herramienta se pasa por todo el borde del producto vulcanizado.



Fuente: Autor

En la actividad número 1 de este procedimiento los pesos de la materia prima que se utilizaron fueron los siguientes:

Tabla 2.7. Pesos para materia prima

<b>Formulación de Mezclas de Caucho</b>			
<b>Configuración</b>	<b>SBR1502</b>	<b>SiO<sub>2</sub> Amorfo</b>	<b>Otros</b>
M1=4	100 PHR = 18 Kg	22 PHR = 4 Kg	30 PHR = 5.5 Kg
M2=6	100 PHR = 18 Kg	33 PHR = 6 Kg	30 PHR = 5.5 Kg
M3=8	100 PHR = 18 Kg	44 PHR = 8 Kg	30 PHR = 5.5 Kg

Fuente: Autor

### 2.5.2 Procedimiento para la Elaboración de Probetas

Tabla 2.8. Procedimiento para elaboración de probetas para ensayos de Flexión, Dureza y Abrasión

<b>Elaboración de Probetas para Ensayo de Fatiga Por Flexión</b>	
<p>1) Del molde de probetas para ensayo de flexión, se obtiene directamente la probeta. Esto debido a que, la norma NTE-INEN-ISO 20344 indica que la probeta es un ejemplar completo de suela de caucho.</p> <p>En este caso no es necesario inspeccionar dimensiones, el único requerimiento es que sean talla 39 Europea, que por lo general tiene 300 mm de longitud.</p>	

<b>Elaboración de Probetas para Ensayo de Dureza</b>	
<p>1) Para el ensayo de dureza, se ocupa un ejemplar completo del molde para abrasión y dureza, esto lo indica la norma NTE-INEN-ISO-868.</p> <p>Únicamente se lo debe dejar enfriar después de la vulcanización.</p>	
<b>Elaboración de Probetas para Ensayo de Abrasión</b>	
<p>Para elaborar la probeta para ensayos de Abrasión nos regimos en la norma NTE-INEN-ISO 4649. Se utilizará un Banco de perforación de boquilla giratoria.</p> <p>1) Tomar el otro ejemplar del molde para probetas de abrasión y flexión y trasladarlo al laboratorio de pruebas.</p>	

2) Colocar el ejemplar sobre el banco de perforación. Asegurándose que esté sobre una base plana y más dura. (En este caso se colocó sobre madera).



3) Para mejorar el proceso de obtención de estas probetas, es muy necesario verter un poco de agua sobre el ejemplar de caucho. El agua actuará como lubricante al momento de la perforación.

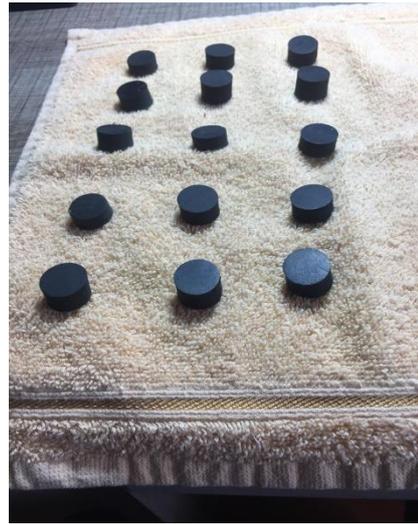


4) Accionar cuidadosamente el banco de perforación, y realizar 3 perforaciones sobre el ejemplar de caucho. Siempre asegurándose de utilizar la boquilla de 16 mm. Una vez realizadas las 3 perforaciones apagar la máquina.



5) Después, cuidadosamente retirar las probetas de la boquilla y colocarlas sobre una zona limpia y seca para evitar que estas se contaminen.

Finalmente se deben verificar sus medidas: 16mm de diámetro y mínimo 6 mm de espesor



Fuente: Autor

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 NOMENCLATURA

##### Mn - XX/YY

**Mn:** Tipo de configuración de acuerdo con la Tabla 2.2. (M1, M2, M3)

**XX:** Tiempo de Vulcanización, (minutos)

**YY:** Temperatura de Vulcanización, (°C)

#### 3.2 TABULACIÓN DE RESULTADOS

##### 3.2.1 Tabulación de Datos de Probetas Ensayadas a Abrasión

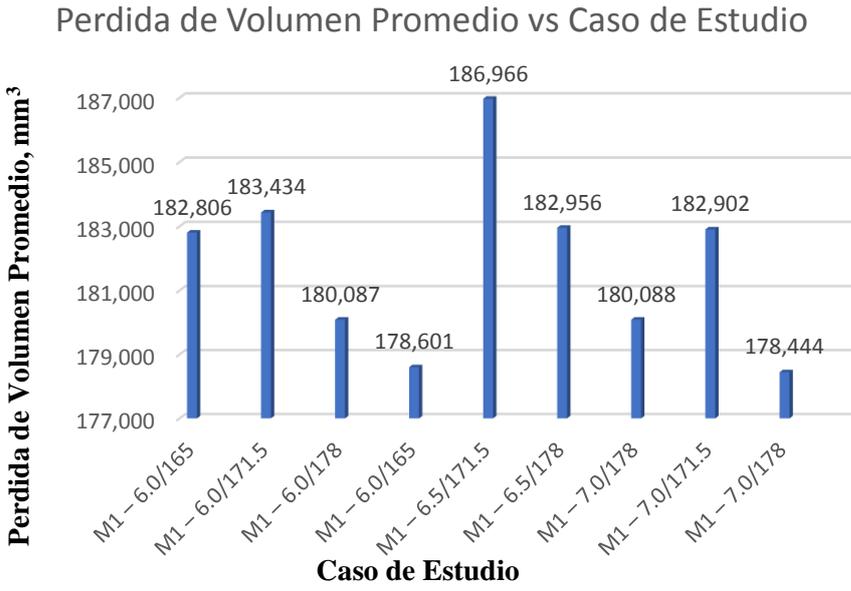
Tabla 3. 1. Tabulación de datos de la configuración M1 ensayada a Abrasión

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 					
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS					
DATOS INFORMATIVOS					
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>	ABR-001		
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>	Ambato		
<b>Lugar:</b>	Laboratorio de Carvifactory CIA LTDA				
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Juan Paredes		
PARAMETRO DE ENSAYO					
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Abrasión	<b>Norma de Ensayo</b>	NTE-INEN-ISO-4649		
<b>Máquina:</b>	Abrasimetro de Suelas, INEN 1926		<b>Fuerza aplicada:</b>	5.0 N	
<b>Temperatura:</b>	19.6 °C	<b>Humedad Relativa:</b>	51%		
DETALLE DE LA MUESTRA					
<b>Base Elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	22	<b>Kg:</b>	4

**Tabla 3.1** Tabulación de datos de la configuración M1 ensayada a Abrasión, continuación

<b>Moldeado del compuesto:</b>		Compresión	<b>Preparación de Probetas:</b>			Perforación
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>						
<b>Código</b>	<b>Nº de Réplica</b>	<b>Masa Inicial (mg)</b>	<b>Densidad (mg/mm<sup>3</sup>)</b>	<b>Masa Final (mg)</b>	<b>Perdida de Volumen Relativo (mm<sup>3</sup>)</b>	<b>Perdida de Volumen Promedio (mm<sup>3</sup>)</b>
M1 – 6.0/165	1	1600	1,046	1390	182,557	182,806
	2	1780	1,050	1565	186,121	
	3	2110	1,037	1905	179,739	
M1 – 6.0/171.5	1	1520	1,048	1315	177,781	183,434
	2	2075	1,053	1860	185,564	
	3	2070	1,045	1855	186,957	
M1 – 6.0/178	1	1580	1,016	1375	183,415	180,087
	2	1610	1,025	1410	177,301	
	3	2050	1,038	1845	179,545	
M1 – 6.0/165	1	1565	1,043	1360	178,623	178,601
	2	1600	1,046	1400	173,864	
	3	1760	1,041	1550	183,316	
M1 – 6.5/171.5	1	1825	1,049	1610	186,351	186,966
	2	1665	1,044	1450	187,237	
	3	2160	1,043	1945	187,311	
M1 – 6.5/178	1	1580	1,050	1370	181,847	182,956
	2	1615	1,035	1400	188,798	
	3	2060	1,046	1855	178,222	
M1 – 7.0/178	1	1535	1,048	1330	177,865	180,088
	2	1760	1,035	1550	184,401	
	3	2005	1,047	1800	177,998	
M1 – 7.0/171.5	1	1555	1,037	1340	188,541	182,902
	2	1870	1,051	1660	181,721	
	3	1765	1,044	1560	178,445	
M1 – 7.0/178	1	1870	1,051	1680	180,856	178,444
	2	1580	1,046	1405	167,247	
	3	2020	1,041	1790	220,891	
<b>FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO</b>						

**Tabla 3.1** Tabulación de datos de la configuración M1 ensayada a Abrasión, continuación

																					
<b>GRÁFICA</b>																					
<p><b>Perdida de Volumen Promedio vs Caso de Estudio</b></p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Caso de Estudio</th> <th>Perdida de Volumen Promedio, mm<sup>3</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M1-6.0/165</td> <td>182,806</td> </tr> <tr> <td>M1-6.0/171.5</td> <td>183,434</td> </tr> <tr> <td>M1-6.0/178</td> <td>180,087</td> </tr> <tr> <td>M1-6.0/165</td> <td>178,601</td> </tr> <tr> <td>M1-6.5/171.5</td> <td>186,966</td> </tr> <tr> <td>M1-6.5/178</td> <td>182,956</td> </tr> <tr> <td>M1-7.0/178</td> <td>180,088</td> </tr> <tr> <td>M1-7.0/171.5</td> <td>182,902</td> </tr> <tr> <td>M1-7.0/178</td> <td>178,444</td> </tr> </tbody> </table>		Caso de Estudio	Perdida de Volumen Promedio, mm <sup>3</sup>	M1-6.0/165	182,806	M1-6.0/171.5	183,434	M1-6.0/178	180,087	M1-6.0/165	178,601	M1-6.5/171.5	186,966	M1-6.5/178	182,956	M1-7.0/178	180,088	M1-7.0/171.5	182,902	M1-7.0/178	178,444
Caso de Estudio	Perdida de Volumen Promedio, mm <sup>3</sup>																				
M1-6.0/165	182,806																				
M1-6.0/171.5	183,434																				
M1-6.0/178	180,087																				
M1-6.0/165	178,601																				
M1-6.5/171.5	186,966																				
M1-6.5/178	182,956																				
M1-7.0/178	180,088																				
M1-7.0/171.5	182,902																				
M1-7.0/178	178,444																				
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>EVALUACIÓN</b>																				
<ul style="list-style-type: none"> <li>En esta ficha se presenta todos los resultados de los ensayos de abrasión de las probetas con configuración M1.</li> <li>Para cada caso se ha realizado 1 probeta de la cual se han obtenido 3 probetas cilíndricas que es lo que exige la norma NTE-INEN-ISO-4649.</li> <li>La pérdida de volumen relativo promedio máxima se registra en el caso M1-6.5/171.5 con un valor de 186.966 mm<sup>3</sup>.</li> <li>La pérdida de volumen relativo mínimo se registra en el caso M1-7.0/178 con un valor de 178.44 mm<sup>3</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De todas las pérdidas de volumen promedio analizadas, ninguna supera el 5% de error con respecto a otra, lo cual quiere de decir que los datos son confiables.</li> <li>Según la norma NTE-INEN-ISO-20344, la pérdida de volumen relativo máximo para suelas de caucho informal con una densidad mayor a 0,9 mg/mm<sup>3</sup>, es de 170 mm<sup>3</sup>. Por lo cual, ninguno de los casos expuestos en la tabla cumple con este requisito</li> </ul>																				

Fuente: Autor

Tabla 3. 2. Tabulación de datos de la configuración M2 ensayada a Abrasión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 						
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS						
DATOS INFORMATIVOS						
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>	ABR-002			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>	Ambato			
<b>Lugar:</b>	Laboratorio de Carvifactory CIA LTDA					
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Juan Paredes			
PARAMETRO DE ENSAYO						
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Abrasión	<b>Norma de Ensayo</b>	NTE-INEN-ISO-4649			
<b>Máquina:</b>	Abrasimetro de Suelas, INEN 1926	<b>Fuerza aplicada:</b>	5.0 N			
<b>Temperatura:</b>	21.5 °C	<b>Humedad Relativa:</b>	50%			
DETALLE DE LA MUESTRA						
<b>Base Elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18	
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	33	<b>Kg:</b>	6	
<b>Moldeado del compuesto:</b>	Compresión	<b>Preparación de Probetas:</b>	Perforación			
RESULTADOS DEL ENSAYO						
Código	Nº de Réplica	Masa Inicial (mg)	Densidad (mg/mm <sup>3</sup> )	Masa Final (mg)	Perdida de Volumen Relativo (mm <sup>3</sup> )	Perdida de Volumen Promedio (mm <sup>3</sup> )
M2 – 6.0/165	1	1580	1,068	1415	154,557	155,738
	2	1750	1,070	1580	158,829	
	3	1920	1,073	1755	153,828	
M2 – 6.0/171.5	1	1745	1,074	1580	153,653	152,135
	2	2225	1,075	2065	148,854	
	3	1635	1,072	1470	153,899	
M2 – 6.0/178	1	1905	1,070	1735	158,845	154,418
	2	1675	1,070	1505	158,836	
	3	2220	1,065	2065	145,574	
M2 – 6.0/165	1	1635	1,069	1470	154,404	157,132
	2	2045	1,071	1875	158,778	
	3	1875	1,074	1705	158,213	
M2 – 6.5/171.5	1	2015	1,072	1850	153,945	152,272
	2	1565	1,072	1395	158,594	
	3	1590	1,074	1435	144,277	
M2 – 6.5/178	1	2170	1,069	1995	163,710	157,133
	2	1600	1,074	1435	153,656	
	3	1655	1,071	1490	154,033	

**Tabla 3.2** Tabulación de datos de la configuración M2 ensayada a Abrasión, continuación

M2 – 7.0/178	1	1645	1,072	1480	153,967	152,280
	2	1660	1,074	1495	153,569	
	3	1870	1,072	1710	149,305	
M2 – 7.0/171.5	1	1640	1,072	1475	153,933	154,060
	2	1930	1,066	1770	150,052	
	3	1800	1,075	1630	158,194	
M2 – 7.0/178	1	1625	1,069	1460	154,338	153,749
	2	1720	1,075	1560	148,837	
	3	1995	1,075	1825	158,070	

**FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO**



**GRÁFICA**

**Tabla 3.2** Tabulación de datos de la configuración M2 ensayada a Abrasión, continuación

<p style="text-align: center;"><b>Perdida de Volumen Promedio vs Caso de Estudio</b></p>	
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>EVALUACIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta todos los resultados de los ensayos de abrasión de las probetas con configuración M2.</li> <li>• Para cada caso se ha realizado 1 probeta de la cual se han obtenido 3 probetas cilíndricas que es lo que exige la norma NTE-INEN-ISO-4649.</li> <li>• La pérdida de volumen relativo promedio máxima se registra en el caso M1-6.5/178.0 con un valor de 157.133 mm<sup>3</sup>.</li> <li>• La pérdida de volumen relativo mínimo se registra en el caso M1-6.0/171.5 con un valor de 152.35 mm<sup>3</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De todas las pérdidas de volumen promedio analizadas, ninguna supera el 5% de error con respecto a otra, lo cual quiere de decir que los datos son confiables.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344, la pérdida de volumen relativo máximo para suelas de caucho informal con una densidad mayor a 0,9 mg/mm<sup>3</sup>, es de 170 mm<sup>3</sup>. Por lo cual, todos los casos de estudio cumplen con este requisito.</li> <li>• Entonces, se acepta la configuración M2 como posible material vulcanizado para producir suelas de caucho.</li> </ul>

Fuente: Autor

**Tabla 3. 3.** Tabulación de datos de la configuración M3 ensayada a Abrasión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 						
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS						
DATOS INFORMATIVOS						
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>	ABR-003			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>	Ambato			
<b>Lugar:</b>	Laboratorio de Carvifactory CIA LTDA					
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Juan Paredes			
PARAMETRO DE ENSAYO						
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Abrasión	<b>Norma de Ensayo</b>	NTE-INEN-ISO-4649			
<b>Máquina:</b>	Abrasimetro de Suelas, INEN 1926	<b>Fuerza aplicada:</b>	5.0 N			
<b>Temperatura:</b>	19.6 °C	<b>Humedad Relativa:</b>	51%			
DETALLE DE LA MUESTRA						
<b>Base Elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18	
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	44	<b>Kg:</b>	8	
<b>Moldeado del compuesto:</b>	Compresión	<b>Preparación de Probetas:</b>	Perforación			
RESULTADOS DEL ENSAYO						
Código	Nº de Réplica	Masa Inicial (mg)	Densidad (mg/mm <sup>3</sup> )	Masa Final (mg)	Perdida de Volumen Relativo (mm <sup>3</sup> )	Perdida de Volumen Promedio (mm <sup>3</sup> )
M3 – 6.0/165	1	1730	1,102	1600	152,572	129,042
	2	1880	1,106	1760	120,567	
	3	2065	1,107	1930	135,472	
M3 – 6.0/171.5	1	1710	1,103	1585	125,893	132,781
	2	2100	1,099	1960	141,481	
	3	2090	1,103	1960	130,968	
M3 – 6.0/178	1	2170	1,102	2040	131,132	129,304
	2	2185	1,101	2065	121,129	
	3	1725	1,106	1590	135,652	
M3 – 6.0/165	1	1770	1,103	1640	130,979	132,277
	2	2195	1,106	2060	135,649	
	3	2130	1,109	2000	130,203	
M3 – 6.5/171.5	1	1670	1,110	1540	130,173	128,646
	2	1710	1,107	1585	125,487	
	3	2345	1,109	2215	130,277	
M3 – 6.5/178	1	1660	1,107	1540	120,482	126,816
	2	1855	1,111	1730	125,037	
	3	2090	1,112	1955	134,928	

**Tabla 3.3** Tabulación de datos de la configuración M3 ensayada a Abrasión, continuación

M3 – 7.0/178	1	1720	1,106	1595	125,565	128,403
	2	2020	1,116	1895	124,450	
	3	2330	1,110	2195	135,193	
M3 – 7.0/171.5	1	1670	1,106	1540	130,605	128,686
	2	2010	1,107	1885	125,415	
	3	1855	1,111	1725	130,039	
M3 – 7.0/178	1	1570	1,113	1450	119,745	129,932
	2	1970	1,113	1835	134,772	
	3	1885	1,109	1750	135,279	

**FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO**



**GRÁFICA**

**Tabla 3.3** Tabulación de datos de la configuración M3 ensayada a Abrasión, continuación

<p style="text-align: center;"><b>Perdida de Volumen Promedio vs Caso de Estudio</b></p>	
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>EVALUACIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta todos los resultados de los ensayos de abrasión de las probetas con configuración M3.</li> <li>• Para cada caso se ha realizado 1 probeta de la cual se han obtenido 3 probetas cilíndricas que es lo que exige la norma NTE-INEN-ISO-4649.</li> <li>• La pérdida de volumen relativo promedio máxima se registra en el caso M3-6.0/171.5 con un valor de 132.781 mm<sup>3</sup>.</li> <li>• La pérdida de volumen relativo mínimo se registra en el caso M3-6.0/178 con un valor de 129.304 mm<sup>3</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De todas las pérdidas de volumen promedio analizadas, ninguna supera el 5% de error con respecto a otra, lo cual quiere de decir que los datos son confiables.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344, la pérdida de volumen relativo máximo para suelas de caucho informal con una densidad mayor a 0,9 mg/mm<sup>3</sup>, es de 170 mm<sup>3</sup>. Por lo cual, todos los casos de estudio cumplen con este requisito.</li> <li>• Entonces, se acepta la configuración M3 como posible material vulcanizado para producir suelas de caucho.</li> </ul>

Fuente: Autor

### 3.2.2 Tabulación de Datos de Probetas Ensayadas a Flexión

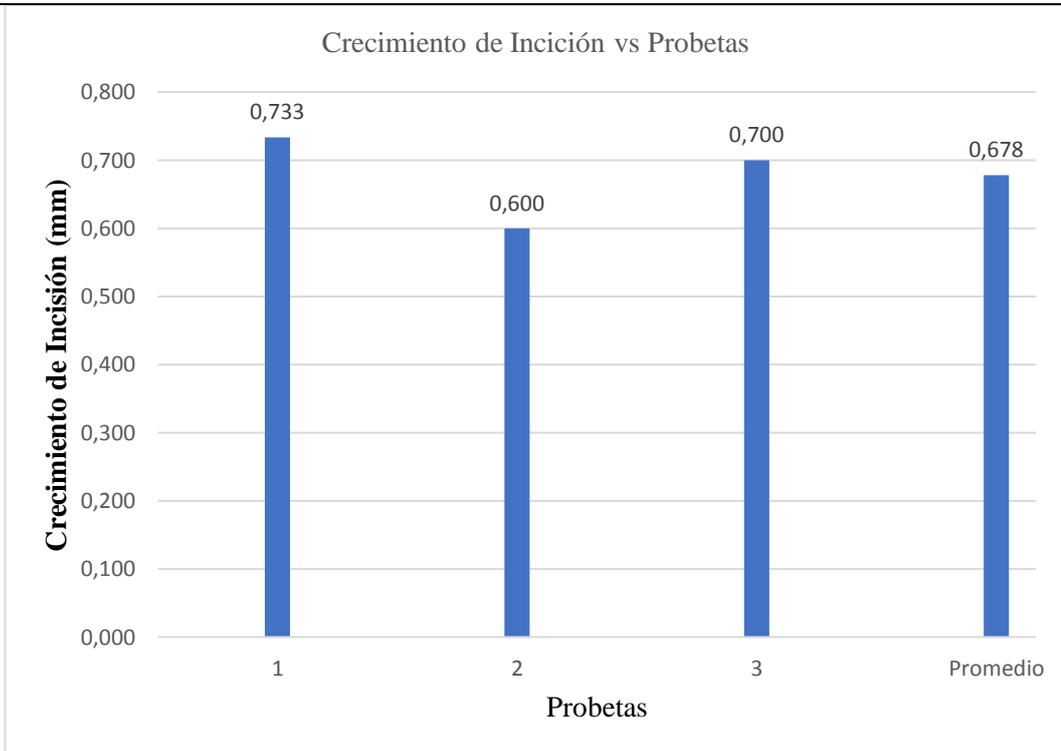
Tabla 3. 4. Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.0/165 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-001			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	19.60 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		51 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	22	<b>Kg:</b>	4			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M1 6.0/165	1	1	2	2,5	2,5	2,6	0,6	0,733
		2	2	2,4	2,7	2,8	0,8	
		3	2	2,7	2,8	2,8	0,8	
	2	1	2	2,4	2,4	2,7	0,7	0,600
		2	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
		3	2	2,2	2,6	2,6	0,6	
	3	1	2	2,3	2,5	2,6	0,6	0,700
		2	2	2,3	2,6	2,8	0,8	
		3	2	2,3	2,5	2,7	0,7	
FOTOGRAFÍA DEL ENSAYO								

**Tabla 3.4** Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.0/165 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M1 6.0/165. Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.733 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 2 con un valor de 0.600 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M1-6.0/165 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.678 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

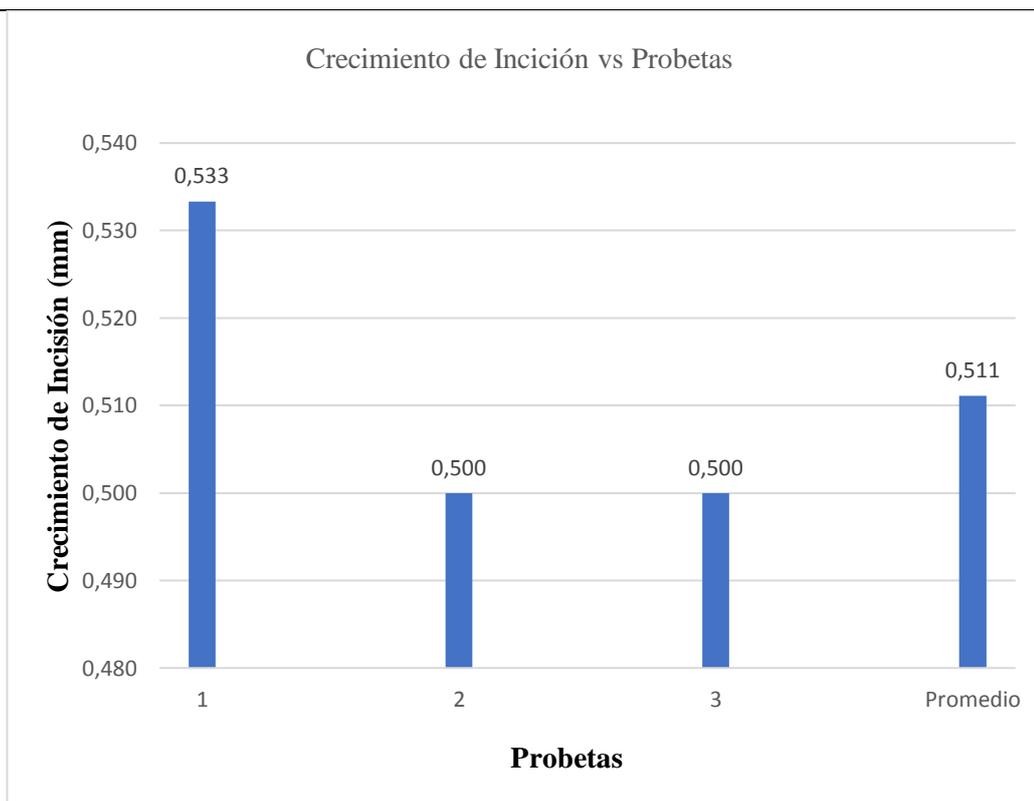
**Tabla 3. 5.** Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.0/171.5 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-002			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	19.60 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		51 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	22	<b>Kg:</b>	4			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M1 6.0/171.5	1	1	2	2,3	2,5	2,5	0,5	0,533
		2	2	2,5	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,5	2,6	0,6	
	2	1	2	2,1	2,4	2,5	0,5	0,500
		2	2	2,3	2,6	2,6	0,6	
		3	2	2,4	2,3	2,4	0,4	
	3	1	2	2,3	2,5	2,5	0,5	0,500
		2	2	2,3	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
Promedio							0,511	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.5** Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.0/171.5 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M1 6.0/171.5. Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.533 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 2 y 3 con un valor de 0.500 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M1-6.0/171.5 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.511 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

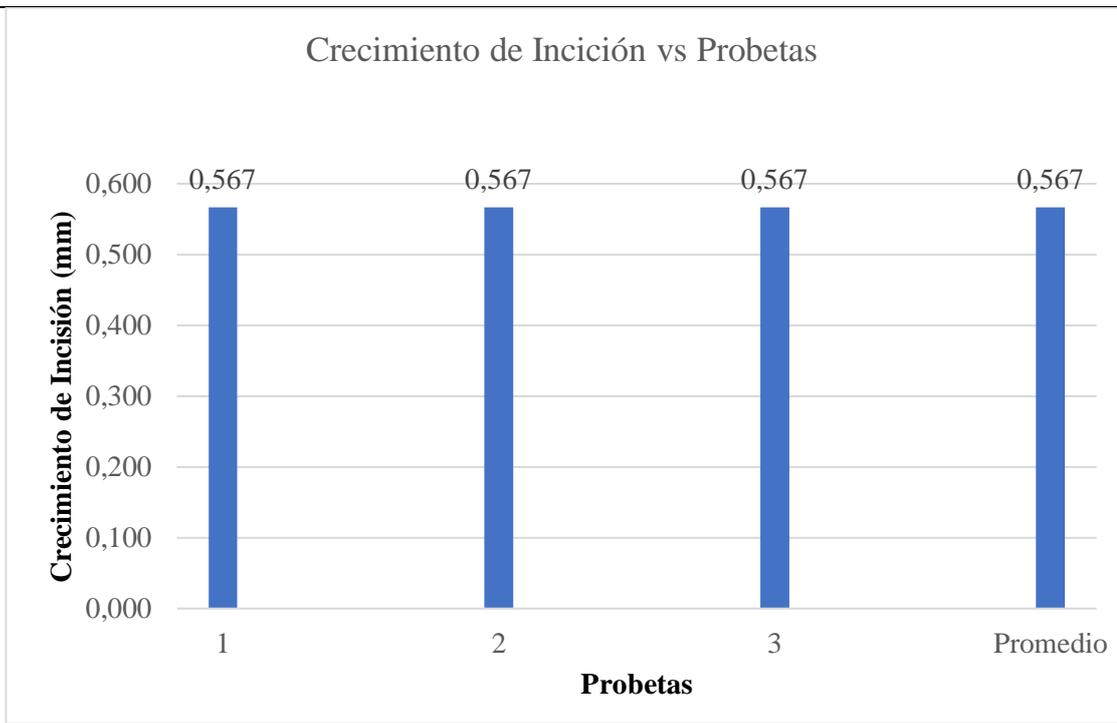
**Tabla 3. 6.** Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.0/178 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-003			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	19.60 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		51 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	22	<b>Kg:</b>	4			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M1 6.0/178.0	1	1	2	2,4	2,4	2,6	0,6	0,567
		2	2	2,4	2,6	2,6	0,6	
		3	2	2,4	2,5	2,5	0,5	
	2	1	2	2,6	2,6	2,6	0,6	0,567
		2	2	2,4	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,5	2,4	2,6	0,6	
	3	1	2	2,6	2,6	2,6	0,6	0,567
		2	2	2,4	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,4	2,6	0,6	
Promedio								0,567
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.6** Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.0/178 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M1 6.0/178.0. Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>En este caso no existe un crecimiento máximo o mínimo promedio, ya que todos son iguales con un valor de 0.567 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El caso de estudio M1-6.0/178.0 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.567 mm.</li> <li>Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

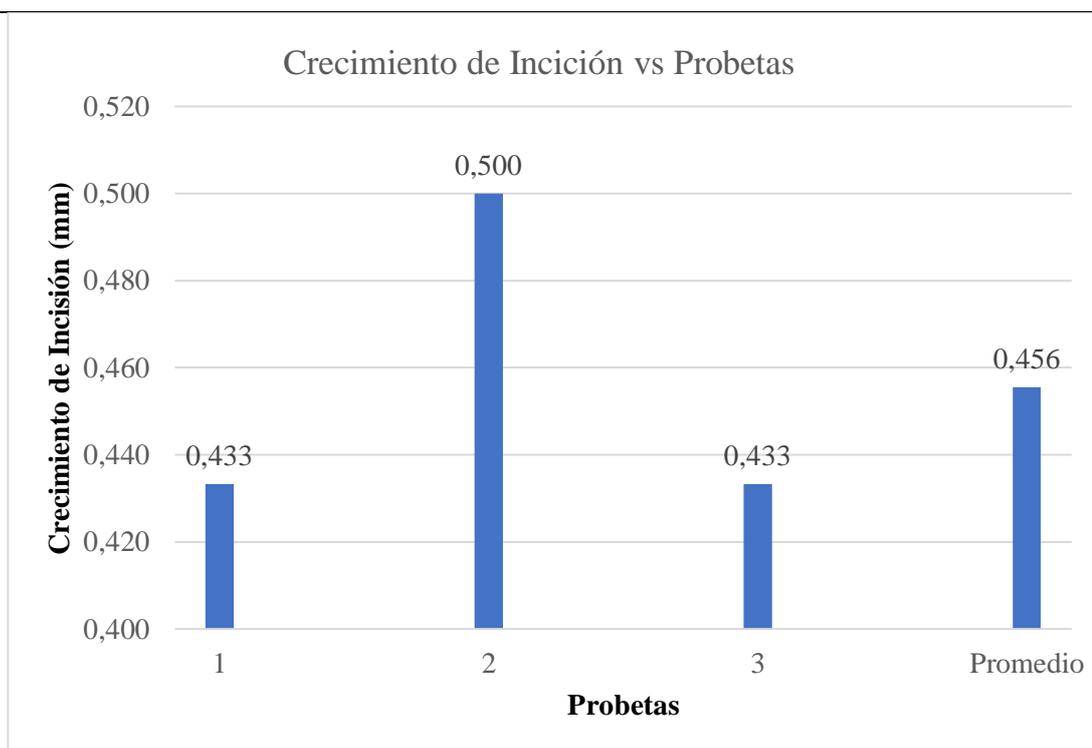
**Tabla 3. 7.** Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.5/165 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-004			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	19.60 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		51 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	22	<b>Kg:</b>	4			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M1 6.5/165.0	1	1	2	2,2	2,3	2,3	0,3	0,433
		2	2	2,3	2,3	2,5	0,5	
		3	2	2,2	2,4	2,5	0,5	
	2	1	2	2,2	2,4	2,4	0,4	0,500
		2	2	2,5	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,3	2,4	2,6	0,6	
	3	1	2	2,3	2,3	2,3	0,3	0,433
		2	2	2,3	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,3	2,5	2,5	0,5	
Promedio							0,456	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.7** Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.5/165 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M1 6.5/165. Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 2 con un valor de 0.500 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 2 y 3 con un valor de 0.433 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M1-6.5/165 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.456 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

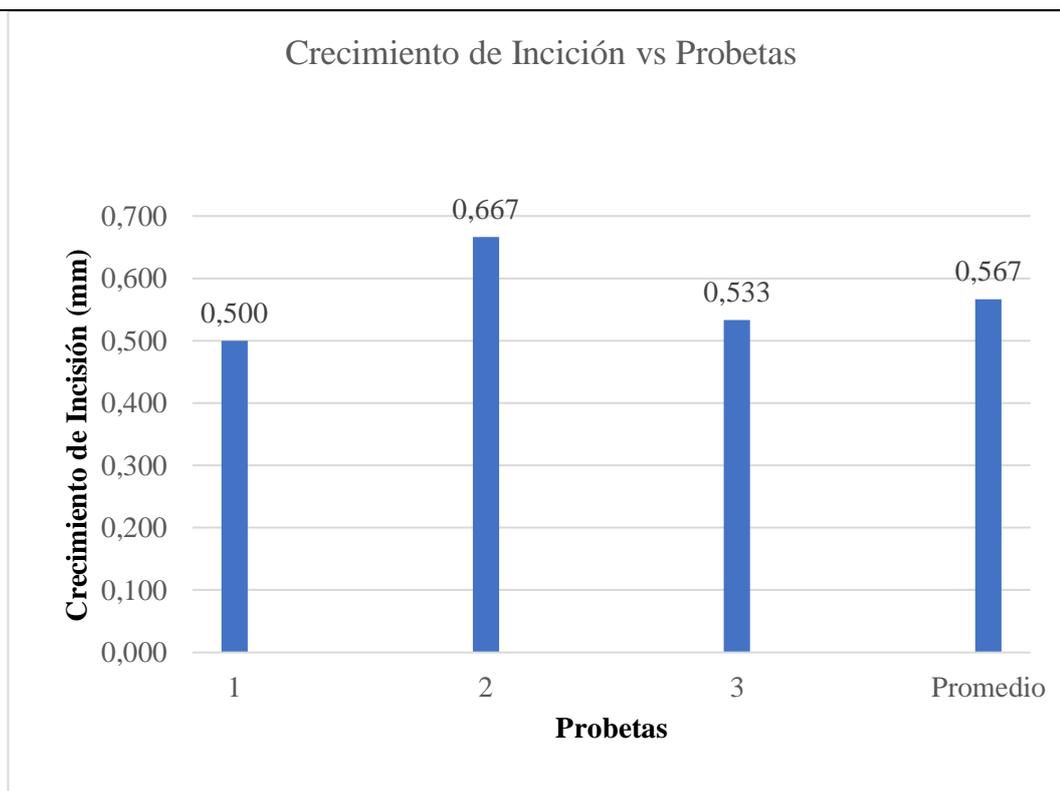
**Tabla 3. 8.** Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.5/171.5 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-005			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	21.5 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		50 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	22	<b>Kg:</b>	4			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M1 6.5/171.5	1	1	2	2,4	2,5	2,5	0,5	0,500
		2	2	2,5	2,6	2,6	0,6	
		3	2	2,4	2,4	2,4	0,4	
	2	1	2	2,5	2,6	2,6	0,6	0,667
		2	2	2,6	2,7	2,8	0,8	
		3	2	2,3	2,6	2,6	0,6	
	3	1	2	2,2	2,4	2,5	0,5	0,533
		2	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
		3	2	2,3	2,6	2,6	0,6	
	Promedio							
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.8** Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.5/171.5 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M1 6.5/171.5. Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 2 con un valor de 0.667 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.500 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M1-6.5/171.5 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.567 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

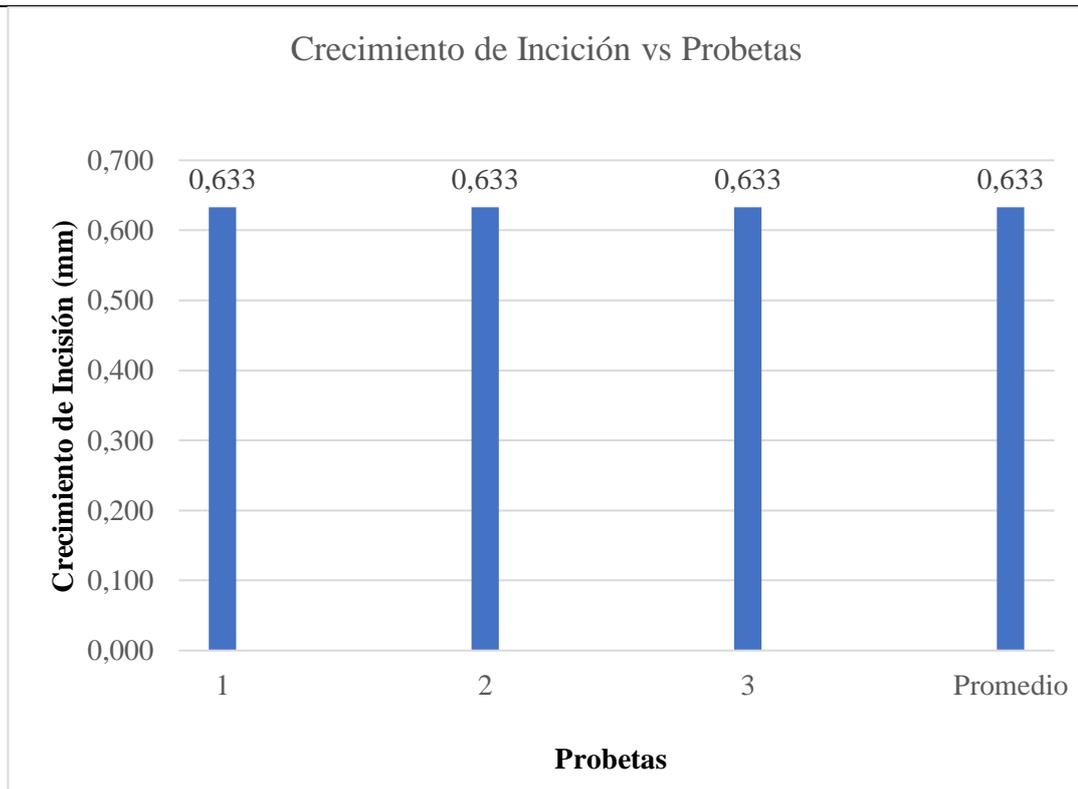
**Tabla 3. 9.** Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.5/178 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-006			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	22.1 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		49 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	22	<b>Kg:</b>	4			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M1 6.5/178.0	1	0,633	0,633	0,633	0,633	0,633	0,633	0,633
		2	2	2,4	2,6	2,7	0,7	
		3	2	2,5	2,5	2,6	0,6	
	2	0,633	0,633	0,633	0,633	0,633	0,633	0,633
		2	2	2,6	2,7	2,8	0,8	
		3	2	2,4	2,6	2,6	0,6	
	3	0,633	0,633	0,633	0,633	0,633	0,633	0,633
		2	2	2,3	2,6	2,7	0,7	
		3	2	2,4	2,6	2,6	0,6	
	Promedio							
FOTOGRAFÍA DESPUES DEL ENSAYO								

**Tabla 3.9** Tabulación de datos del caso de estudio M1-6.5/178 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



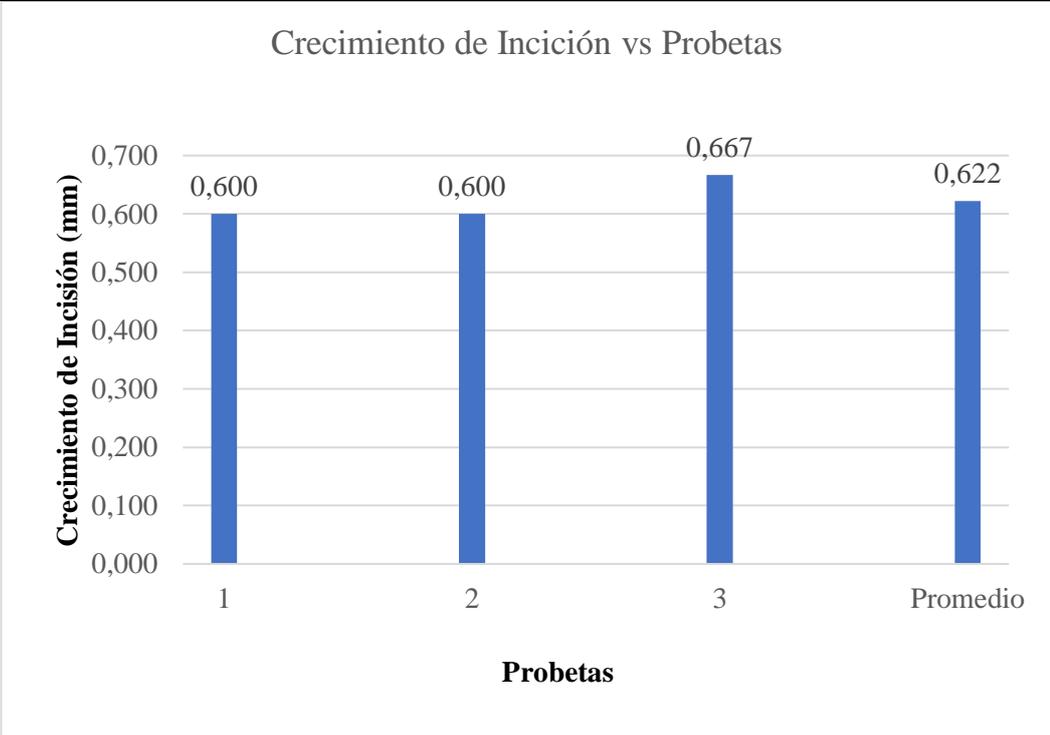
OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M1 6.5/178.0. Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• En este caso no existe un crecimiento máximo o mínimo promedio, ya que todos son iguales con un valor de 0.633 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M1-6.5/178.0 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.633 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

**Tabla 3. 10.** Tabulación de datos del caso de estudio M1-7.0/165 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-007			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	22.1 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		50 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	22	<b>Kg:</b>	4			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M1 7/165	1	1	2	2,5	2,5	2,5	0,5	0,600
		2	2	2,4	2,5	2,6	0,6	
		3	2	2,5	2,6	2,7	0,7	
	2	1	2	2,4	2,5	2,7	0,7	0,600
		2	2	2,5	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,6	2,6	0,6	
	3	1	2	2,5	2,5	2,6	0,6	0,667
		2	2	2,4	2,6	2,7	0,7	
		3	2	2,5	2,6	2,7	0,7	
Promedio							0,622	
FOTOGRAFÍA DEL ENSAYO								

**Tabla 3.10** Tabulación de datos del caso de estudio M1-7.0/165 ensayada a Flexión, continuación

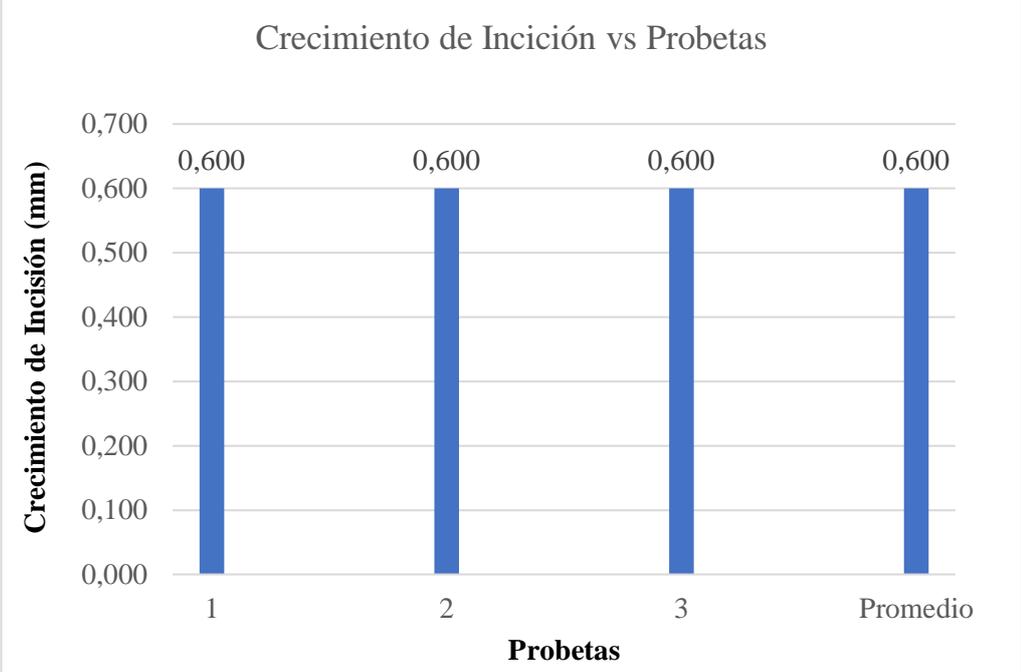
											
<b>GRÁFICA</b>											
<p>Crecimiento de Incisión vs Probetas</p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Probeta</th> <th>Crecimiento de Incisión (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,600</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,600</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,667</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>0,622</td> </tr> </tbody> </table>		Probeta	Crecimiento de Incisión (mm)	1	0,600	2	0,600	3	0,667	Promedio	0,622
Probeta	Crecimiento de Incisión (mm)										
1	0,600										
2	0,600										
3	0,667										
Promedio	0,622										
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>EVALUACIÓN</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M1 7.0/165. Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 3 con un valor de 0.667 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 1 y 2 con un valor de 0.600 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M1-7.0/165 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.622 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>										

Fuente: Autor

Tabla 3. 11. Tabulación de datos del caso de estudio M1-7.0/171.5 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-008			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	22.1 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		50 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	22	<b>Kg:</b>	4			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M1 7/171.5	1	1	2	2,4	2,4	2,6	0,6	0,600
		2	2	2,5	2,6	2,6	0,6	
		3	2	2,6	2,6	2,6	0,6	
	2	1	2	2,6	2,6	2,6	0,6	0,600
		2	2	2,4	2,6	2,6	0,6	
		3	2	2,6	2,6	2,6	0,6	
	3	1	2	2,5	2,5	2,5	0,5	0,600
		2	2	2,5	2,6	2,6	0,6	
		3	2	2,5	2,6	2,7	0,7	
	Promedio							
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.11** Tabulación de datos del caso de estudio M1-7.0/171.5 ensayada a Flexión,

											
<b>GRÁFICA</b>											
<p>Crecimiento de Incisión vs Probetas</p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Probetas</th> <th>Crecimiento de Incisión (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,600</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,600</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,600</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>0,600</td> </tr> </tbody> </table>		Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)	1	0,600	2	0,600	3	0,600	Promedio	0,600
Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)										
1	0,600										
2	0,600										
3	0,600										
Promedio	0,600										
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>EVALUACIÓN</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M1 7/171.5. Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>En este caso no existe un crecimiento máximo o mínimo promedio, ya que todos son iguales con un valor de 0.600 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El caso de estudio M1 – 7.0/171.5 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.600 mm.</li> <li>Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>										

Fuente: Autor

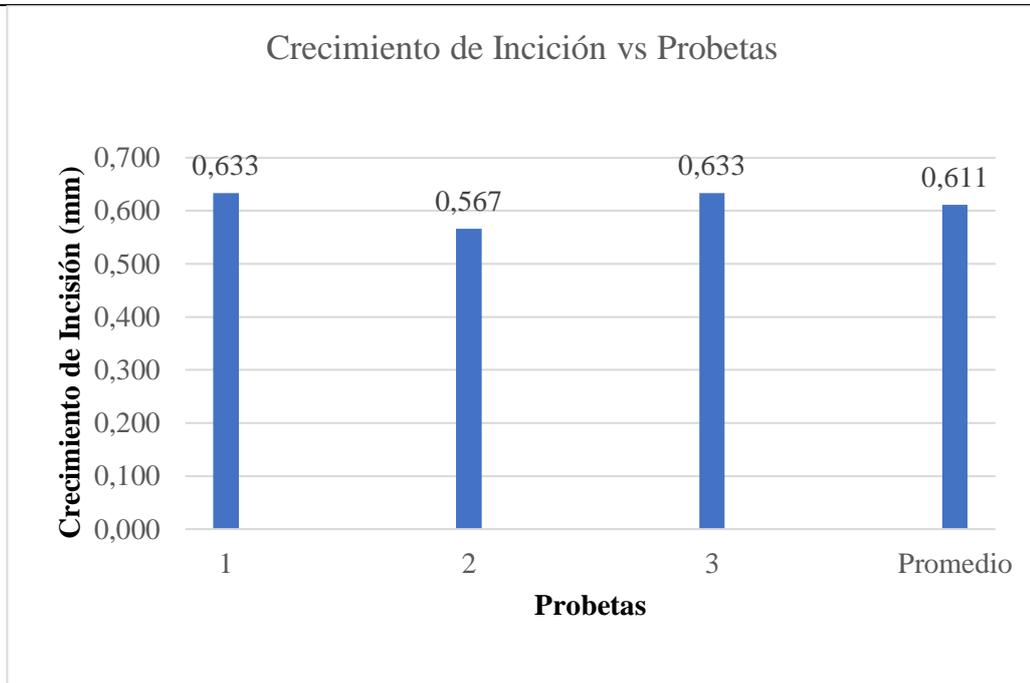
Tabla 3. 12. Tabulación de datos del caso de estudio M1-7.0/178 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-009			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	22.1 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		50 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	22	<b>Kg:</b>	4			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M1 7/178.0	1	1	2	2,4	2,6	2,6	0,6	0,633
		2	2	2,6	2,6	2,7	0,7	
		3	2	2,6	2,6	2,6	0,6	
	2	1	2	2,5	2,5	2,5	0,5	0,567
		2	2	2,7	2,6	2,6	0,6	
		3	2	2,5	2,6	2,6	0,6	
	3	1	2	2,6	2,6	2,6	0,6	0,633
		2	2	2,5	2,6	2,6	0,6	
		3	2	2,6	2,6	2,7	0,7	
Promedio							0,611	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.12** Tabulación de datos del caso de estudio M1-7.0/178 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M1 7/178.0. Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 1 y 3 con un valor de 0.633 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 2 con un valor de 0.567 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M1 – 7.0/178 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.611 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

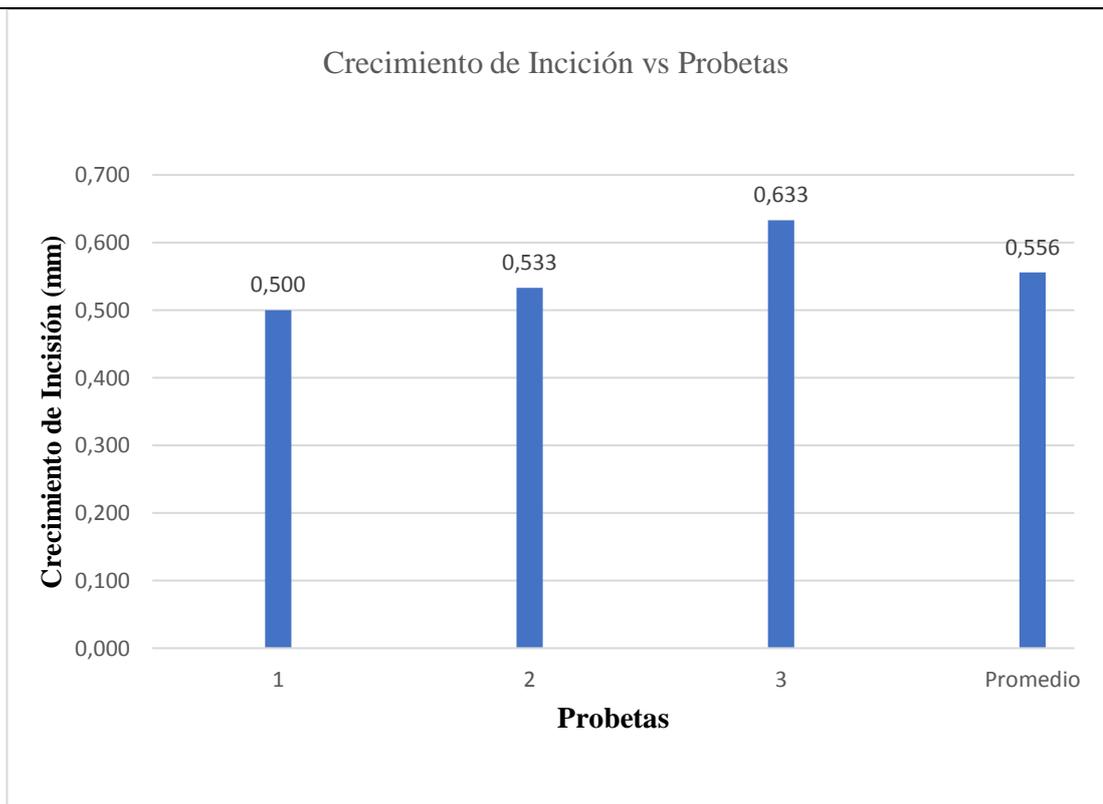
Tabla 3. 13. Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.0/165 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-010			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	15/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	22.1 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		50 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	33	<b>Kg:</b>	6			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M2 6/165.0	1	1	2	2,5	2,5	2,5	0,5	0,500
		2	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
		3	2	2,3	2,4	2,5	0,5	
	2	1	2	2,4	2,4	2,5	0,5	0,533
		2	2	2,5	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,4	2,6	0,6	
	3	1	2	2,2	2,5	2,5	0,5	0,633
		2	2	2,3	2,4	2,7	0,7	
		3	2	2,3	2,5	2,7	0,7	
Promedio							0,611	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.13** Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.0/165 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



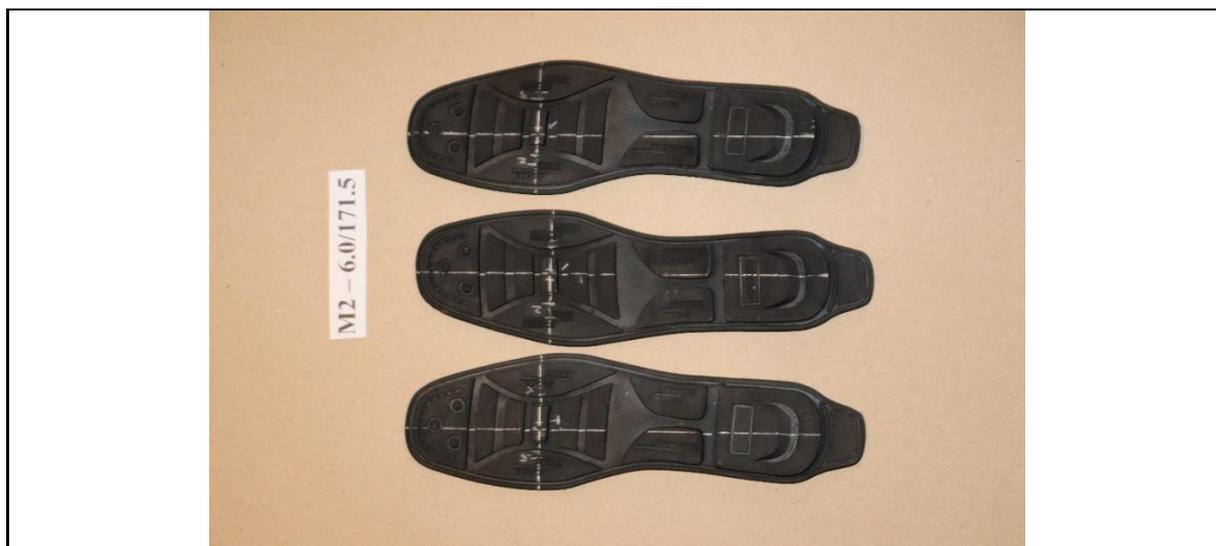
OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M2 6/165. Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 3 con un valor de 0.633 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.500 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M2 – 6.0/165 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.556 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

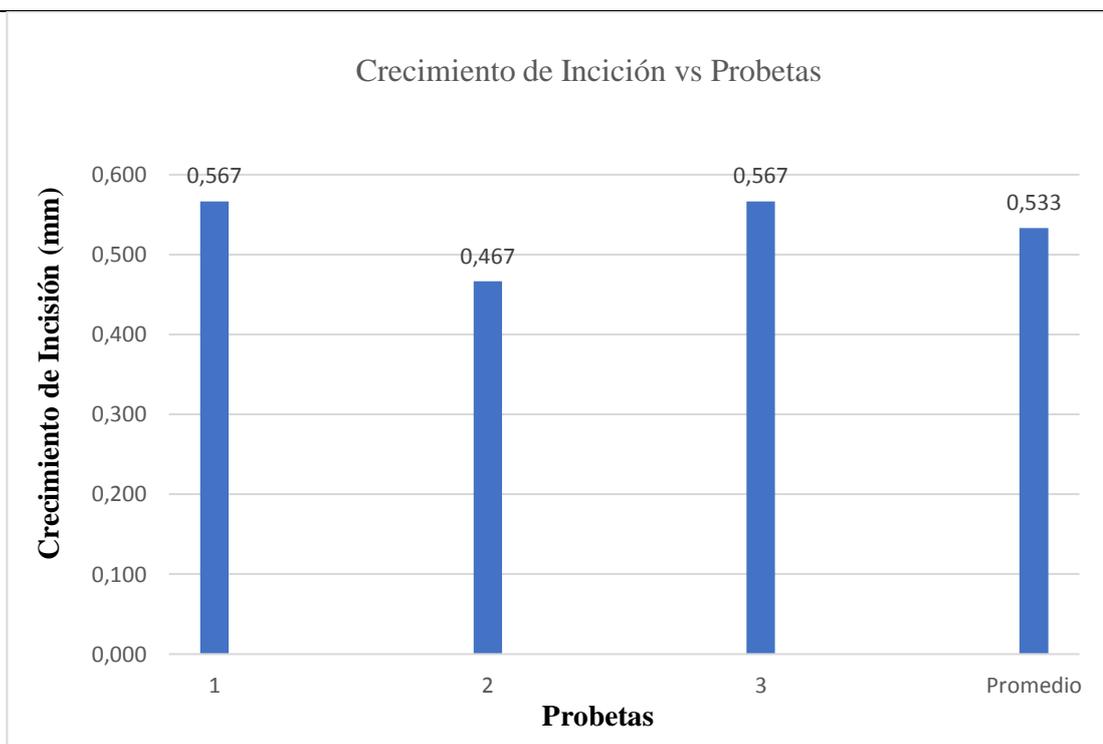
**Tabla 3. 14.** Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.0/171.5 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-011			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	15/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	19.8 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		49 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	33	<b>Kg:</b>	6			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M2 6/171.5	1	1	2	2,5	2,6	2,6	0,6	0,567
		2	2	2,3	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,5	2,6	0,6	
	2	1	2	2,4	2,4	2,3	0,3	0,467
		2	2	2,4	2,6	2,6	0,6	
		3	2	2,4	2,5	2,5	0,5	
	3	1	2	2,4	2,4	2,5	0,5	0,567
		2	2	2,4	2,6	2,7	0,7	
		3	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
Promedio							0,533	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.14** Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.0/171.5 ensayada a Flexión,



**GRÁFICA**



OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M2 6/171.5 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 1 y 3 con un valor de 0.567 mm.</li> <li>El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 2 con un valor de 0.467 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El caso de estudio M2 – 6.0/171.5 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.533 mm.</li> <li>Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

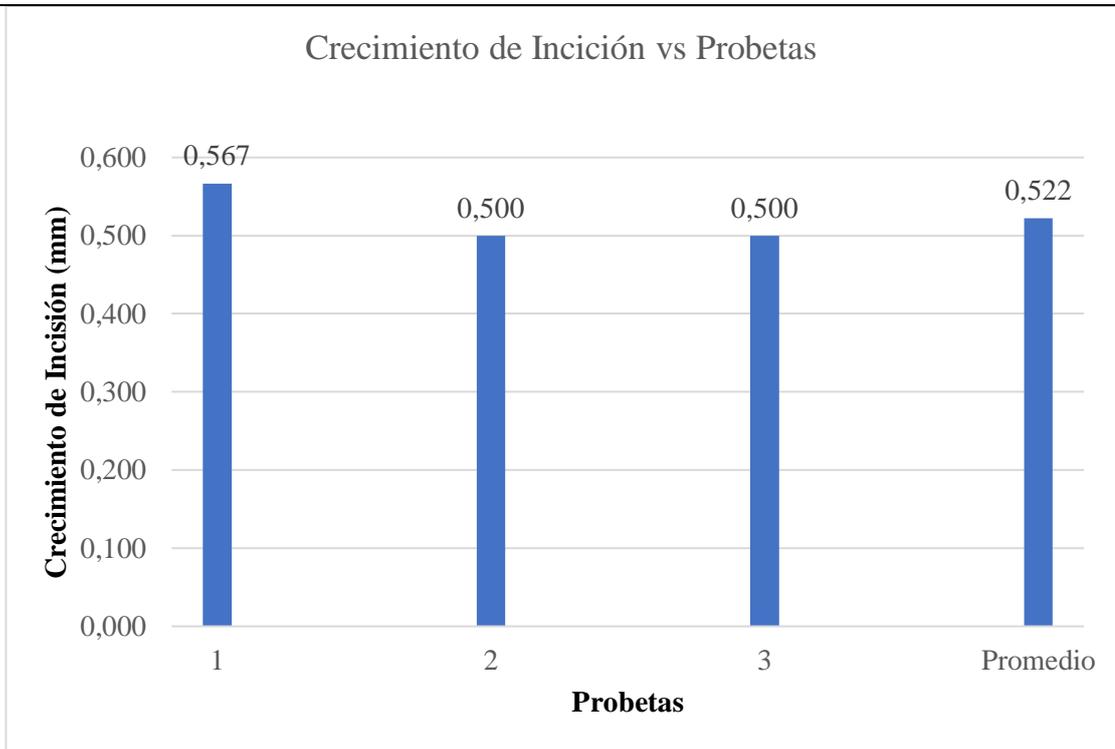
Tabla 3. 15. Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.0/178 ensayada a Flexión

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> </div> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-012			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	15/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	21.3 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		49 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	33	<b>Kg:</b>	6			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M2 6/178.0	1	1	2	2,4	2,4	2,6	0,6	0,567
		2	2	2,4	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,5	2,6	0,6	
	2	1	2	2,4	2,4	2,4	0,4	0,500
		2	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,6	2,6	0,6	
	3	1	2	2,4	2,4	2,4	0,4	0,500
		2	2	2,5	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,4	2,6	0,6	
Promedio								0,522
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.15** Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.0/178 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



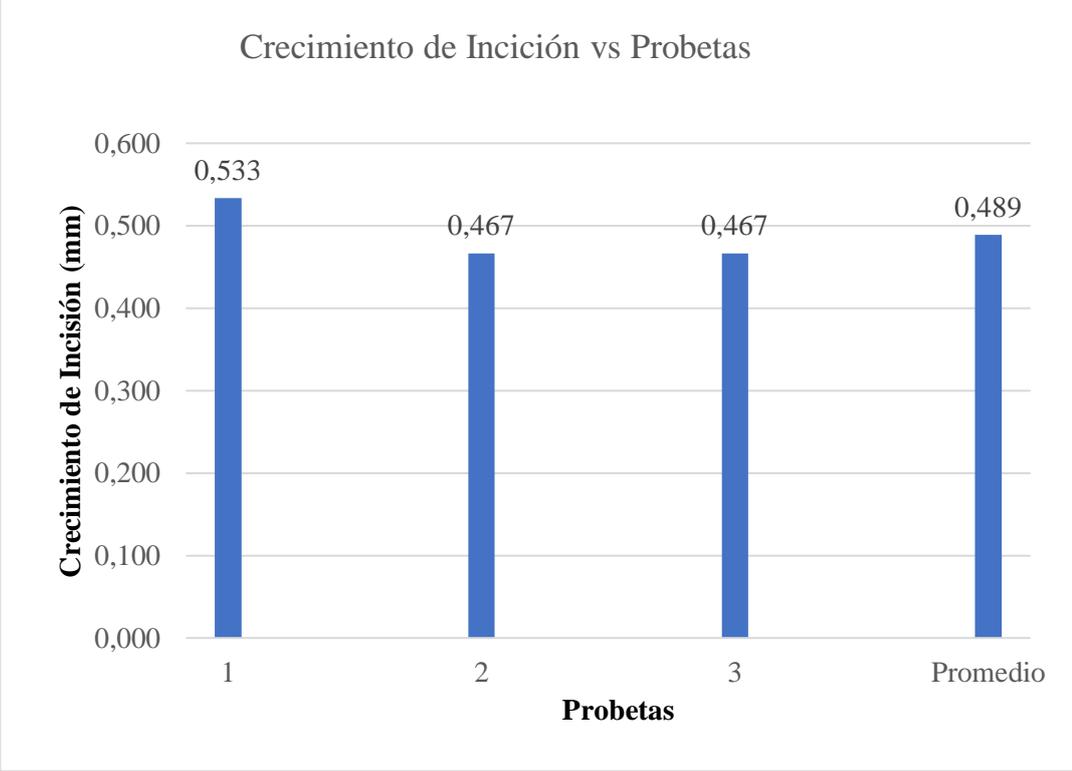
OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M2 6/178.0 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.567 mm.</li> <li>El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 1 y 2 con un valor de 0.500 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El caso de estudio M2 – 6.0/178.0 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.522 mm.</li> <li>Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

Tabla 3. 16. Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.5/165 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-013			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	15/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	21.7 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		50 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	33	<b>Kg:</b>	6			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M2 6.5/165.0	1	1	2	2,3	2,4	2,5	0,5	0,533
		2	2	2,5	2,6	2,6	0,6	
		3	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
	2	1	2	2,4	2,4	2,4	0,4	0,467
		2	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
		3	2	2,5	2,5	2,5	0,5	
	3	1	2	2,4	2,4	2,4	0,4	0,467
		2	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
		3	2	2,5	2,5	2,5	0,5	
Promedio							0,489	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.16** Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.5/165 ensayada a Flexión, continuación

											
<b>GRÁFICA</b>											
<p>Crecimiento de Incisión vs Probetas</p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Probetas</th> <th>Crecimiento de Incisión (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,533</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,467</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,467</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>0,489</td> </tr> </tbody> </table>		Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)	1	0,533	2	0,467	3	0,467	Promedio	0,489
Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)										
1	0,533										
2	0,467										
3	0,467										
Promedio	0,489										
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>EVALUACIÓN</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M2 6.5/165.0 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.533 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 2 y 3 con un valor de 0.467 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M2 – 6.5/165.0 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.489 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>										

Fuente: Autor

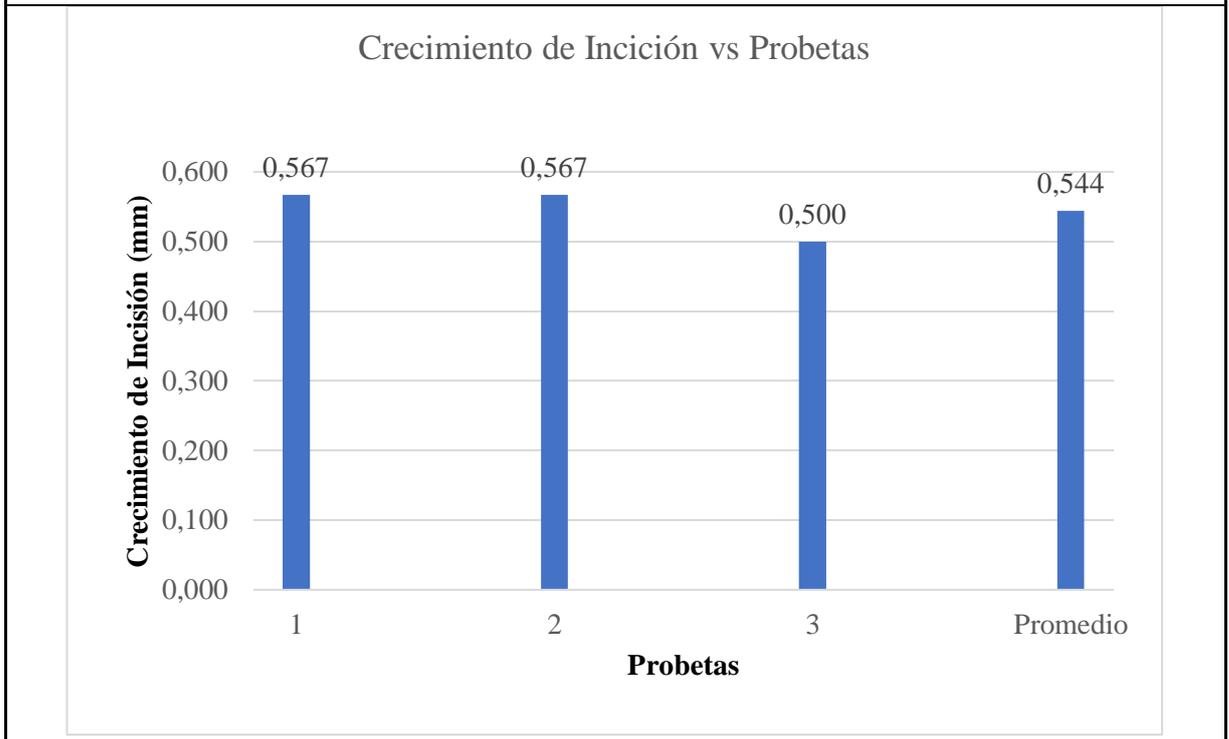
Tabla 3. 17. Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.5/171.5 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-014			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	15/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	19.6 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		50 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	33	<b>Kg:</b>	6			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M2 6.5/171.5	1	1	2	2,4	2,5	2,5	0,5	0,567
		2	2	2,7	2,7	2,7	0,7	
		3	2	2,4	2,5	2,5	0,5	
	2	1	2	2,5	2,5	2,5	0,5	0,567
		2	2	2,3	2,6	2,6	0,6	
		3	2	2,4	2,6	2,6	0,6	
	3	1	2	2,3	2,4	2,6	0,6	0,500
		2	2	2,3	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,3	2,4	2,5	0,5	
Promedio							0,544	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.17** Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.5/171.5 ensayada a Flexión,



**GRÁFICA**



OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M2 6.5/171.5 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 1y 2 con un valor de 0.567 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 3 con un valor de 0.500 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M2 – 6.5/171.5 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.544 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

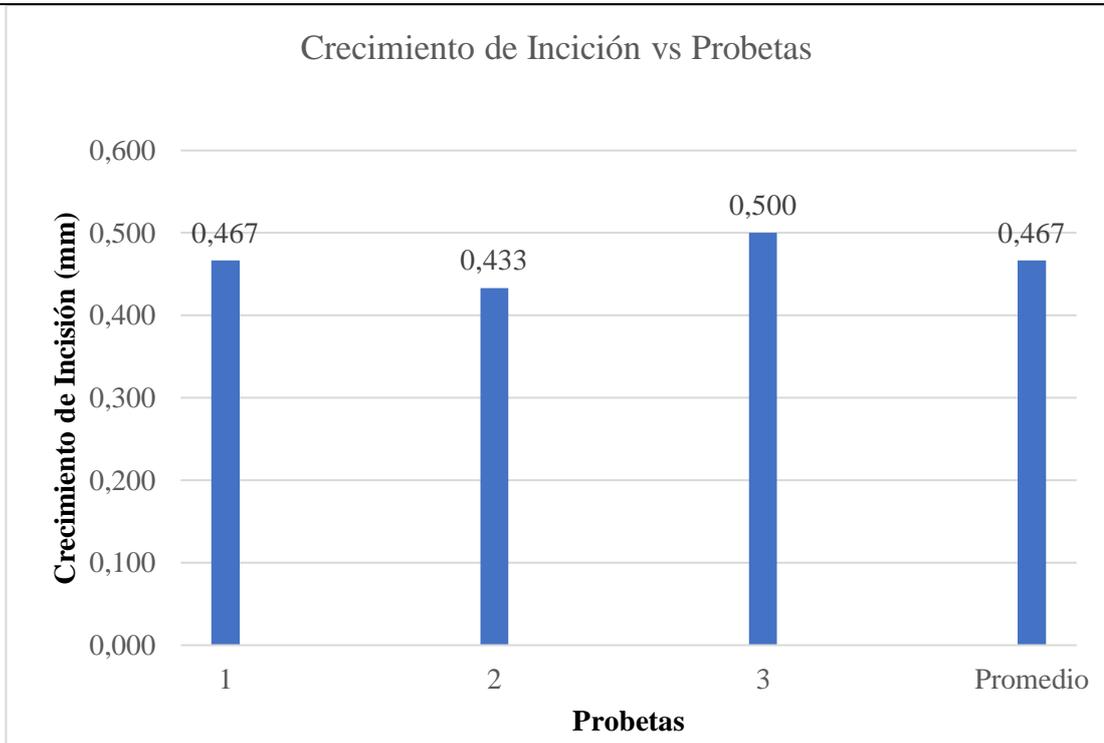
Tabla 3. 18. Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.5/178 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-015			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	15/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	19.5 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		47 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	33	<b>Kg:</b>	6			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M2 6.5/178.0	1	1	2	2,3	2,3	2,4	0,4	0,467
		2	2	2,3	2,3	2,5	0,5	
		3	2	2,3	2,3	2,5	0,5	
	2	1	2	2,4	2,4	2,4	0,4	0,433
		2	2	2,3	2,3	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,4	2,4	0,4	
	3	1	2	2,3	2,3	2,4	0,4	0,500
		2	2	2,3	2,4	2,6	0,6	
		3	2	2,3	2,4	2,5	0,5	
Promedio							0,467	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.18** Tabulación de datos del caso de estudio M2-6.5/178 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M2 6.5/178.0 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 3 con un valor de 0.500 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 2 con un valor de 0.433 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M2 – 6.5/178.0 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.467 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

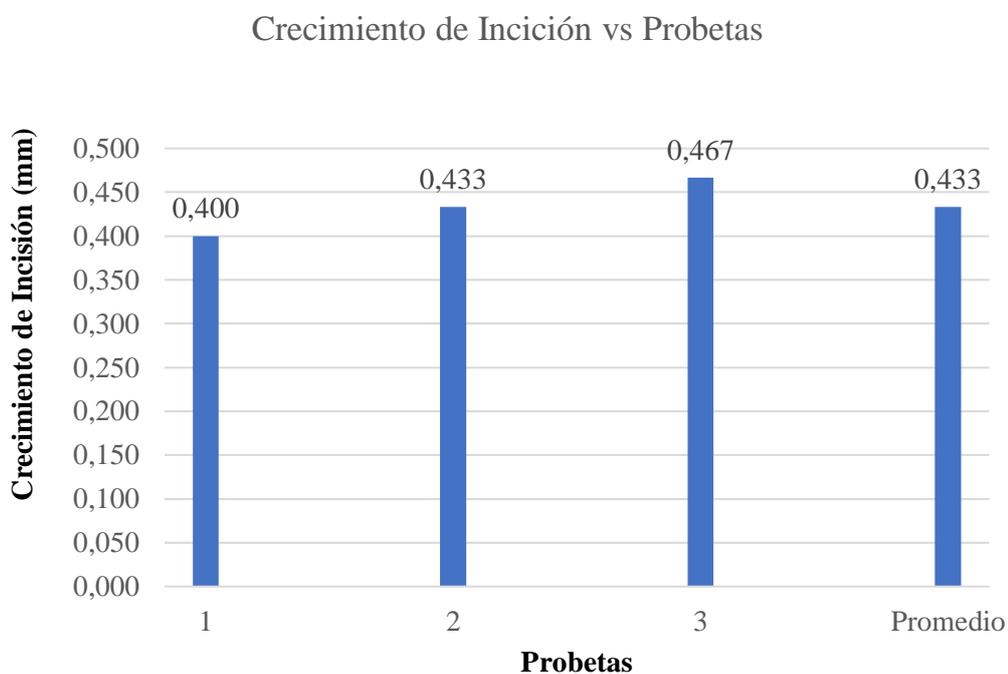
Tabla 3. 19. Tabulación de datos del caso de estudio M2-7.0/165 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-016			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	15/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	20.8 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		48 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	33	<b>Kg:</b>	6			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M2 7/165.0	1	1	2	2,3	2,3	2,4	0,4	0,400
		2	2	2,3	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,2	2,3	2,4	0,4	
	2	1	2	2,4	2,4	2,4	0,4	0,433
		2	2	2,4	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,4	2,4	0,4	
	3	1	2	2,4	2,4	2,5	0,5	0,467
		2	2	2,3	2,3	2,5	0,5	
		3	2	2,3	2,4	2,4	0,4	
Promedio							0,433	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.19** Tabulación de datos del caso de estudio M2-7.0/165 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



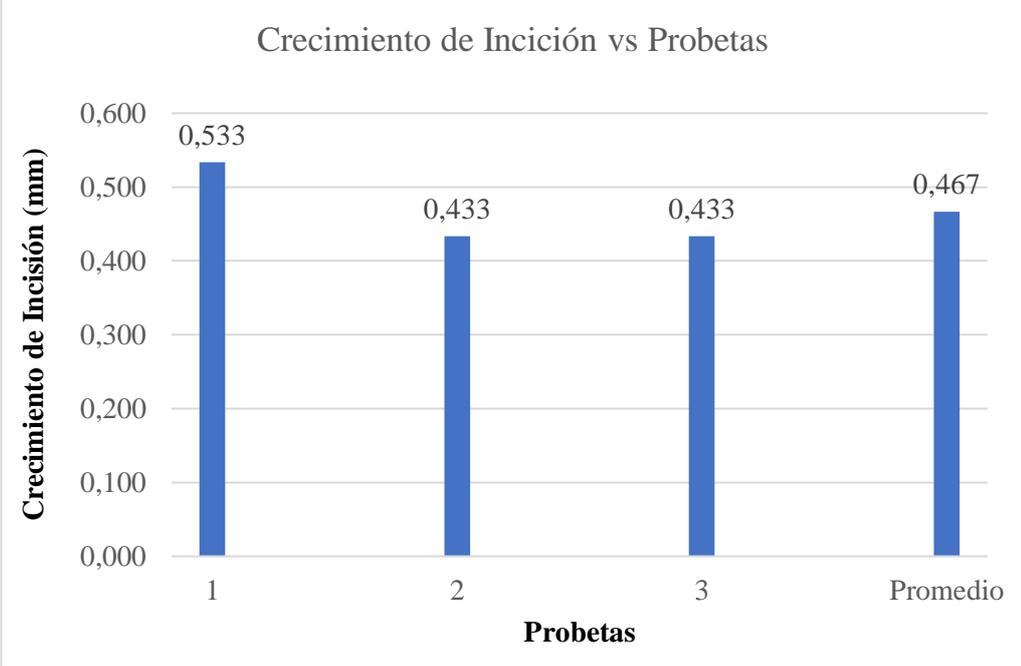
OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M2 7/165 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 3 con un valor de 0.467 mm.</li> <li>El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.400 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El caso de estudio M2 – 7/165 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.433 mm.</li> <li>Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

Tabla 3. 20. Tabulación de datos del caso de estudio M2-7.0/171.5 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-017			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	15/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	21 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		50 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	33	<b>Kg:</b>	6			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M2 7/171.5	1	1	2	2,4	2,6	2,6	0,6	0,533
		2	2	2,3	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,5	2,5	2,5	0,5	
	2	1	2	2,4	2,5	2,5	0,5	0,433
		2	2	2,3	2,3	2,4	0,4	
		3	2	2,4	2,4	2,4	0,4	
	3	1	2	2,5	2,5	2,5	0,5	0,450
		2	2	2,3	2,3	2,4	0,4	
		3	2	2,4	2,6	2,6	0,6	
Promedio								0,472
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.20** Tabulación de datos del caso de estudio M2-7.0/171.5 ensayada a Flexión,

											
<b>GRÁFICA</b>											
<p>Crecimiento de Incisión vs Probetas</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Probetas</th> <th>Crecimiento de Incisión (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,533</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,433</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,433</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>0,467</td> </tr> </tbody> </table>		Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)	1	0,533	2	0,433	3	0,433	Promedio	0,467
Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)										
1	0,533										
2	0,433										
3	0,433										
Promedio	0,467										
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>EVALUACIÓN</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M2 7/171.5 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.533 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 1 y 2 con un valor de 0.433 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M2 – 7/171.5 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.467 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>										

Fuente: Autor

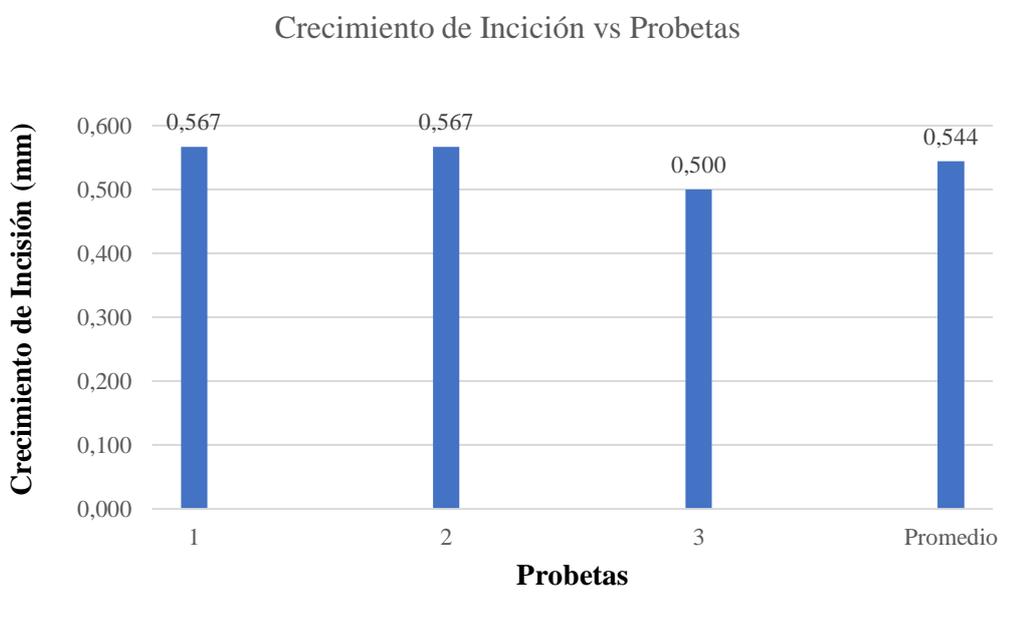
Tabla 3. 21. Tabulación de datos del caso de estudio M2-7.0/178 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-018			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	15/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	20.6 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		48 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	33	<b>Kg:</b>	6			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M2 7/178	1	1	2	2,3	2,3	2,6	0,6	0,567
		2	2	2,5	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,3	2,3	2,6	0,6	
	2	1	2	2,4	2,4	2,6	0,6	0,567
		2	2	2,3	2,3	2,5	0,5	
		3	2	2,3	2,3	2,6	0,6	
	3	1	2	2,3	2,5	2,5	0,5	0,500
		2	2	2,3	2,4	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
Promedio							0,500	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.21** Tabulación de datos del caso de estudio M2-7.0/178 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M2 7/178 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 1 y 2 con un valor de 0.567 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 3 con un valor de 0.500 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M2 – 7/178 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.544 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

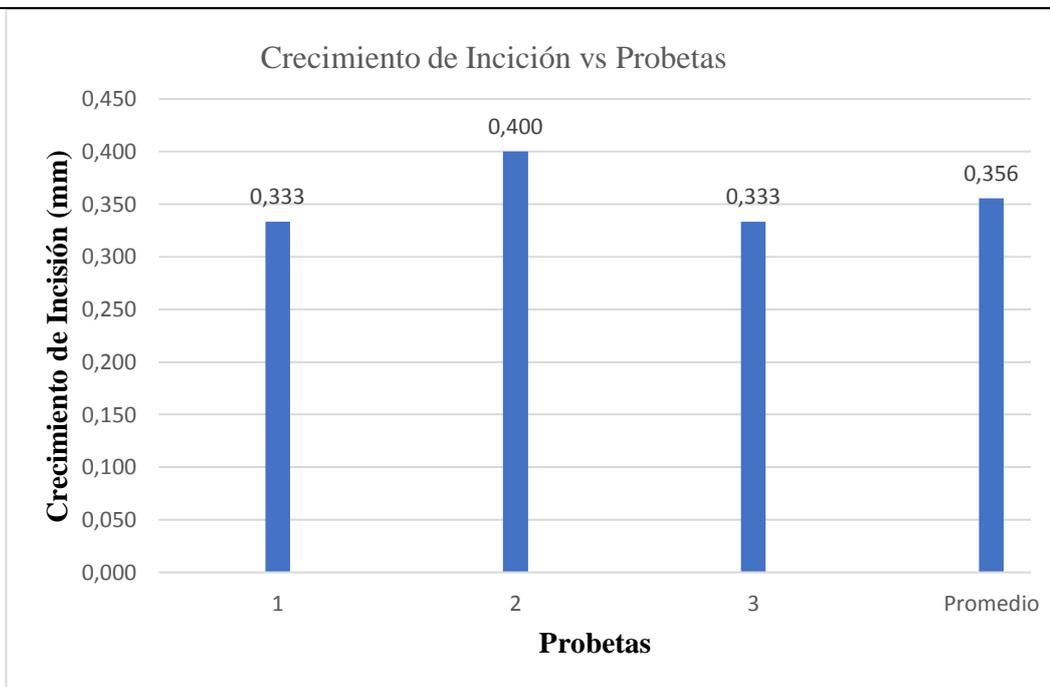
Tabla 3. 22. Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.0/165 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-019			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	15/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	19.5 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		50 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	44	<b>Kg:</b>	8			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M3 - 6.0/165	1	1	2	2,1	2,3	2,3	0,3	0,333
		2	2	2,3	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,2	2,3	2,3	0,3	
	2	1	2	2,2	2,2	2,3	0,3	0,400
		2	2	2,2	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,2	2,2	2,4	0,4	
	3	1	2	2,2	2,3	2,3	0,3	0,333
		2	2	2,2	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,2	2,3	2,3	0,3	
Promedio							0,356	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.22** Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.0/165 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



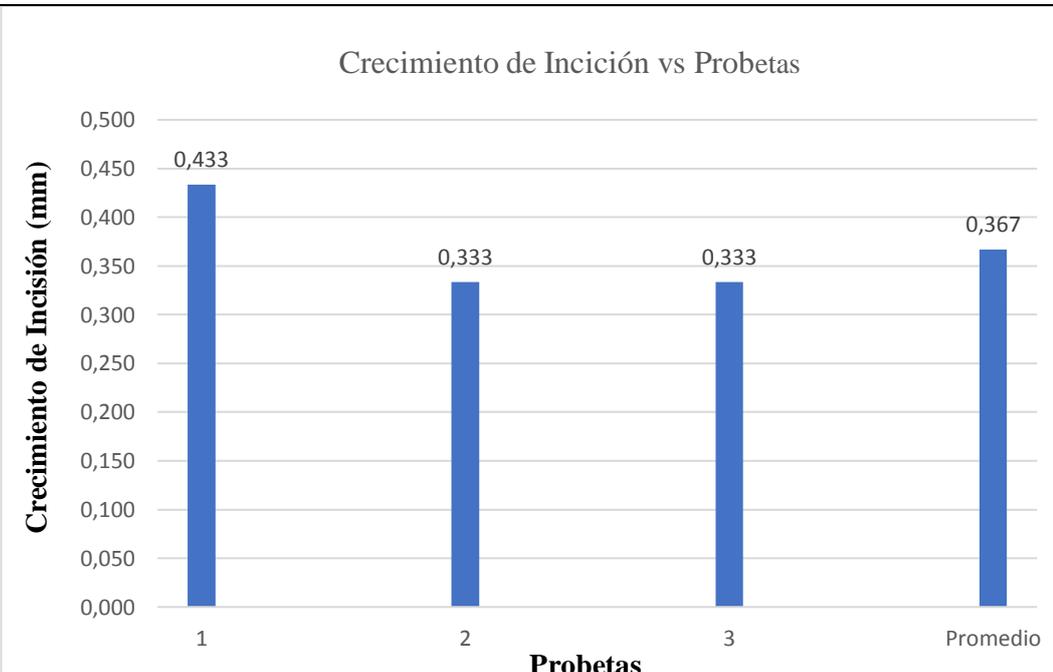
OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M3 - 60/165 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 2 con un valor de 0.400 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 1 y 3 con un valor de 0.333 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M3 – 6.0/165 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.356 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

**Tabla 3. 23.** Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.0/171.5 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-020			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	15/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	19.8 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		50 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	44	<b>Kg:</b>	8			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M3 - 6.0/171.5	1	1	2	2,4	2,4	0,4	2,4	0,433
		2	2	2,4	2,4	0,4	2,4	
		3	2	2,3	2,5	0,5	2,3	
	2	1	2	2,4	2,4	0,4	2,4	0,333
		2	2	2,3	2,3	0,3	2,3	
		3	2	2,3	2,3	0,3	2,3	
	3	1	2	2,3	2,3	0,3	2,3	0,333
		2	2	2,3	2,3	0,3	2,3	
		3	2	2,3	2,4	0,4	2,3	
Promedio							0,367	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.23** Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.0/171.5 ensayada a Flexión,

											
<b>GRÁFICA</b>											
<p>Crecimiento de Incisión vs Probetas</p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Probetas</th> <th>Crecimiento de Incisión (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,433</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,333</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,333</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>0,367</td> </tr> </tbody> </table>		Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)	1	0,433	2	0,333	3	0,333	Promedio	0,367
Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)										
1	0,433										
2	0,333										
3	0,333										
Promedio	0,367										
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>EVALUACIÓN</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M3 - 60/171.5 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.433 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 2 y 3 con un valor de 0.333 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M3 – 6.0/171.5 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.367 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>										

Fuente: Autor

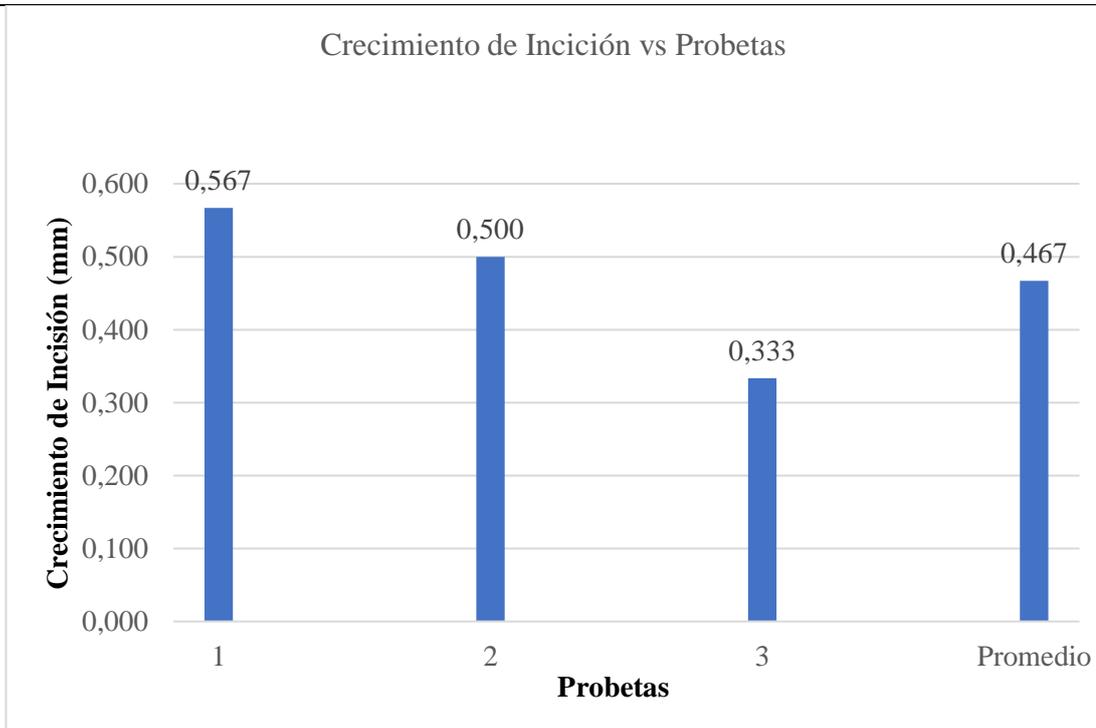
Tabla 3. 24. Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.0/178 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-021			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	21/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	20.2 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		50 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	44	<b>Kg:</b>	8			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M3 - 6.0/178	1	1	2	2,5	2,5	2,5	0,5	0,567
		2	2	2,3	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,4	2,7	2,8	0,8	
	2	1	2	2,2	2,3	2,4	0,4	0,500
		2	2	2,4	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,5	2,7	2,7	0,7	
	3	1	2	2,2	2,2	2,3	0,3	0,333
		2	2	2,3	2,3	2,3	0,3	
		3	2	2,3	2,3	2,4	0,4	
	Promedio							0,467
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.24** Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.0/178 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



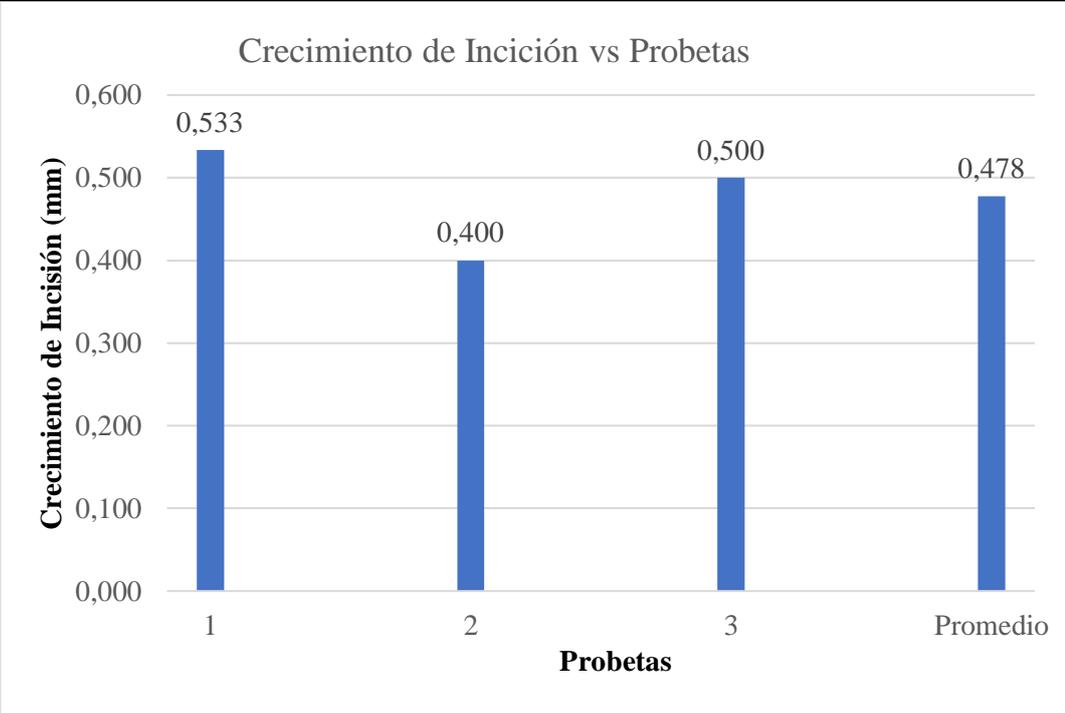
OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M3 - 60/178 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.567 mm.</li> <li>El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 3 con un valor de 0.333 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El caso de estudio M3 - 6.0/178 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.467 mm.</li> <li>Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

Tabla 3. 25. Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.5/165 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-022			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	21/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	20.9 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		51 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	44	<b>Kg:</b>	8			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M3 - 6.5/165	1	1	2	2,3	2,3	2,4	0,4	0,533
		2	2	2,3	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,4	2,4	2,8	0,8	
	2	1	2	2,3	2,3	2,3	0,3	0,400
		2	2	2,3	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
	3	1	2	2,2	2,3	2,5	0,5	0,500
		2	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
		3	2	2,3	2,4	2,5	0,5	
Promedio							0,478	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.25** Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.5/165 ensayada a Flexión, continuación

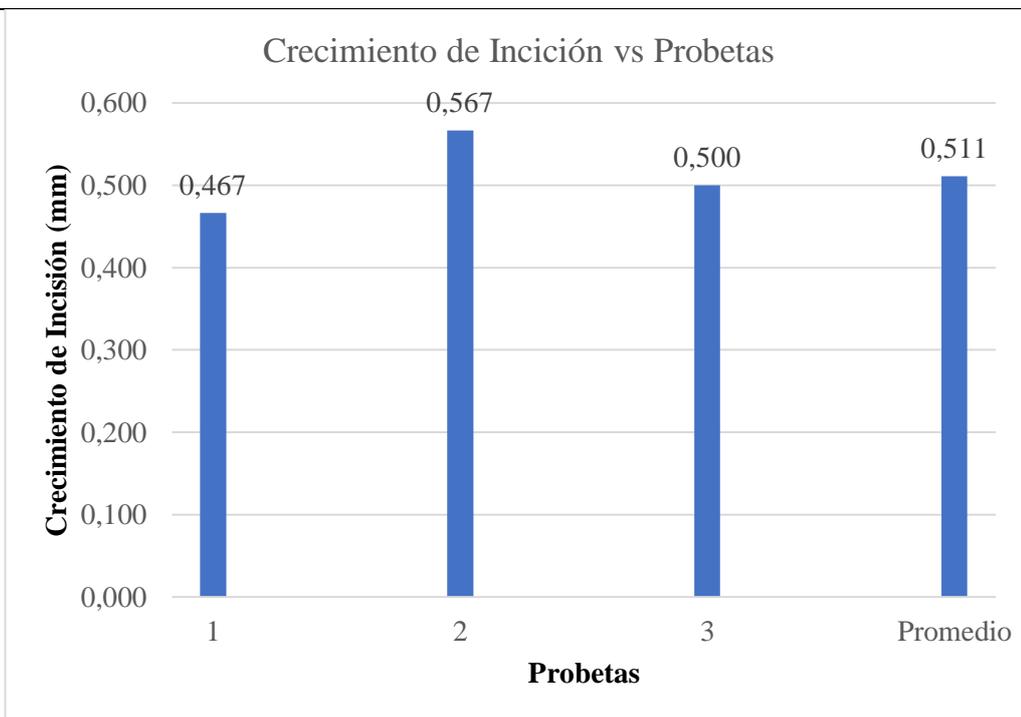
											
<b>GRÁFICA</b>											
<p><b>Crecimiento de Incisión vs Probetas</b></p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Probetas</th> <th>Crecimiento de Incisión (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,533</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,400</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,500</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>0,478</td> </tr> </tbody> </table>		Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)	1	0,533	2	0,400	3	0,500	Promedio	0,478
Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)										
1	0,533										
2	0,400										
3	0,500										
Promedio	0,478										
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>EVALUACIÓN</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M3 - 6.5/165 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.533 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 2 con un valor de 0.400 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M3 – 6.5/165 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.478 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>										

Fuente: Autor

Tabla 3. 26. Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.5/171.5 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-023			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	21/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	20.9 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		52 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	44	<b>Kg:</b>	8			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M3 - 6.5/171.5	1	1	2	2,4	2,4	2,4	0,4	0,467
		2	2	2,3	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,3	2,6	2,6	0,6	
	2	1	2	2,2	2,3	2,4	0,4	0,567
		2	2	2,5	2,7	2,7	0,7	
		3	2	2,6	2,6	2,6	0,6	
	3	1	2	2,2	2,5	2,5	0,5	0,500
		2	2	2,5	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,5	2,5	2,5	0,5	
Promedio							0,511	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.26** Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.5/171.5 ensayada a Flexión,

											
<b>GRÁFICA</b>											
<p>Crecimiento de Incisión vs Probetas</p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Probeta</th> <th>Crecimiento de Incisión (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,467</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,567</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,500</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>0,511</td> </tr> </tbody> </table>		Probeta	Crecimiento de Incisión (mm)	1	0,467	2	0,567	3	0,500	Promedio	0,511
Probeta	Crecimiento de Incisión (mm)										
1	0,467										
2	0,567										
3	0,500										
Promedio	0,511										
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>EVALUACIÓN</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M3 - 6.5/171.5 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 2 con un valor de 0.567 mm.</li> <li>El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.467 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El caso de estudio M3 – 6.5/171.5 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.511 mm.</li> <li>Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>										

Fuente: Autor

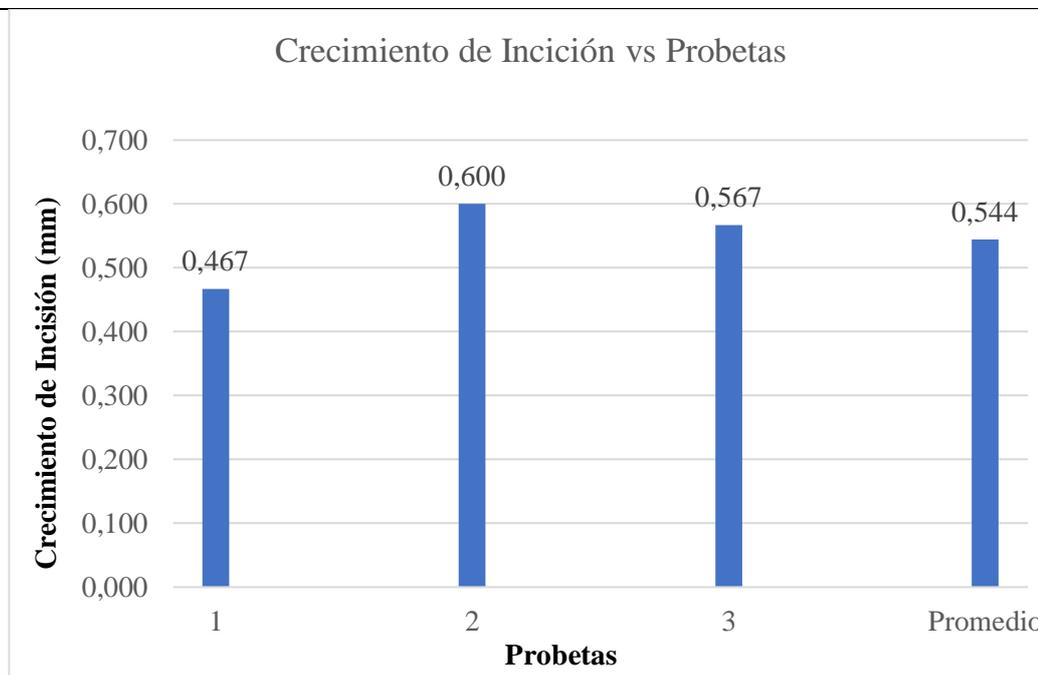
Tabla 3. 27. Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.5/178 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-024			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	23/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	21.3 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		52 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	44	<b>Kg:</b>	8			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M3 - 6.5/178	1	1	2	2,3	2,3	2,4	0,4	0,467
		2	2	2,3	2,4	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
	2	1	2	2,4	2,6	2,6	0,6	0,600
		2	2	2,5	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,4	2,7	2,7	0,7	
	3	1	2	2,6	2,7	2,7	0,7	0,567
		2	2	2,3	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,4	2,4	2,6	0,6	
Promedio							0,544	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.27** Tabulación de datos del caso de estudio M3-6.5/178 ensayada a Flexión, continuación



**GRÁFICA**



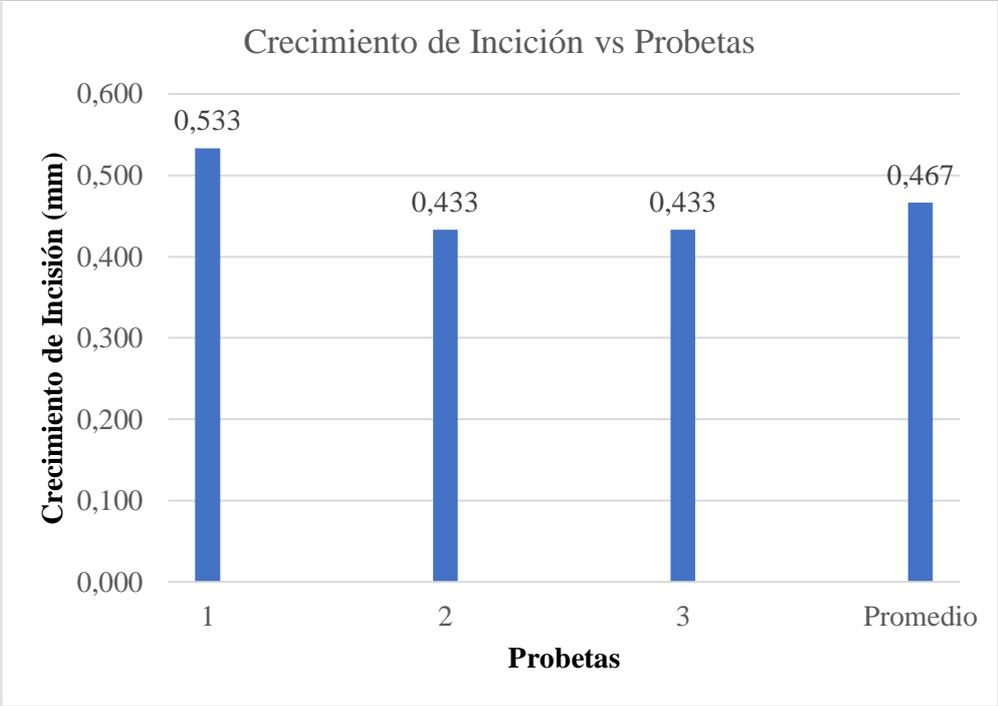
OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M3 - 6.5/178 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 2 con un valor de 0.600 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.467 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M3 – 6.5/178 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.544 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>

Fuente: Autor

Tabla 3. 28. Tabulación de datos del caso de estudio M3-7.0/165 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-025			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	23/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	21.5 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		52 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	44	<b>Kg:</b>	8			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M3 – 7.0/165	1	1	2	2,4	2,5	2,5	0,5	0,533
		2	2	2,4	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,4	2,7	2,7	0,7	
	2	1	2	2,4	2,4	2,5	0,5	0,433
		2	2	2,3	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,4	2,4	2,4	0,4	
	3	1	2	2,3	2,3	2,3	0,3	0,433
		2	2	2,5	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,3	2,4	2,5	0,5	
Promedio							0,467	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.28** Tabulación de datos del caso de estudio M3-7.0/165 ensayada a Flexión, continuación

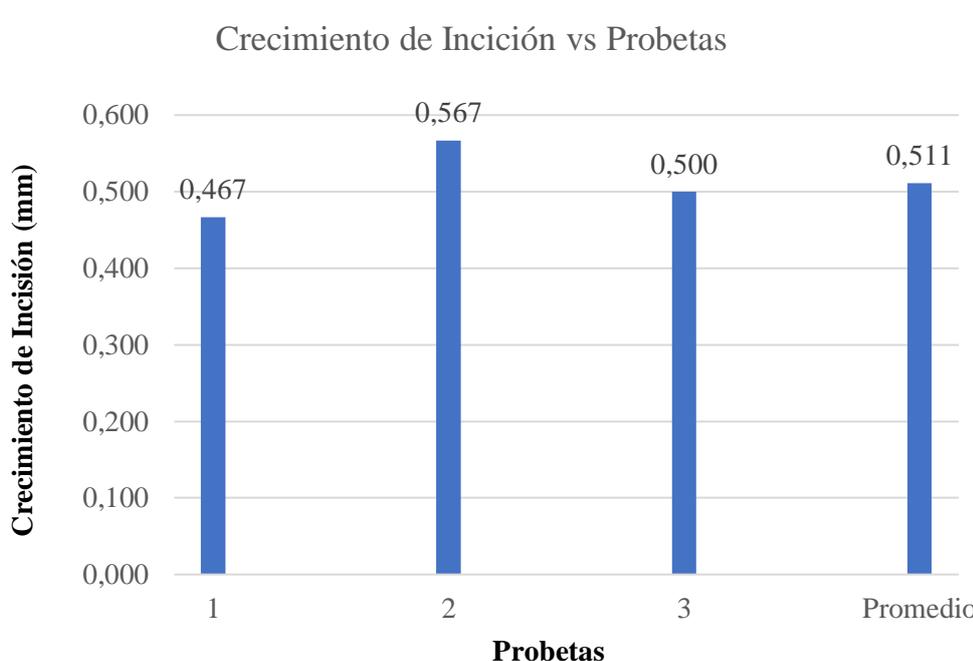
											
<b>GRÁFICA</b>											
<p>Crecimiento de Incisión vs Probetas</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Probetas</th> <th>Crecimiento de Incisión (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,533</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,433</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,433</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>0,467</td> </tr> </tbody> </table>		Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)	1	0,533	2	0,433	3	0,433	Promedio	0,467
Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)										
1	0,533										
2	0,433										
3	0,433										
Promedio	0,467										
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>EVALUACIÓN</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M3 - 7.0/165 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.533 mm.</li> <li>El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 2 y 3 con un valor de 0.433 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El caso de estudio M3 – 7.0/165 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.467 mm.</li> <li>Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>										

Fuente: Autor

Tabla 3. 29. Tabulación de datos del caso de estudio M3-7.0/171.5 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-026			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	23/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	22.5 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		52 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	44	<b>Kg:</b>	8			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M3 – 7.0/171.5	1	1	2	2,4	2,4	2,5	0,5	0,467
		2	2	2,4	2,5	2,5	0,5	
		3	2	2,3	2,3	2,4	0,4	
	2	1	2	2,3	2,6	2,6	0,6	0,567
		2	2	2,4	2,6	2,6	0,6	
		3	2	2,4	2,5	2,5	0,5	
	3	1	2	2,5	2,5	2,5	0,5	0,500
		2	2	2,4	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,6	2,6	2,6	0,6	
Promedio							0,511	
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.29** Tabulación de datos del caso de estudio M3-7.0/171.5 ensayada a Flexión,

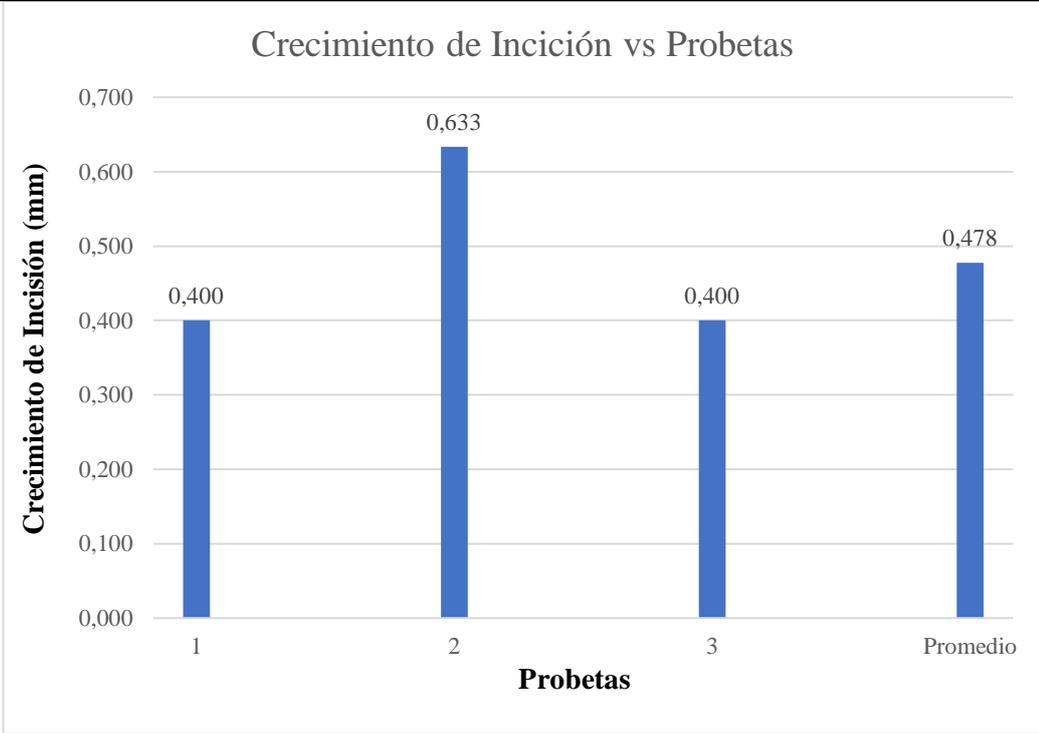
											
<p><b>GRÁFICA</b></p> <p style="text-align: center;">Crecimiento de Incisión vs Probetas</p>  <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Probetas</th> <th>Crecimiento de Incisión (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,467</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,567</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,500</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>0,511</td> </tr> </tbody> </table>		Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)	1	0,467	2	0,567	3	0,500	Promedio	0,511
Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)										
1	0,467										
2	0,567										
3	0,500										
Promedio	0,511										
<p><b>OBSERVACIONES</b></p>	<p><b>EVALUACIÓN</b></p>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M3 - 7.0/171.5 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 2 con un valor de 0.567 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 1 con un valor de 0.467 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M3 – 7.0/171.5 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.511 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>										

Fuente: Autor

Tabla 3. 30. Tabulación de datos del caso de estudio M3-7.0/178 ensayada a Flexión

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 								
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS								
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>			FLEX-027			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	23/10/2019	<b>Ciudad:</b>		Ambato				
<b>Lugar:</b>	LAPCAL - Laboratorio de Pruebas para Calzado							
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>		Ing. Mg. Juan Paredes Salinas				
PARAMETRO DE ENSAYO								
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Flexión	<b>Norma de Ensayo</b>		NTE-INEN-ISO-20344				
<b>Máquina:</b>	Flexómetro de Suelas							
<b>Temperatura:</b>	22.5 °C	<b>Humedad Relativa:</b>		52 %				
DETALLE DE LA MUESTRA								
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18			
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	44	<b>Kg:</b>	8			
<b>Preparación de Probetas:</b>		Vulcanización por Compresión						
RESULTADOS DEL ENSAYO								
Caso de Estudio	Número de Probeta	Número de Incisión	Longitud de Incisión, Lo, (mm)	Ciclos			Diferencia (Lf - Lo) mm	Promedio (mm)
				10000	20000	30000		
M3 – 7.0/178	1	1	2	2,3	2,3	2,3	0,3	0,400
		2	2	2,4	2,4	2,4	0,4	
		3	2	2,4	2,4	2,5	0,5	
	2	1	2	2,4	2,4	2,5	0,5	0,633
		2	2	2,6	2,6	2,8	0,8	
		3	2	2,6	2,6	2,6	0,6	
	3	1	2	2,2	2,3	2,4	0,4	0,400
		2	2	2,2	2,2	2,4	0,4	
		3	2	2,3	2,3	2,4	0,4	
	Promedio							0,478
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO								

**Tabla 3.30** Tabulación de datos del caso de estudio M3-7.0/178 ensayada a Flexión, continuación

											
<b>GRÁFICA</b>											
<p><b>Crecimiento de Incisión vs Probetas</b></p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Probetas</th> <th>Crecimiento de Incisión (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,400</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,633</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,400</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>0,478</td> </tr> </tbody> </table>		Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)	1	0,400	2	0,633	3	0,400	Promedio	0,478
Probetas	Crecimiento de Incisión (mm)										
1	0,400										
2	0,633										
3	0,400										
Promedio	0,478										
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>EVALUACIÓN</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta ficha se presenta los resultados del ensayo de Flexión para el caso de estudio M3 - 7.0/178 Se ensayaron 3 probetas.</li> <li>• El crecimiento de incisión máximo ocurrió en la probeta 2 con un valor de 0.633 mm.</li> <li>• El crecimiento de incisión mínimo ocurrió en la probeta 1 y 3 con un valor de 0.400 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caso de estudio M3 - 7.0/178 tiene un crecimiento de incisión promedio de 0.478 mm.</li> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20344 el crecimiento de incisión máximo para suelas de caucho es de 4mm, por lo que los datos obtenidos están dentro del rango aceptable.</li> </ul>										

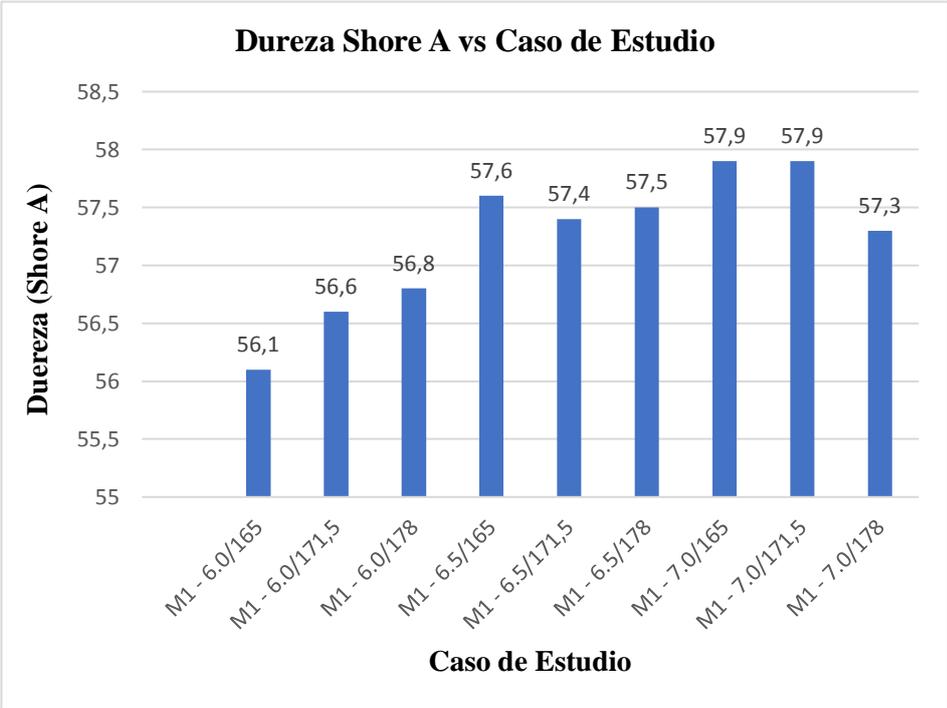
Fuente: Autor

### 3.2.3 Tabulación de Datos de Probetas Ensayadas a Dureza

Tabla 3. 31. Tabulación de datos de la configuración M1 ensayada a Dureza

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 						
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS						
DATOS INFORMATIVOS						
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>	DUR-001			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>	Ambato			
<b>Lugar:</b>	Laboratorio de CARVIFACTORY CIA LTDA					
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas			
PARAMETRO DE ENSAYO						
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Dureza Shore A	<b>Norma de Ensayo</b>	NTE-INEN-ISO-868			
<b>Máquina:</b>	Durómetro Shore A, Tipo A	<b>Fuerza aplicada:</b>	9,81 N			
<b>Distancia entre penetraciones:</b>	6 mm	<b>Distancia al borde de la probeta:</b>	12 mm			
<b>Temperatura:</b>	19,9	<b>Humedad Relativa:</b>	51%			
DETALLE DE LA MUESTRA						
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18	
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	22	<b>Kg:</b>	4	
<b>Preparación de Probetas:</b>	Vulcanización por Compresión					
RESULTADOS DEL ENSAYO						
Caso de Estudio	Mediciones (Shore A)					Promedio (Shore A)
	1	2	3	4	5	
M1 - 6.0/165	55,5	56,5	56,5	55	57	56,1
M1 - 6.0/171,5	56,5	55,5	55,5	57,5	58	56,6
M1 - 6.0/178	55	56,5	58	57,5	57	56,8
M1 - 6.5/166	59	58	55,5	58	57,5	57,6
M1 - 6.5/171,6	59,5	57,5	55,5	56,5	58	57,4
M1 - 6.5/179	58	58	56,5	57,5	57,5	57,5
M1 - 7.0/167	56,5	59	57,5	58	58,5	57,9
M1 - 7.0/171,7	57,5	57	58,5	58,5	58	57,9
M1 - 7.0/180	59	58,5	56,5	57,5	55	57,3
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO						

**Tabla 3.31** Tabulación de datos de la configuración M1 ensayada a Dureza, continuación

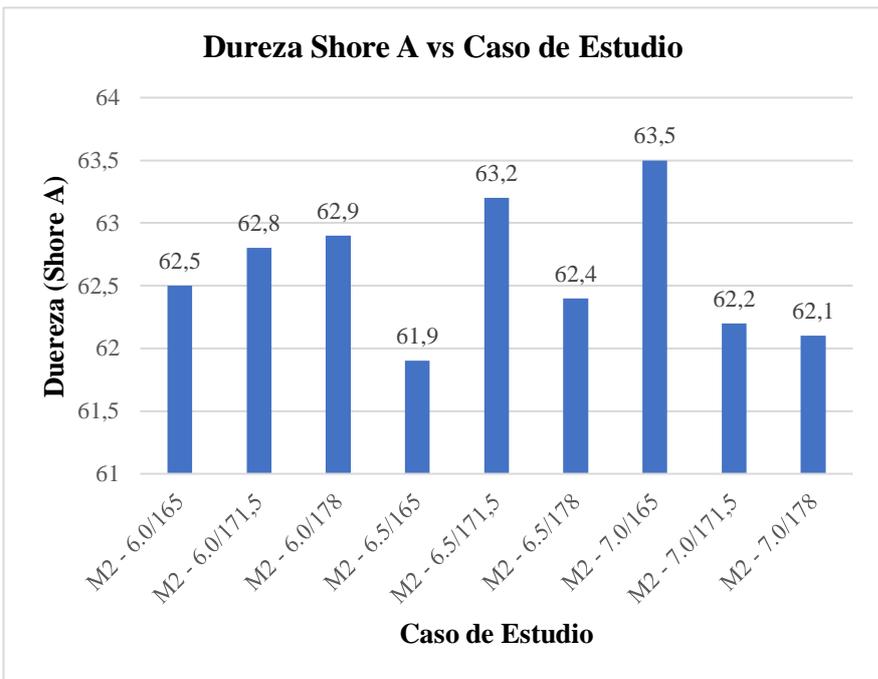
CONFIGURACIÓN M1																					
																					
GRÁFICA																					
 <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>Dureza Shore A vs Caso de Estudio</caption> <thead> <tr> <th>Caso de Estudio</th> <th>Dureza (Shore A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>M1 - 6.0/165</td><td>56,1</td></tr> <tr><td>M1 - 6.0/171,5</td><td>56,6</td></tr> <tr><td>M1 - 6.0/178</td><td>56,8</td></tr> <tr><td>M1 - 6.5/165</td><td>57,6</td></tr> <tr><td>M1 - 6.5/171,5</td><td>57,4</td></tr> <tr><td>M1 - 6.5/178</td><td>57,5</td></tr> <tr><td>M1 - 7.0/165</td><td>57,9</td></tr> <tr><td>M1 - 7.0/171,5</td><td>57,9</td></tr> <tr><td>M1 - 7.0/178</td><td>57,3</td></tr> </tbody> </table>		Caso de Estudio	Dureza (Shore A)	M1 - 6.0/165	56,1	M1 - 6.0/171,5	56,6	M1 - 6.0/178	56,8	M1 - 6.5/165	57,6	M1 - 6.5/171,5	57,4	M1 - 6.5/178	57,5	M1 - 7.0/165	57,9	M1 - 7.0/171,5	57,9	M1 - 7.0/178	57,3
Caso de Estudio	Dureza (Shore A)																				
M1 - 6.0/165	56,1																				
M1 - 6.0/171,5	56,6																				
M1 - 6.0/178	56,8																				
M1 - 6.5/165	57,6																				
M1 - 6.5/171,5	57,4																				
M1 - 6.5/178	57,5																				
M1 - 7.0/165	57,9																				
M1 - 7.0/171,5	57,9																				
M1 - 7.0/178	57,3																				
OBSERVACIONES	EVALUACIÓN																				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la ficha se presenta los resultados del ensayo de Dureza para todas las probetas con configuración M1.</li> <li>• Se identifican 5 mediciones por probeta, que es lo que indica la norma NTE-INEN-868.</li> <li>• La dureza promedio máxima se presenta en la probeta M1-7.0/171.5 con un valor de 57.9 Shore A.</li> <li>• La dureza mínima fue de 56.1 Shore A.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20880 para suelas de caucho la dureza promedio debe estar en el rango de (65 +/-5 SHORE A).</li> <li>• Entonces, ninguno de los datos obtenidos cumple con este requisito, por lo que el material vulcanizado M1 se rechaza como opción para producir suelas de caucho.</li> </ul>																				

Fuente: Autor

**Tabla 3. 32.** Tabulación de datos de la configuración M2 ensayada a Dureza

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 						
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS						
DATOS INFORMATIVOS						
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>	DUR-002			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>	Ambato			
<b>Lugar:</b>	Laboratorio de CARVIFACTORY CIA LTDA					
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas			
PARAMETRO DE ENSAYO						
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Dureza Shore A	<b>Norma de Ensayo</b>	NTE-INEN-ISO-868			
<b>Máquina:</b>	Durómetro Shore A, Tipo A	<b>Fuerza aplicada:</b>	9,81 N			
<b>Distancia entre penetraciones:</b>	6 mm	<b>Distancia al borde de la probeta:</b>	12 mm			
<b>Temperatura:</b>	19,9	<b>Humedad Relativa:</b>	51%			
DETALLE DE LA MUESTRA						
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18	
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	22	<b>Kg:</b>	4	
<b>Preparación de Probetas:</b>	Vulcanización por Compresión					
RESULTADOS DEL ENSAYO						
Caso de Estudio	Mediciones (Shore A)					Promedio (Shore A)
	1	2	3	4	5	
M2 - 6.0/165	61,5	63	62,5	62,5	63	62,5
M2 - 6.0/171,5	62,5	63	64	62,5	62	62,8
M2 - 6.0/178	61,5	62,5	63,5	62,5	64,5	62,9
M2 - 6.5/166	59,5	62,5	61	63,5	63	61,9
M2 - 6.5/171,6	63,5	64	64,5	62,5	61,5	63,2
M2 - 6.5/179	63,5	63	60,5	63,5	61,5	62,4
M2 - 7.0/167	63,5	62,5	62,5	64,5	64,5	63,5
M2 - 7.0/171,7	62,5	62	59,5	63,5	63,5	62,2
M2 - 7.0/180	62,5	62	59,5	63	63,5	62,1
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO						

**Tabla 3.32** Tabulación de datos de la configuración M2 ensayada a Dureza, continuación

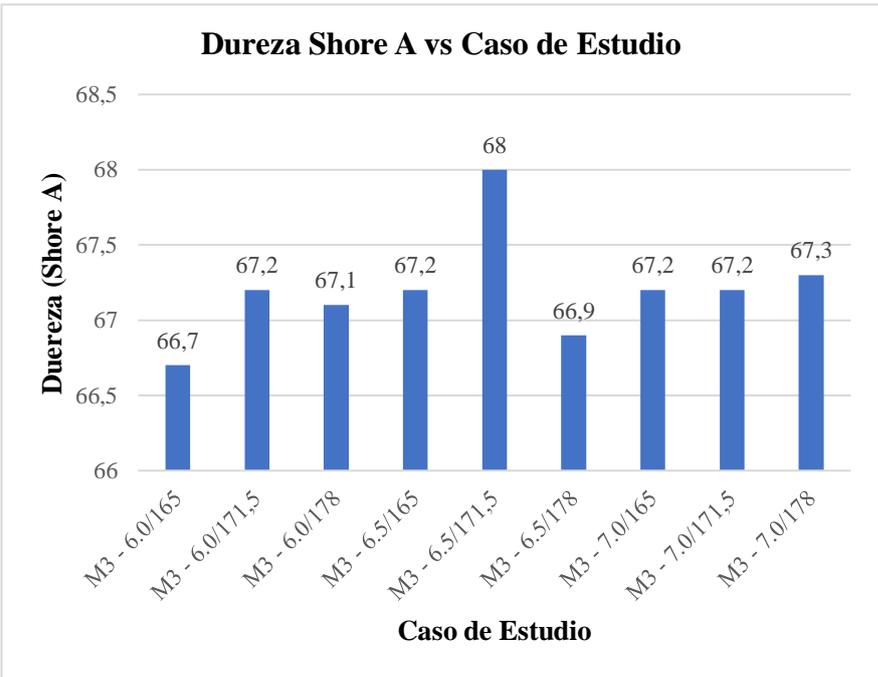
CONFIGURACIÓN M2																					
																					
GRÁFICA																					
 <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>Dureza Shore A vs Caso de Estudio</caption> <thead> <tr> <th>Caso de Estudio</th> <th>Dureza (Shore A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>M2 - 6.0/165</td><td>62,5</td></tr> <tr><td>M2 - 6.0/171,5</td><td>62,8</td></tr> <tr><td>M2 - 6.0/178</td><td>62,9</td></tr> <tr><td>M2 - 6.5/165</td><td>61,9</td></tr> <tr><td>M2 - 6.5/171,5</td><td>63,2</td></tr> <tr><td>M2 - 6.5/178</td><td>62,4</td></tr> <tr><td>M2 - 7.0/165</td><td>63,5</td></tr> <tr><td>M2 - 7.0/171,5</td><td>62,2</td></tr> <tr><td>M2 - 7.0/178</td><td>62,1</td></tr> </tbody> </table>		Caso de Estudio	Dureza (Shore A)	M2 - 6.0/165	62,5	M2 - 6.0/171,5	62,8	M2 - 6.0/178	62,9	M2 - 6.5/165	61,9	M2 - 6.5/171,5	63,2	M2 - 6.5/178	62,4	M2 - 7.0/165	63,5	M2 - 7.0/171,5	62,2	M2 - 7.0/178	62,1
Caso de Estudio	Dureza (Shore A)																				
M2 - 6.0/165	62,5																				
M2 - 6.0/171,5	62,8																				
M2 - 6.0/178	62,9																				
M2 - 6.5/165	61,9																				
M2 - 6.5/171,5	63,2																				
M2 - 6.5/178	62,4																				
M2 - 7.0/165	63,5																				
M2 - 7.0/171,5	62,2																				
M2 - 7.0/178	62,1																				
OBSERVACIONES	EVALUACIÓN																				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la ficha se presenta los resultados del ensayo de Dureza para todas las probetas con configuración M2.</li> <li>• Se identifican 5 mediciones por probeta, que es lo que indica la norma NTE-INEN-868.</li> <li>• La dureza promedio máxima se presenta en la probeta M2-7.0/165 con un valor de 63.5 Shore A.</li> <li>• La dureza mínima se fue de 61.9 Shore A.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20880 para suelas de caucho la dureza promedio debe estar en el rango de (65 +-5 SHORE A).</li> <li>• Entonces, todos los datos obtenidos cumplen con este requisito, por lo que el material vulcanizado M2 se acepta como opción para producir suelas de caucho.</li> </ul>																				

Fuente: Autor

**Tabla 3. 33.** Tabulación de datos de la configuración M3 ensayada a Dureza

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 						
FICHA DE TABULACIÓN DE DATOS						
DATOS INFORMATIVOS						
<b>Tipo de Estudio:</b>	Experimental	<b>Código:</b>	DUR-003			
<b>Fecha de Ejecución:</b>	09/11/2019	<b>Ciudad:</b>	Ambato			
<b>Lugar:</b>	Laboratorio de CARVIFACTORY CIA LTDA					
<b>Realizado por:</b>	Mario Carpio	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas			
PARAMETRO DE ENSAYO						
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Dureza Shore A	<b>Norma de Ensayo</b>	NTE-INEN-ISO-868			
<b>Máquina:</b>	Durómetro Shore A, Tipo A	<b>Fuerza aplicada:</b>	9,81 N			
<b>Distancia entre penetraciones:</b>	6 mm	<b>Distancia al borde de la probeta:</b>	12 mm			
<b>Temperatura:</b>	19,9	<b>Humedad Relativa:</b>	51%			
DETALLE DE LA MUESTRA						
<b>Base elastomérica:</b>	SBR 1502	<b>PHR:</b>	100	<b>Kg:</b>	18	
<b>Carga Reforzante:</b>	SiO <sub>2</sub> Amorfo	<b>PHR:</b>	44	<b>Kg:</b>	8	
<b>Preparación de Probetas:</b>	Vulcanización por Compresión					
RESULTADOS DEL ENSAYO						
Caso de Estudio	Mediciones (Shore A)					Promedio (Shore A)
	1	2	3	4	5	
M3 - 6.0/165	67,5	66,5	67	65,5	67	66,7
M3 - 6.0/171,5	67,5	66	67,5	66,5	68,5	67,2
M3 - 6.0/178	66,5	67	67,5	67	67,5	67,1
M3 - 6.5/165	68,5	67	67,5	65	68	67,2
M3 - 6.5/171,5	69	68,5	67	68	67,5	68
M3 - 6.5/178	68	66	67,5	66,5	66,5	66,9
M3 - 7.0/165	67,5	68	66,5	66,5	67,5	67,2
M3 - 7.0/171,5	65,5	67	67	68,5	68	67,2
M3 - 7.0/178	66,5	67,5	65,5	69	68	67,3
FOTOGRAFÍA DESPUÉS DEL ENSAYO						

**Tabla 3.33** Tabulación de datos de la configuración M2 ensayada a Dureza, continuación

CONFIGURACIÓN M3	
	
GRÁFICA	
	
OBSERVACIONES	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la ficha se presenta los resultados del ensayo de Dureza para todas las probetas con configuración M2.</li> <li>• Se identifican 5 mediciones por probeta, que es lo que indica la norma NTE-INEN-868.</li> <li>• La dureza promedio máxima se presenta en la probeta M3-6.5/171.5 con un valor de 68 Shore A.</li> <li>• La dureza mínima fue 66.7 Shore A.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Según la norma NTE-INEN-ISO-20880 para suelas de caucho la dureza promedio debe estar en el rango de (65 +-5 SHORE A).</li> <li>• Entonces, todos los datos obtenidos cumplen con este requisito, por lo que el material vulcanizado M3 se acepta como opción para producir suelas de caucho.</li> </ul>

Fuente: Autor

### 3.3 RESULTADOS

Los datos obtenidos serán analizados de dos maneras:

- Por Diseño Factorial  $3^k$
- Por Metodología de Superficies de Respuesta

#### 3.3.1 Análisis de datos por Diseño Factorial $3^k$

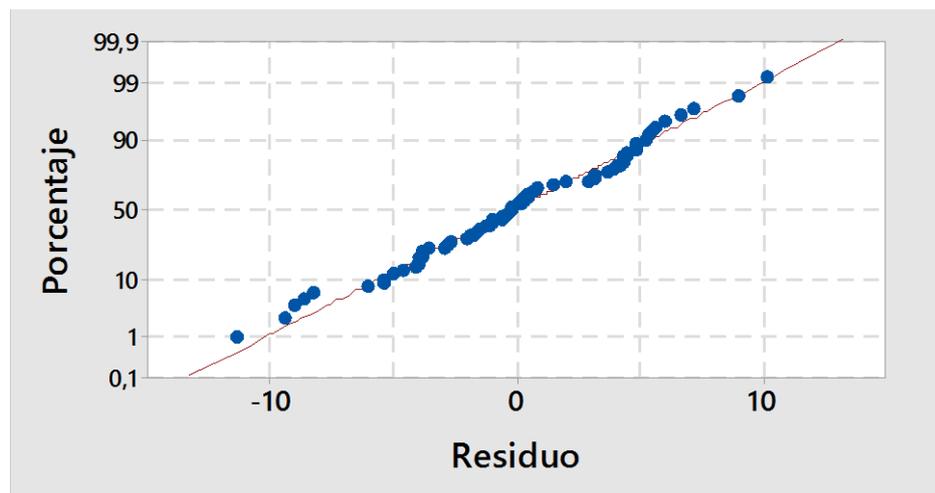
##### 3.3.1.1 Análisis de datos de la Abrasión

###### Verificación de supuestos

Como ya se conoce los Diseño Factoriales al tratarse de una prueba paramétrica basan su metodología en el ANOVA, es por esto que los dato deben cumplir con los supuestos necesarios para que los resultados obtenidos sean válidos. Así, los supuestos son: Normalidad, Igualdad de Varianza e Independencia en los datos.

###### Supuesto de Normalidad

Para verificar este supuesto en los datos de abrasión, se aplicará la prueba de normalidad de residuos. Esta técnica es simplemente visual, por lo que se debe verificar si los datos si alinean o no con la línea de valores predichos por el programa.



**Figura 3. 1** Grafica de Probabilidad Normal de la Abrasión  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Por simple observación, se concluye que los residuos si cumplen la prueba de normalidad, debida a que, los datos graficados se encuentran cerca o sobre la línea de probabilidad normal.

### Supuesto de Igualdad de Varianza

Para verificar este supuesto, se aplica la prueba de Levene, en la que se contrastan las significancias calculadas y predichas.

Teniendo como resultado:

**Tabla 3. 34.** Prueba de Levene para Abrasión por Diseño Factorial

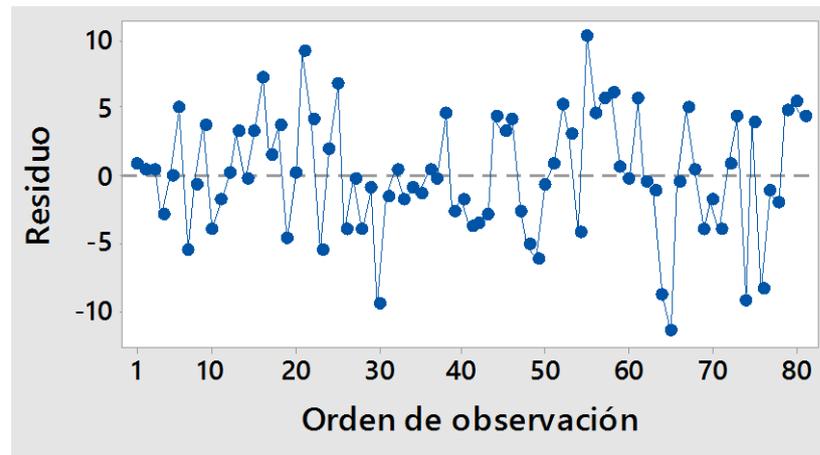
Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,002
Levene	0,45	0,986

Fuente: Autor

La prueba de Levene arrojó un valor-p igual a 0.986, por lo que, si se cumple con este supuesto, ya que el valor mínimo para que se cumpla la igualdad de varianzas es de valor-p igual 0.05.

### Supuesto de independencia en las mediciones

Para verificar este supuesto se grafica el orden que se recogieron los datos contra el residuo correspondiente.



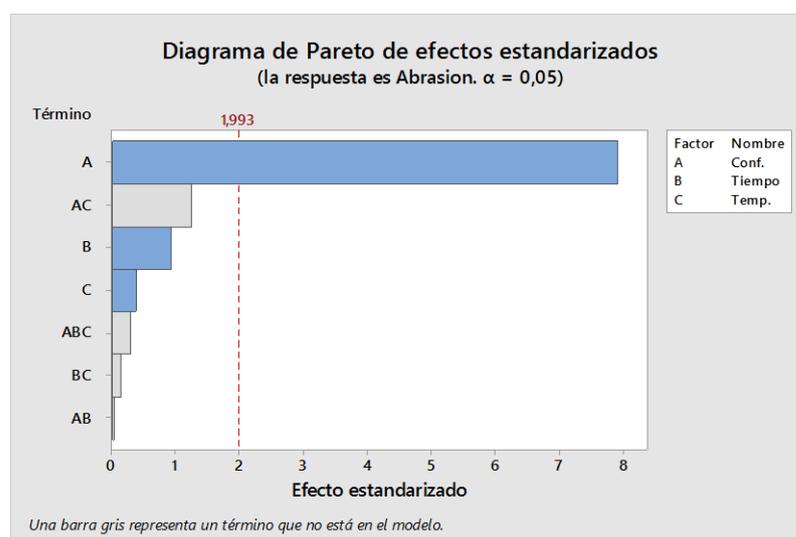
**Figura 3. 2** Grafica del Orden de Observación vs. Residuos de la Abrasión

Fuente: Minitab® Statistical Software

Visualmente no se observa ninguna tendencia o patrón definido. Es decir, el comportamiento de la gráfica es aleatorio, por lo que este supuesto si se cumple.

### Aplicación del Diseño Factorial 3<sup>k</sup>

Sabiendo que los datos cumplen con todos los supuestos necesarios para aplicar una prueba paramétrica, se realiza un primer análisis con todos los términos del modelo de primer orden. Para ello, se debe enfocar el diagrama de Pareto para visualizar que términos del modelo son significativos y que términos no lo son.



**Figura 3. 3** Diagrama de Pareto de los efectos para la Abrasión  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Mediante el diagrama de Pareto, se observa que solo un término es estadísticamente significativo, siendo este la Configuración. Se podrían descartar todos los demás términos para mejorar el modelo, pero, esto haría que tengamos un error muy alto. Por lo cual, se realizará un nuevo análisis con todos los términos iniciales del modelo: Configuración, Tiempo y Temperatura.

Luego de depurar el modelo, se efectúa un nuevo ANOVA

**Tabla 3. 35.** Análisis de Varianza para la Abrasión por Diseño Factorial

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Valor-p
Modelo	6	35446,9	5907,8	291,05	0,000
Lineal	6	35446,9	5907,8	291,05	0,000
Configuración	2	35390,2	17695,1	871,74	0,000

Tiempo	2	42,9	21,4	1,06	0,353
Temperatura	2	13,9	6,9	0,34	0,712
Error	74	1502,1	20,3		
Falta de ajuste	20	249,1	12,5	0,54	0,937
Error puro	54	1253,0	23,2		
Total	80	36949,0			

Fuente: Autor

En la Tabla 3.35 se observa que solo un término es estadísticamente significativo, siendo este la configuración, con una valor-p igual a 0.000, exactamente los mismo se refleja en la Figura 3.3.

La falta de ajuste no es estadísticamente significativa, por lo que no se necesita incluir más términos en el modelo.

Finalmente, el valor obtenido de  $R^2$  es de 95.93%, con lo cual, se concluye que nuestro modelo tiene un excelente ajuste con respecto a la variable analizada, en este caso, la Abrasión.

Otra forma de analizar de qué manera influyen los términos un modelo es mediante, la gráfica de efectos principales, Figura 3.4, se puede observar que solo la Configuración tiene efectos importantes sobre la Abrasión, esto se lo verifica por la diferencia de pendientes existente.

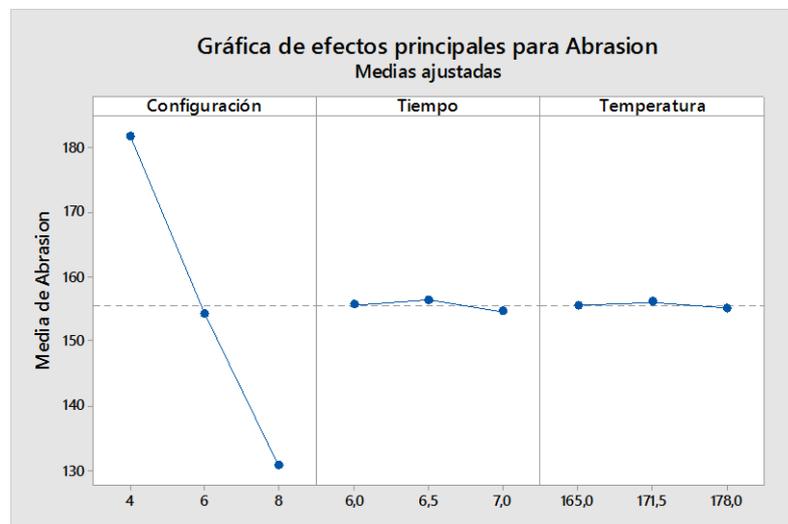
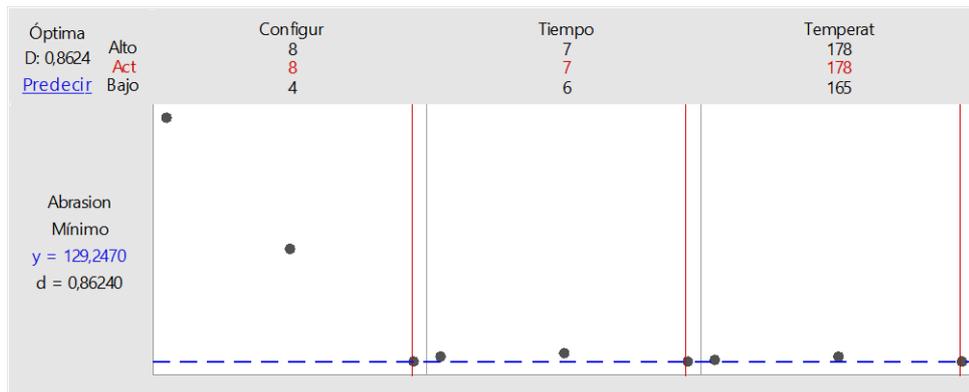


Figura 3. 4 Gráfica de efectos principales para la abrasión  
Fuente: Minitab® Statistical Software

### Optimización de la Abrasión Individual

El método que se utiliza para encontrar el valor óptimo, es la función de deseabilidad, en la se especifica parametros a los datos medidos de abrasión. En este caso, el objetivo es minimizar al máximo la misma. Esto debido a que, según la norma NTE-INEN-ISO 20345, necesitamos valores de abrasión lo mas bajo posibles para cumplir con el requisito.

En la Figura 3.5, se observa los valores óptimos para los tres factores: Configuración, Tiempo y Temperatura. Además, se observa el valor óptimo la variable de respuesta en este caso, la Resistencia a la Abrasión.



**Figura 3. 5** Gráfica de optimización para la abrasión  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Para un mayor entendimiento, en la Tabla 3.36, se presentan los niveles de cada factor que reducen la Abrasión al mínimo, donde se debe recalcar que el punto óptimo es producto de las respuestas predichas por el modelo.

**Tabla 3. 36.** Optimización Individual de la Abrasión por Diseño Factorial

Factores		Variable de Respuesta	
Configuración	8 = M3	Resistencia a la Abrasión (Perdida de volumen)	129.247 mm <sup>3</sup>
Tiempo	7 mins		
Temperatura	178 °C		

**Fuente:** Autor

### 3.3.1.2 Análisis de datos de la Dureza

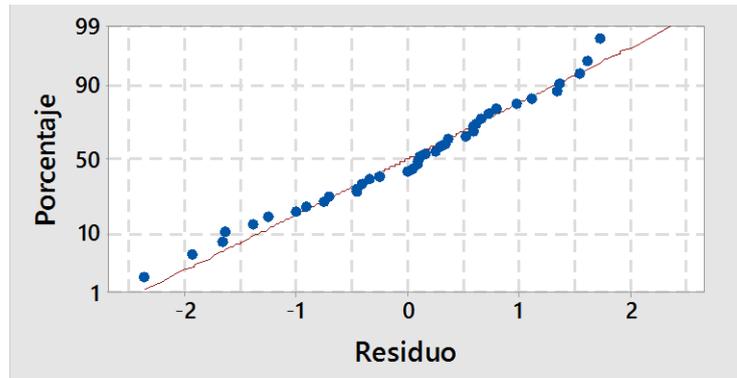
#### Verificación de supuestos

Como ya se conoce los Diseños Factoriales al tratarse de una prueba paramétrica basan su metodología en el ANOVA, es por esto que los dato deben cumplir con los

supuestos necesarios para que los resultados obtenidos sean válidos. Así, los supuestos son: Normalidad, Igualdad de Varianza e Independencia en los datos.

### Supuesto de Normalidad

Para verificar este supuesto en los datos de abrasión, se aplicará la prueba de normalidad de residuos. Esta técnica es simplemente visual, por lo que se debe verificar si los datos si alinean o no con la línea de valores predichos por el programa.



**Figura 3. 6** Gráfica de probabilidad normal para la dureza  
Fuente: Minitab® Statistical Software

Por simple observación, se concluye que los residuos si cumplen la prueba de normalidad, debida a que, los datos graficados se encuentran cerca o sobre la línea de probabilidad normal.

### Supuesto de Igualdad de Varianza

Para verificar este supuesto, se aplica la prueba de Levene, en la que se contrastan las significancias calculadas y predichas.

Teniendo como resultado:

**Tabla 3. 37.** Prueba de Levene para Dureza por Diseño Factorial

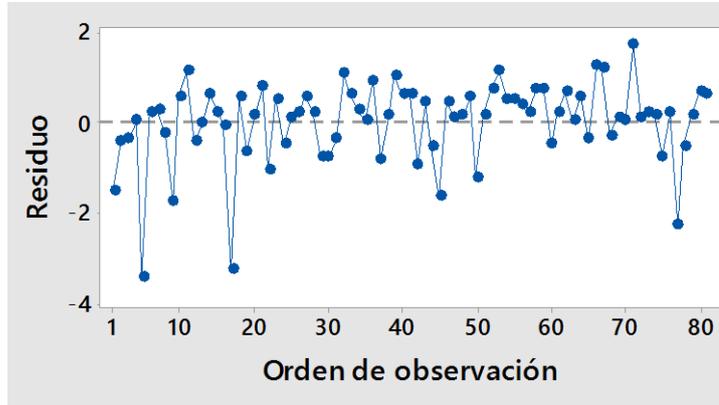
Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,710
Levene	0,55	0,952

Fuente: Autor

La prueba de Levene arrojó un valor-p igual a 0.952, por lo que, si se cumple con este supuesto, ya que el valor mínimo para que se cumpla la igualdad de varianzas es de valor-p igual 0.05.

### Supuesto de independencia en las mediciones

Para verificar este supuesto se grafica el orden que se recogieron los datos contra el residuo correspondiente.

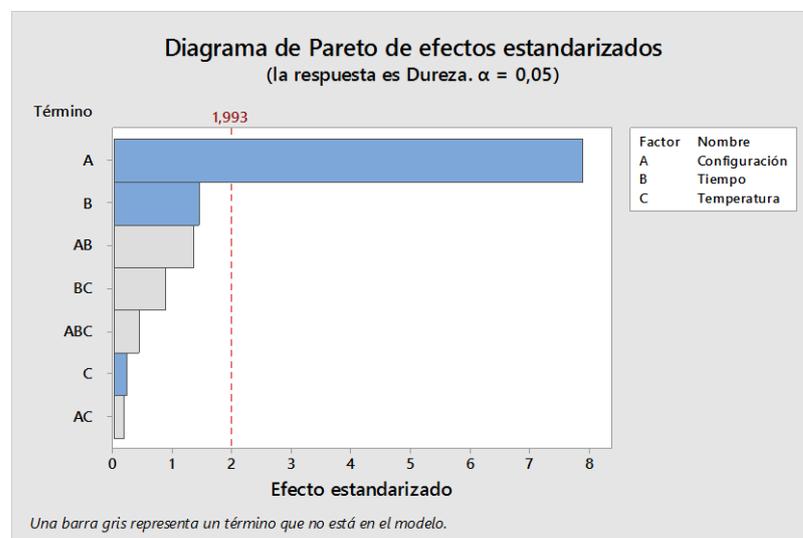


**Figura 3. 7** Gráfica de Orden de observación vs. Residuos de la Dureza  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Visualmente no se observa ninguna tendencia o patrón definido. Es decir, el comportamiento de la gráfica es aleatorio, por lo que este supuesto si se cumple.

### Aplicación del Diseño Factorial $3^k$

Sabiendo que los datos cumplen con todos los supuestos necesarios para aplicar una prueba paramétrica, se realiza un primer análisis con todos los términos del modelo de primer orden. Para ello, se debe enfocar el diagrama de Pareto para visualizar que términos del modelo son significativos y que términos no lo son.



**Figura 3. 8** Diagrama de Pareto para los efectos de la Dureza  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Mediante el diagrama de Pareto, se observa que solo un término es estadísticamente significativo, siendo este la Configuración. Se podrían descartar todos los demás términos para mejorar el modelo, pero, esto haría que tengamos un error muy alto. Por lo cual, se realizará un nuevo análisis con todos los términos iniciales del modelo: Configuración, Tiempo y Temperatura.

Luego de depurar el modelo, se efectúa un nuevo ANOVA:

**Tabla 3. 38.** Análisis de Varianza para la Dureza por Diseño Factorial

<b>Fuente de Variabilidad</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor-p</b>
Modelo	6	1316,89	219,481	255,90	0,000
Lineal	6	1316,89	219,481	255,90	0,000
Configuración	2	1313,28	656,642	765,59	0,000
Tiempo	2	3,28	1,642	1,91	0,155
Temperatura	2	0,32	0,160	0,19	0,830
Error	74	63,47	0,858		
Falta de ajuste	20	15,30	0,765	0,86	0,637
Error puro	54	48,17	0,892		
Total	80	1380,36			

Fuente: Autor

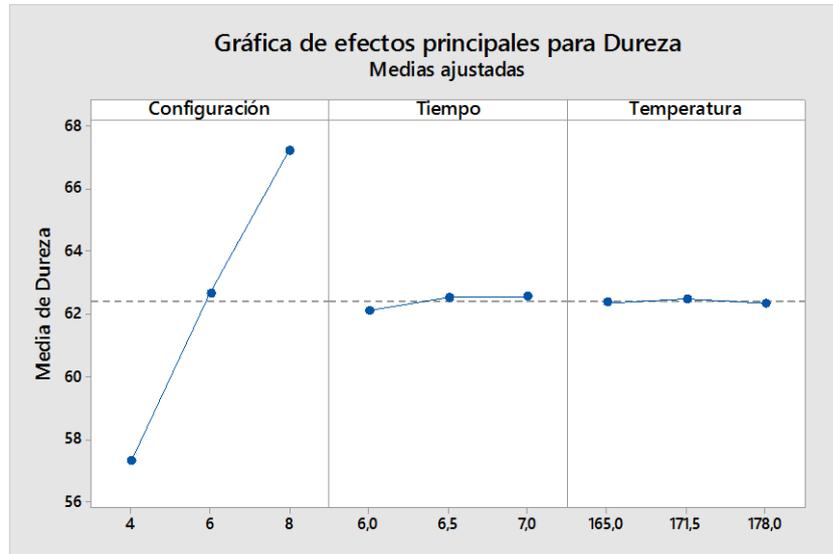
En la Tabla 3.38 se observa que solo un término es estadísticamente significativo, siendo este la configuración, con una valor-p igual a 0.000, exactamente los mismo se refleja en la Figura 3.8.

La falta de ajuste no es estadísticamente significativa, por lo que no se necesita incluir más términos en el modelo.

Finalmente, el valor obtenido de  $R^2$  es de 95.40%, con lo cual, se concluye que nuestro modelo tiene un excelente ajuste con respecto a la variable analizada, en este caso, la Dureza.

Otra forma de analizar de qué manera influyen los términos un modelo es mediante, la gráfica de efectos principales, en la Figura 3.9, se puede observar que solo la

Configuración tiene efectos importantes sobre la Abrasión, esto se lo verifica por la diferencia de pendientes existente.

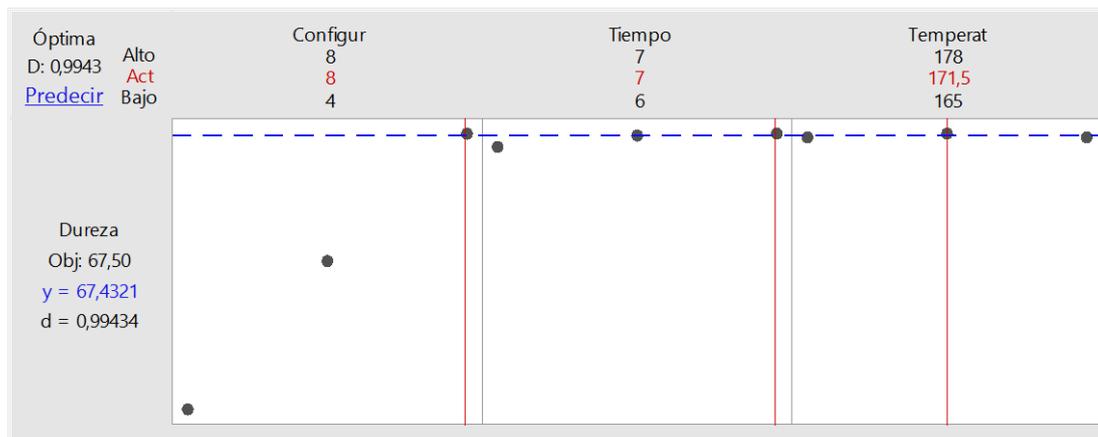


**Figura 3.9** Gráfica de efectos principales para la Dureza  
Fuente: Minitab® Statistical Software

### Optimización de la Dureza Individual

El método que se utiliza para encontrar el valor óptimo, es la función de deseabilidad, en la se especifica parametros a los datos medidos de abrasión. En este caso, el objetivo es mantenerse dentro de un rango. Esto debido a que, según la norma NTE-INEN-ISO 20346, necesitamos valores de Dureza entre 60 y 70 Shore A.

En la Figura 3.10, se observa los valores óptimos para los tres factores: Configuración, Tiempo y Temperatura. Además, se observa el valor óptimo la variable de respuesta en este caso, la Resistencia a la Abrasión.



**Figura 3.10** Gráfica de optimización para la Dureza  
Fuente: Minitab® Statistical Software

Para un mayor entendimiento, en la tabla 3.39, se presentan los niveles de cada factor que reducen la Abrasión al mínimo, donde se debe recalcar que el punto óptimo es producto de las respuestas predichas por el modelo.

**Tabla 3. 39.** Optimización Individual de la Dureza por Diseño Factorial

<b>Factores</b>		<b>Variable de Respuesta</b>	
Configuración	8 = M3	Dureza	67.4321 Shore A
Tiempo	7 mins		
Temperatura	171.5 °C		

Fuente: Autor

### 3.3.1.3 Análisis de datos de la Flexión

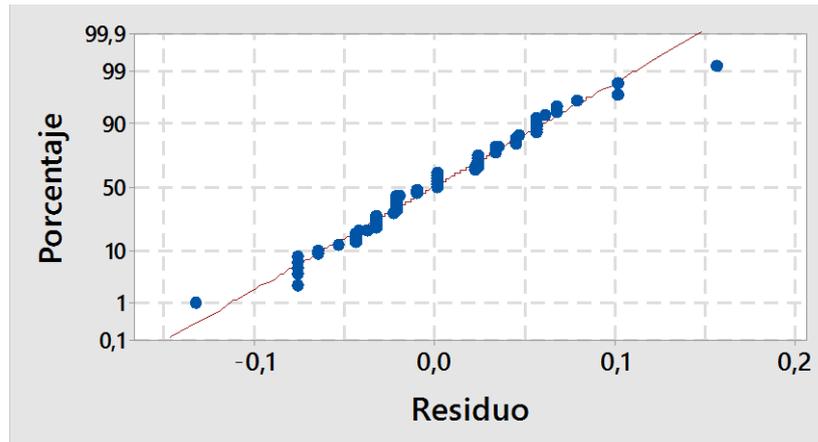
#### Verificación de supuestos

Como ya se conoce los Diseños Factoriales al tratarse de una prueba paramétrica basan su metodología en el ANOVA, es por esto que los dato deben cumplir con los supuestos necesarios para que los resultados obtenidos sean válidos. Así, los supuestos son: Normalidad, Igualdad de Varianza e Independencia en los datos.

#### Supuesto de Normalidad

Para verificar este supuesto en los datos de abrasión, se aplicará la prueba de normalidad de residuos. Esta técnica es simplemente visual, por lo que se debe verificar si los datos si alinean o no con la línea de valores predichos por el programa.

Por simple observación, se concluye que los residuos si cumplen la prueba de normalidad, debida a que, los datos graficados se encuentran cerca o sobre la línea de probabilidad normal.



**Figura 3. 11** Gráfica de Probabilidad Normal para la Flexión  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

### Supuesto de Igualdad de Varianza

Para verificar este supuesto, se aplica la prueba de Levene, en la que se contrastan las significancias calculadas y predichas.

Teniendo como resultado:

**Tabla 3. 40.** Prueba de Levene para Flexión por Diseño Factorial

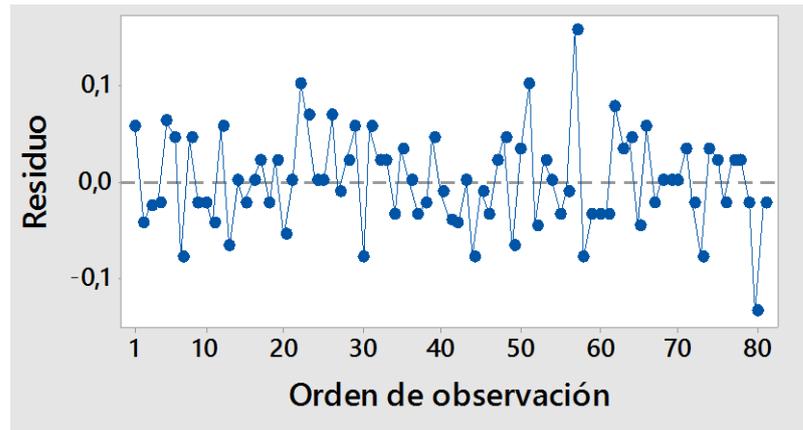
Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,826
Levene	0,45	0,985

**Fuente:** Autor

La prueba de Levene arrojó un valor-p igual a 0.985, por lo que, si se cumple con este supuesto, ya que el valor mínimo para que se cumpla la igualdad de varianzas es de valor-p igual 0.05.

### Supuesto de independencia en las mediciones

Para verificar este supuesto se grafica el orden que se recogieron los datos contra el residuo correspondiente.

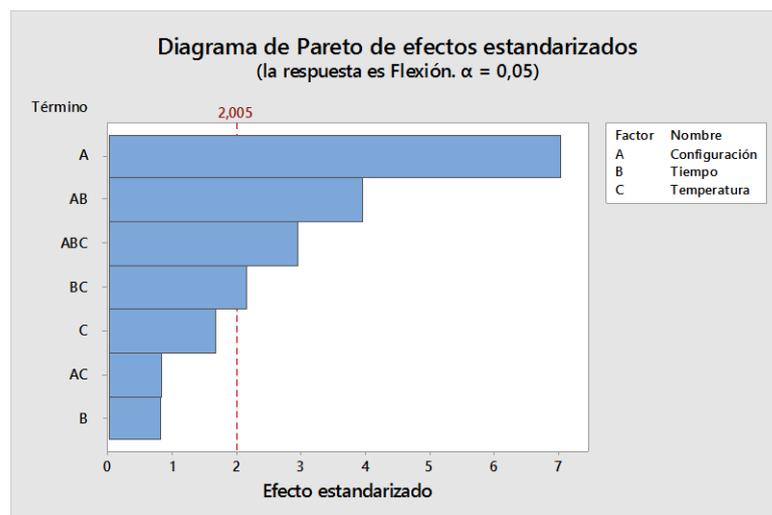


**Figura 3. 12** Gráfica de Orden de observación vs. Residuos para la Flexión  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Visualmente no se observa ninguna tendencia o patrón definido. Es decir, el comportamiento de la gráfica es aleatorio, por lo que este supuesto si se cumple.

### Aplicación del Diseño Factorial 3<sup>k</sup>

Sabiendo que los datos cumplen con todos los supuestos necesarios para aplicar una prueba paramétrica, se realiza un primer análisis con todos los términos del modelo de primer orden. Para ello, se debe enfocar el diagrama de Pareto para visualizar que términos del modelo son significativos y que términos no lo son.



**Figura 3. 13** Diagrama de Pareto para los efectos de la Flexión  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Mediante el diagrama de Pareto, se observa que existen algunos términos estadísticamente significativos, siendo el más importante Configuración. Se podrían descartar todos los demás términos para mejorar el modelo, pero, esto haría que tengamos un error muy alto.

En este caso no se elimina ningún término ya que todos influyen de alguna manera en el modelo, en este caso, de primer orden.

**Tabla 3. 41.** Análisis de Varianza para la Flexión por Diseño Factorial

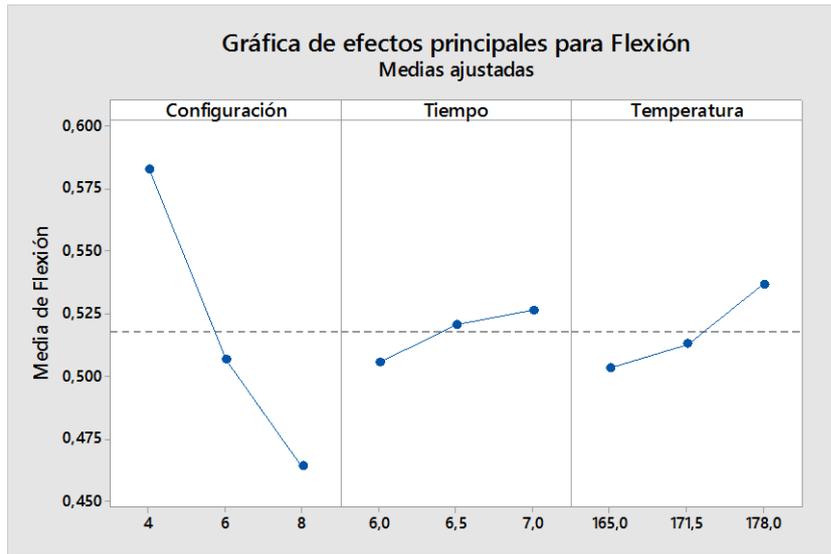
<b>Fuente de Variabilidad</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor-p</b>
Modelo	26	0,446131	0,017159	5,02	0,000
Lineal	6	0,217138	0,036190	10,59	0,000
Configuración	2	0,194886	0,097443	28,52	0,000
Tiempo	2	0,006065	0,003032	0,89	0,418
Temperatura	2	0,016188	0,008094	2,37	0,103
Interacciones de 2 términos	12	0,141181	0,011765	3,44	0,001
Configuración*Tiempo	4	0,089522	0,022380	6,55	0,000
Configuración*Temperatura	4	0,013871	0,003468	1,02	0,408
Tiempo*Temperatura	4	0,037788	0,009447	2,77	0,037
Interacciones de 3 términos	8	0,087812	0,010977	3,21	0,005
Configuración*Tiempo*Temperatura	8	0,087812	0,010977	3,21	0,005
Error	54	0,184483	0,003416		
Total	80	0,630614			

Fuente: Autor

En la Tabla 3.41 se observa que hay 4 términos estadísticamente significativo, siendo los más importante la configuración y la configuración\*tiempo con una valor-p igual a 0.000, exactamente los mismo se refleja en la Figura 3.13.

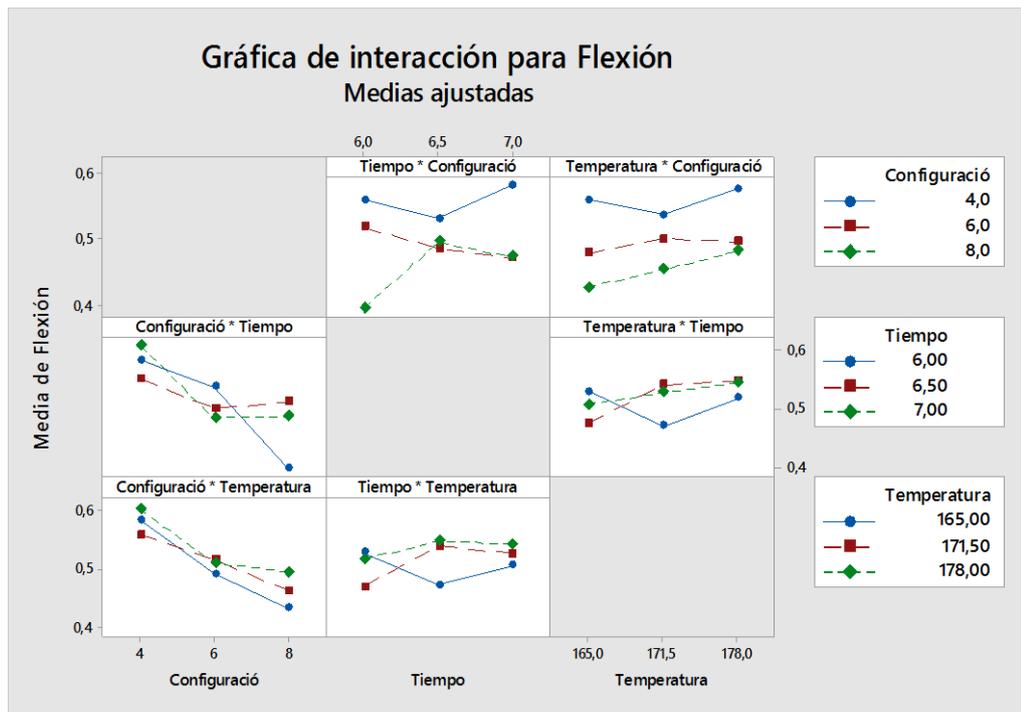
Finalmente, el valor obtenido de  $R^2$  es de 70,75%, con lo cual, se concluye que nuestro modelo tiene un buen ajuste con respecto a la variable analizada, en este caso, la Flexión.

Otra forma de analizar de qué manera influyen los términos un modelo es mediante, la gráfica de efectos principales, en la Figura 3.14, en donde se observa que la mayor pendiente lo tiene la Configuración, por lo que de estos 3 términos es el mas influyente sobre las respuestas obtenidas en los ensayos de flexión.



**Figura 3. 14** Gráfica de efectos principales de la Flexión  
Fuente: Minitab® Statistical Software

En la Figura 3.15, se observa la interacción que existe entre los factores. Aunque, resulta un poco complicado interpretar es gráfica, una forma adecuada de hacerlo es fijarse en las pendientes de cada, y donde exista un cambio brusco de pendiente quiere decir que esa interacción es estadísticamente significativa.



**Figura 3. 15** Gráfica de interacción para la Flexión  
Fuente: Minitab® Statistical Software

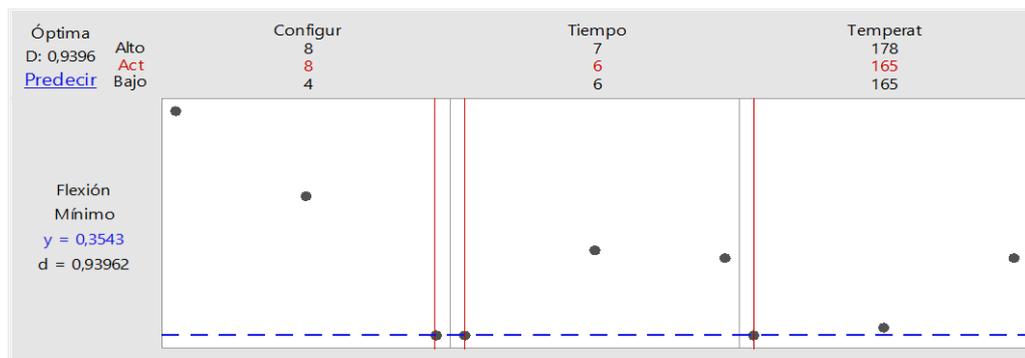
Se visualizo que las interacciones: Configuración\*Tiempo, Tiempo\*Temperatura, Temperatura\*Tiempo, Tiempo\*Configuración influyen de manera significativa en la Flexión.

Existen Términos de interacción significativos que no estan en el ANOVA, se los pudiera agregar pero lo unico que se conseguiría es un pequeño aumento del  $R^2$ , y no se lo necesita por que se lo tiene superior al valor mínimo.

### Optimización de la Flexión Individual

El método que se utiliza para encontrar el valor optimo, es la función de deseabilidad, en la se especifica parametros a los datos medidos de abrasión. En este caso, el objetivo es minimizar lo mas que se pueda. Esto debido a que, según la norma NTE-INEN-ISO 20345, necesitamos un valor de flexión bajo.

En la Figura 3.16, se observa los valores óptimos para los tres factores: Configuración, Tiempo y Temperatura. Además, se observa el valor óptimo la variable de respuesta en este caso, la Resistencia a la Abrasión.



**Figura 3. 16** Gráfica de optimización para la Flexión  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Para un mayor entendimiento, en la Tabla 3.42, se presentan los niveles de cada factor que reducen la Abrasión al mínimo, donde se debe recalcar que el punto óptimo es producto de las respuestas predichas por el modelo.

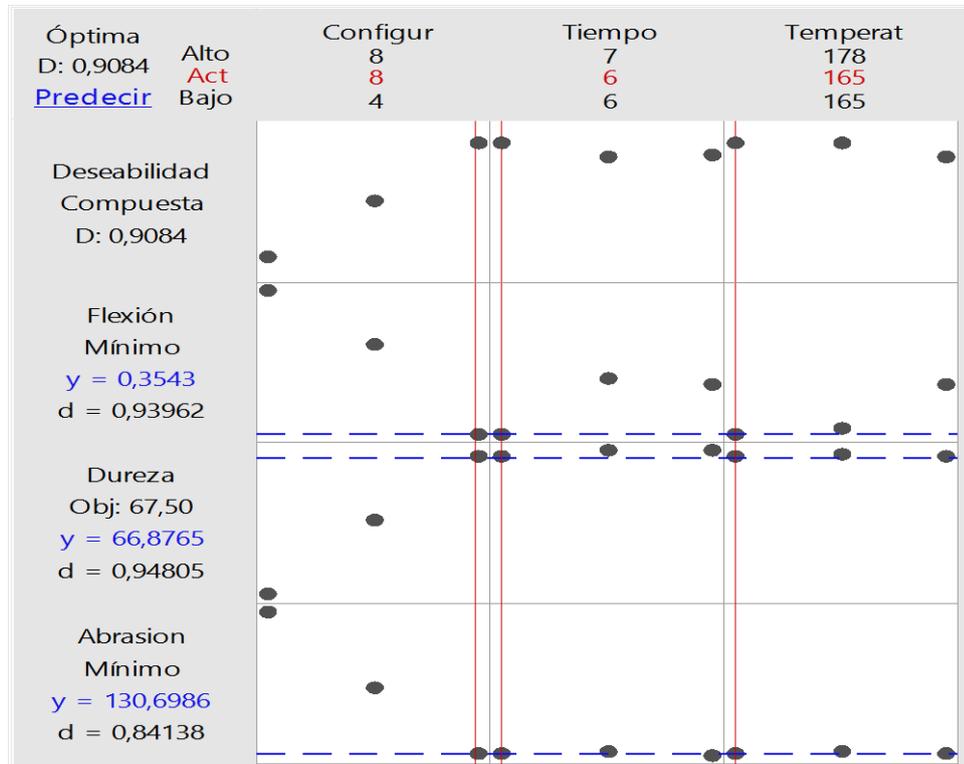
**Tabla 3. 42.** Optimización Individual de la Flexión por Diseño Factorial

Factores		Variable de Respuesta	
Configuración	8 = M3	Fatiga por Flexión (Crecimiento de Incisión)	0.3543 mm
Tiempo	6 mins		
Temperatura	165 °C		

**Fuente:** Autor

## Optimización Simultánea

En la optimización simultánea, se abarcan todas las optimizaciones individuales, con el fin de obtener un único valor deseable para cada factor y para cada variable de respuesta. Dentro del Diseño Factorial, a estos valores se los conoce como “Mejor Tratamiento”



**Figura 3. 17** Gráfica de optimización simultánea  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Los niveles de cada factor que optimizan cada variable de respuesta de acuerdo con el criterio que se les dio se detallan en la tabla 3.43, recalando nuevamente que los puntos óptimos son predichos por el modelo.

**Tabla 3. 43.** Optimización Simultánea por Diseño Factorial

Factores		Variable de Respuesta	
Configuración	8 = M3	Resistencia a la Abrasión (Perdida de volumen)	130.6986 mm <sup>3</sup>
Tiempo	6 mins	Dureza	66.8765 SHORE A
Temperatura	165 °C	Fatiga por Flexión (Crecimiento de Incisión)	0.3543 mm

**Fuente:** Autor

### 3.3.2 Aplicación de la Metodología de Superficies de Respuesta (MSR)

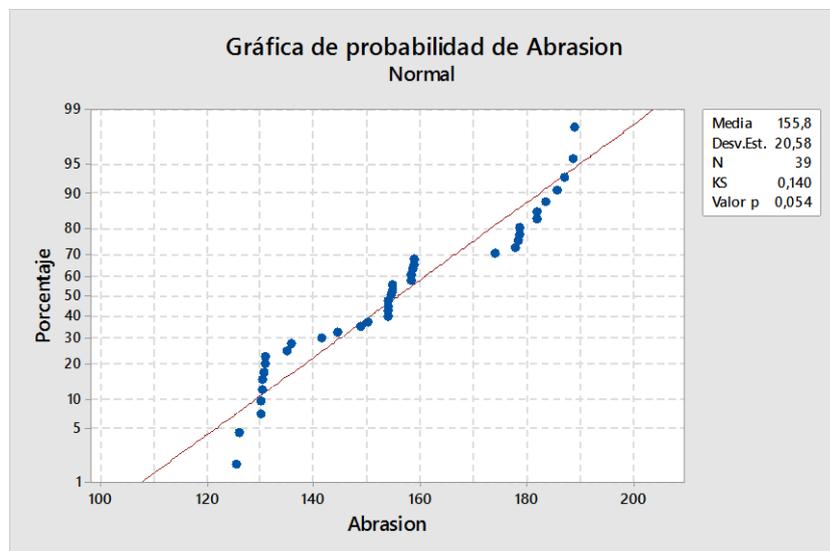
#### 3.3.2.1 Análisis de datos de Abrasión

##### Verificación de supuestos

La MSR al tratarse de una prueba paramétrica basan su metodología en el ANOVA, es por esto que los dato deben cumplir con los supuestos necesarios para que los resultados obtenidos sean válidos. Así, los supuestos son: Normalidad, Igualdad de Varianza e Independencia en los datos.

##### Supuesto de Normalidad

Para verificar este supuesto en los datos de abrasión, se aplicará la prueba de bondad de ajuste de Kolmogórov-Smirnov, en ella se contrastan las significancias de la prueba con la significancia preestablecida.



**Figura 3. 18** Gráfica de probabilidad normal para la Abrasión  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

De la Figura 3.18, se concluye que los datos de abrasión si cumple con el supuesto de Normalidad, ya que, su valor-p es igual a 0.054, superando el mínimo requerido que es de 0.05.

##### Supuesto de Igualdad de Varianza

Para verificar este supuesto, se aplica la prueba de Levene, en la que se contrastan las significancias calculadas y predichas.

Teniendo como resultado:

**Tabla 3. 44.** Prueba de Levene para Abrasión por MSR

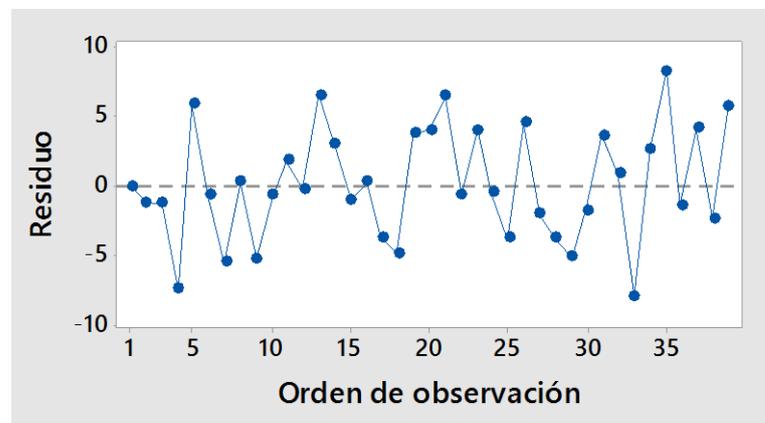
Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,014
Levene	0,50	0,895

Fuente: Autor

La prueba de Levene arrojó un valor-p igual a 0.895, por lo que, si se cumple con este supuesto, ya que el valor mínimo para que se cumpla la igualdad de varianzas es de valor-p igual 0.05.

### Supuesto de independencia en las mediciones

Para verificar este supuesto se grafica el orden que se recogieron los datos contra el residuo correspondiente.

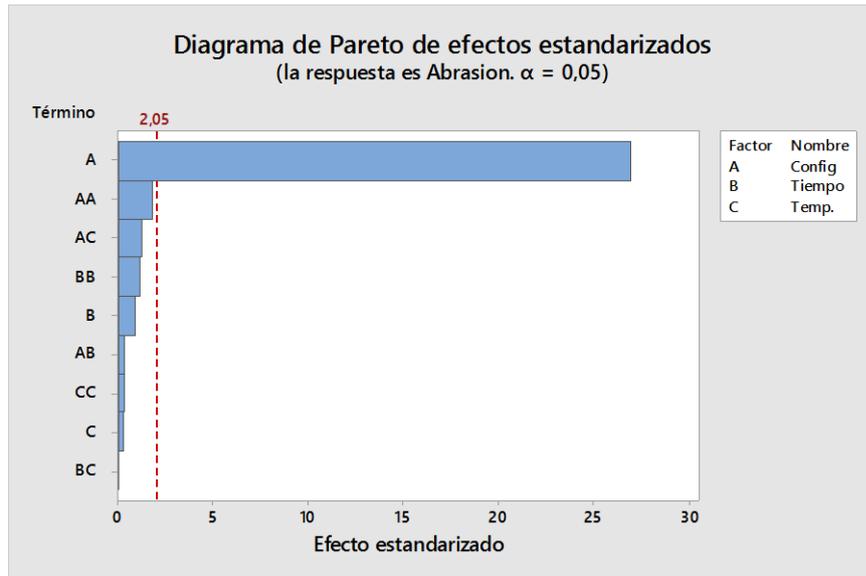


**Figura 3. 19** Gráfica de Orden de observación vs. Residuos para la Abrasión  
Fuente: Minitab® Statistical Software

Visualmente no se observa ninguna tendencia o patrón definido. Es decir, el comportamiento de la gráfica es aleatorio, por lo que este supuesto si se cumple.

### Aplicación de la Metodología de Superficies de Respuesta (MSR)

Sabiendo que los datos cumplen con todos los supuestos necesarios para aplicar una prueba paramétrica, se realiza un primer análisis con todos los términos del modelo. Para ello, se debe enfocar el diagrama de Pareto para visualizar que términos del modelo son significativos y que términos no lo son.



**Figura 3. 20** Diagrama de Pareto de efectos de la Abrasión  
Fuente: Minitab® Statistical Software

Mediante el diagrama de Pareto, se observa que existen un solo término estadísticamente significativos, siendo este la Configuración. Se podrían descartar todos los demás términos para mejorar el modelo, pero, esto haría que tengamos un error muy alto y un coeficiente de determinación más bajo. Por eso, es preciso analizar qué términos influyen en el modelo de alguna manera y que términos no lo hacen.

Para este caso, el coeficiente de determinación  $R^2$  es igual a 96.19%, lo que quiere decir que el modelo está muy bien ajustado a la variable correspondiente. Sin embargo, es necesario realizar una regresión de Superficie de Respuesta debido a que posteriormente se tendrán complicaciones en una variable de respuesta.

Finalmente, luego de haber realizado la regresión, se agregaron algunos términos que se necesitaban para seguir manteniendo los mismos resultados que antes. Igualmente, el modelo sigue siendo de segundo orden al tener términos cuadráticos en el modelo. Posteriormente, se realiza un nuevo ANOVA:

**Tabla 3. 45.** Análisis de Varianza para la Abrasión por MSR

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Valor-p
Regresión	12	15489,7	1290,80	55,47	0,000
Config	1	7369,0	7369,01	316,67	0,000
Tiempo	1	10,1	10,09	0,43	0,516
Temp.	1	0,1	0,07	0,00	0,956
Config*Config	1	67,5	67,46	2,90	0,101

Tiempo*Tiempo	1	26,3	26,35	1,13	0,297
Temp.*Temp.	1	2,4	2,38	0,10	0,752
Config*Tiempo	1	2,7	2,68	0,12	0,737
Config*Temp.	1	31,4	31,45	1,35	0,256
Tiempo*Temp.	1	0,1	0,07	0,00	0,956
Config*Config*Tiempo	1	0,2	0,19	0,01	0,929
Config*Config*Temp.	1	2,4	2,43	0,10	0,749
Config*Tiempo*Tiempo	1	6,2	6,22	0,27	0,609
Error	26	605,0	23,27		
Total	38	16094,7			

Fuente: Autor

En la Tabla 3.45 se observa que hay 1 término estadísticamente significativo, siendo este la configuración con un valor-p igual a 0.000, exactamente los mismo se refleja en la Figura 3.20.

Finalmente, el valor obtenido de  $R^2$  es de 96.24%, con lo cual, se concluye que nuestro modelo tiene un excelente ajuste con respecto a la variable analizada, en este caso, la Abrasión.

Otra forma de analizar de qué manera influyen los términos en un modelo es mediante la gráfica de efectos principales, en la Figura 3.21, en donde se observa que la mayor pendiente lo tiene la Configuración, por lo que de estos 3 términos es el más influyente sobre las respuestas obtenidas en los ensayos de abrasión.

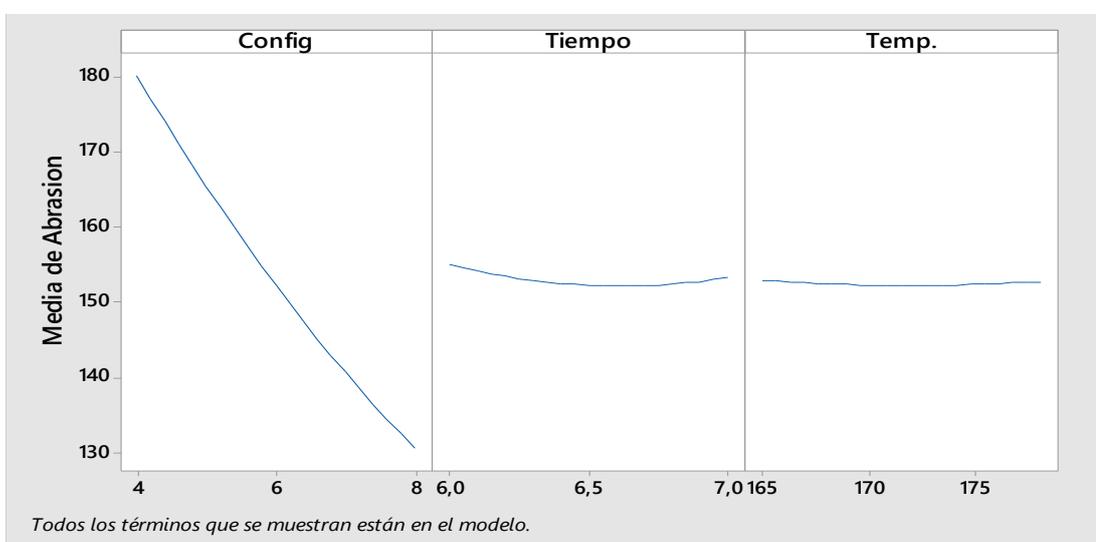
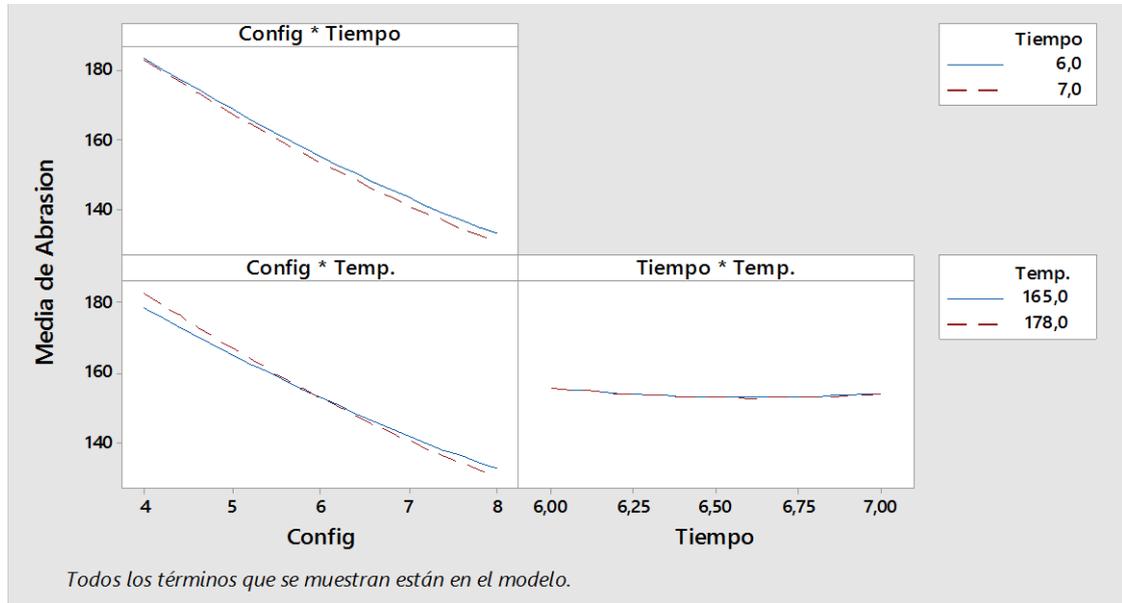


Figura 3. 21 Gráfica de efectos principales para la Abrasión

Fuente: Minitab® Statistical Software

En la Figura 3.22, se observa la interacción que existe entre los factores. Aunque, resulta un poco complicado interpretar es gráfica, una forma adecuada de hacerlo es fijarse en las pendientes de cada una, y donde exista un cambio brusco de pendiente quiere decir que esa interacción es estadísticamente significativa.

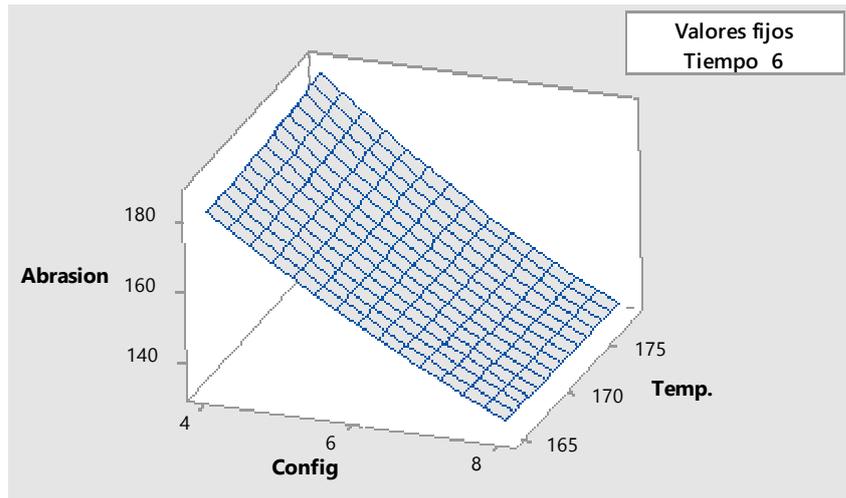


**Figura 3. 22** Gráfica de interacción para la Abrasión  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Mediante el análisis de la Figura 3.22, se concluye que ninguna interacción presente en el modelo es estadísticamente significativa al no existir cambios de pendientes visibles.

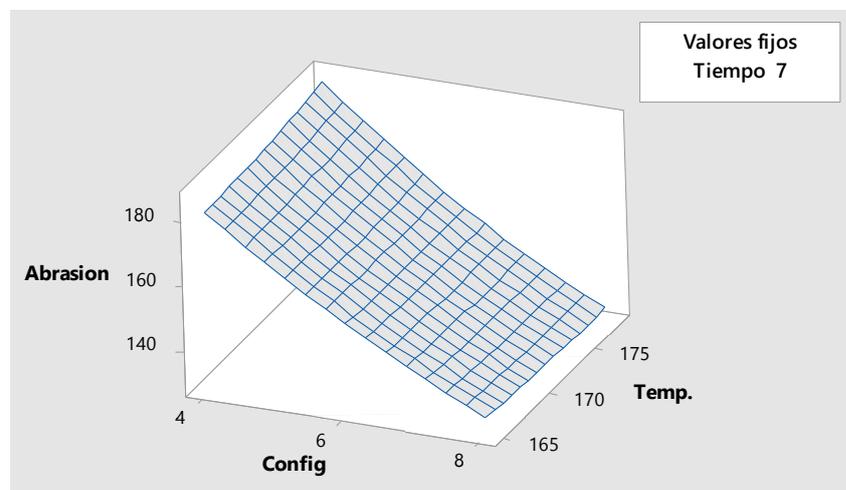
El Método de Superficie de Respuesta (MSR) se caracteriza por generar superficies en 3D con los factores de entrada del modelo, en estas superficies se puede analizar de que manera cambia cada variable de respuesta de acuerdo con cada factor.

En la Figura 3.23, se dispone la abrasión en función de la Configuración y el Tiempo, para sus distintos niveles, con un valor de Tiempo fijo.



**Figura 3. 23** Gráfica de superficie de la Abrasión vs Configuración, Temperatura; para un Tiempo de 6 minutos  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

En la Figura 3.23, se observa que para tener el valor mas bajo de abrasión se necesita una alta Configuración y una baja temperatura, para un valor fijo de tiempo igual a 6 minutos.

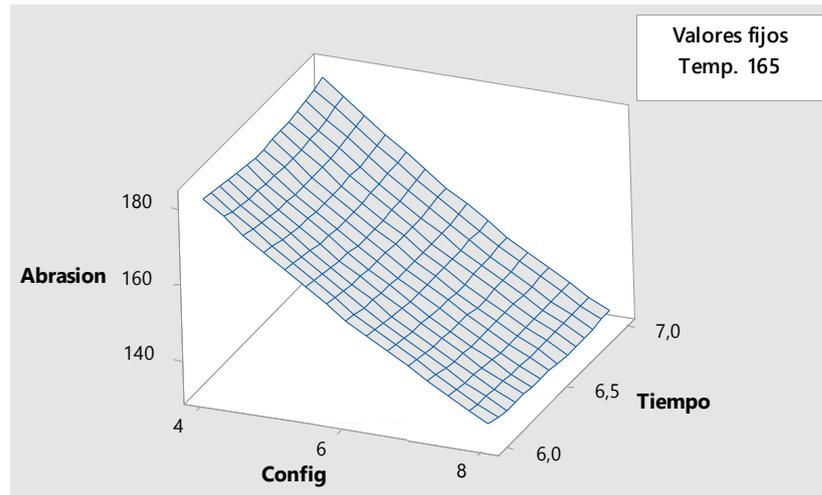


**Figura 3. 24** Gráfica de superficie de la Abrasión vs Configuración, Temperatura; para un Tiempo de 7 minutos  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

En la Figura 3.24, se observa que para tener el valor mas bajo de abrasión se necesita una alta Configuración y una baja temperatura, para un valor fijo de tiempo igual a 7 minutos.

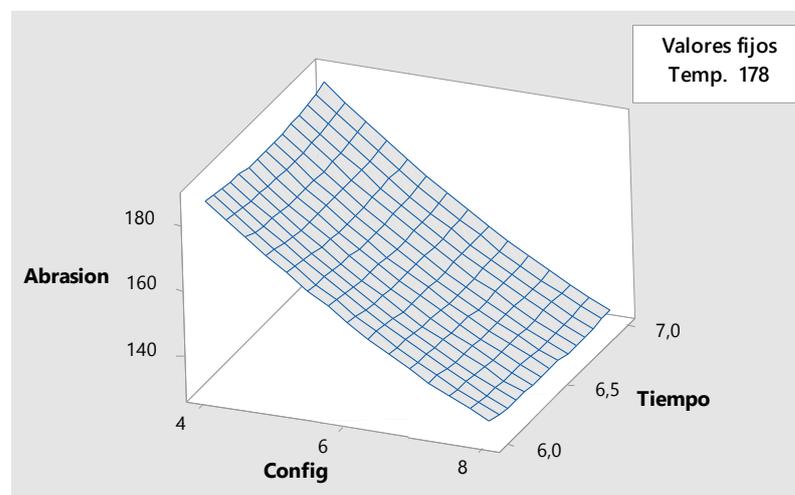
Igualmente, se observa que a medida que se cambie el tiempo la forma de la superficie no cambia, esto se debe a que este factor no es estadísticamente significativo en nuestro modelo.

En la Figura 3.25, se presenta la variable de respuesta Abrasión en función de la Configuración y Tiempo, con valores de Temperatura fijos.



**Figura 3. 25** Gráfica de superficie de la Abrasión vs Configuración, Tiempo; para una Temperatura de 165°C  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

En la Figura 3.25, se observa que para tener el valor mas bajo de abrasión se necesita una alta Configuración y un Tiempo bajo, para un valor fijo de Temperatura igual a 165°C.



**Figura 3. 26** Gráfica de superficie de la Abrasión vs Configuración, Tiempo; para una Temperatura de 178°C  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

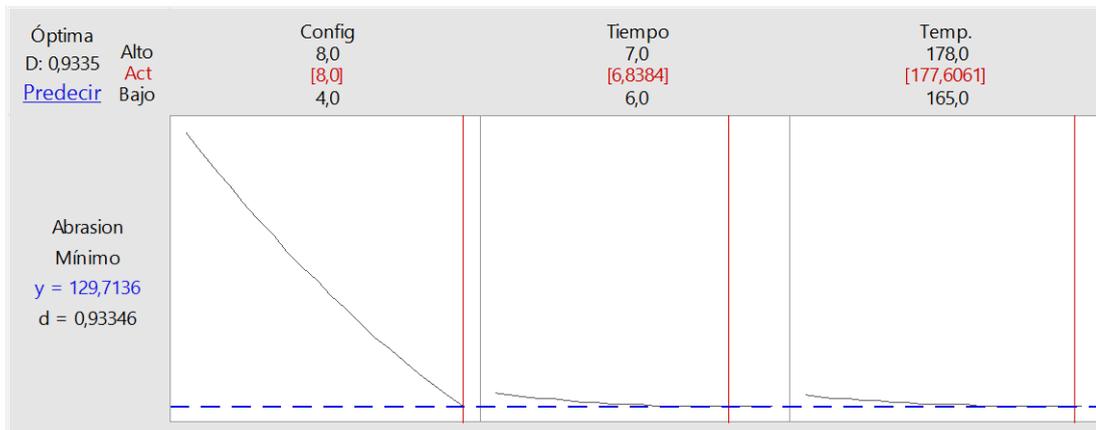
En la Figura 3.26, se observa que para tener el valor mas bajo de abrasión se necesita una alta Configuración y un Tiempo bajo, para un valor fijo de Temperatura igual a 178°C.

Entonces, se puede decir que mientras mas alta sea el PHR de SiO<sub>2</sub> menor será la perdida de volumen relativo de nuestro material.

### **Optimización de la Individual de la Abrasión**

El método que se utiliza para encontrar el valor óptimo, es la función de deseabilidad, en la que se especifica parámetros a los datos medidos de abrasión. En este caso, el objetivo es minimizar lo más que se pueda. Esto debido a que, según la norma NTE-INEN-ISO 20345, necesitamos un valor de abrasión menor o igual a  $170 \text{ mm}^3$ .

En la Figura 3.27, se observa los valores óptimos para los tres factores: Configuración, Tiempo y Temperatura. Además, se observa el valor óptimo la variable de respuesta en este caso, la Resistencia a la Abrasión.



**Figura 3. 27** Gráfica de optimización para la Abrasión  
Fuente: Minitab® Statistical Software

Para un mayor entendimiento, en la tabla 3.46, se presentan los niveles de cada factor que reducen la Abrasión al mínimo, donde se debe recalcar que el punto óptimo es producto de las respuestas predichas por el modelo.

**Tabla 3. 46.** Optimización Individual de la Abrasión por MSR

Factores		Variable de Respuesta	
Configuración	8 = M3	Resistencia a la Abrasión (Perdida de volumen)	0.3543 $\text{mm}^3$
Tiempo	6.8384 mins		
Temperatura	177.6061 °C		

Fuente: Autor

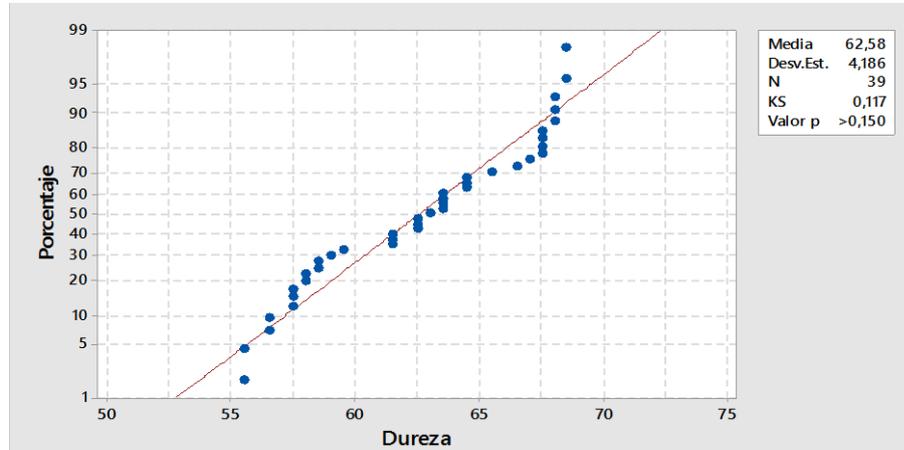
### 3.3.2.2 Análisis de datos de Dureza

#### Verificación de supuestos

La MSR al tratarse de una prueba paramétrica basan su metodología en el ANOVA, es por esto que los datos deben cumplir con los supuestos necesarios para que los resultados obtenidos sean válidos. Así, los supuestos son: Normalidad, Igualdad de Varianza e Independencia en los datos.

### Supuesto de Normalidad

Para verificar este supuesto en los datos de abrasión, se aplicará la prueba de bondad de ajuste de Kolmogórov-Smirnov, en ella se contrastan las significancias de la prueba con la significancia preestablecida.



**Figura 3. 28** Gráfica de probabilidad normal para la Dureza  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

De la figura 3.28, se concluye que los datos de Dureza si cumple con el supuesto de Normalidad, ya que, su valor-p es mayor a 0.150, superando el mínimo requerido que es de 0.05.

### Supuesto de Igualdad de Varianza

Para verificar este supuesto, se aplica la prueba de Levene, en la que se contrastan las significancias calculadas y predichas.

Teniendo como resultado:

**Tabla 3. 47.** Prueba de Levene para Dureza por MSR

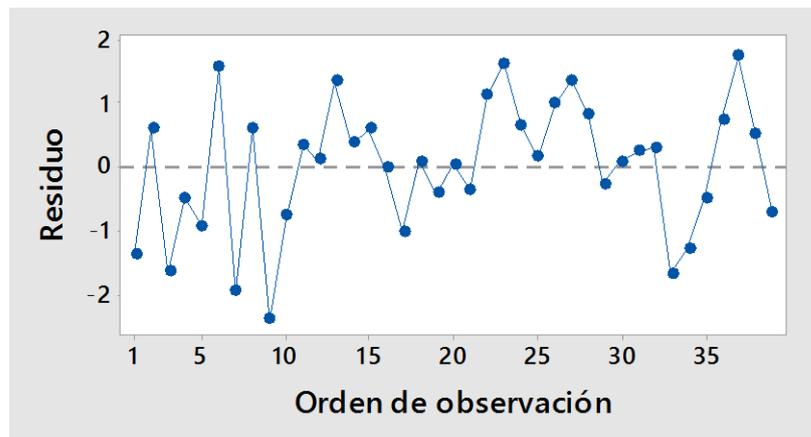
Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,807
Levene	0,54	0,870

**Fuente:** Autor

La prueba de Levene arrojó un valor-p igual a 0.870, por lo que, si se cumple con este supuesto, ya que el valor mínimo para que se cumpla la igualdad de varianzas es de valor-p igual 0.05.

### Supuesto de independencia en las mediciones

Para verificar este supuesto se grafica el orden que se recogieron los datos contra el residuo correspondiente.

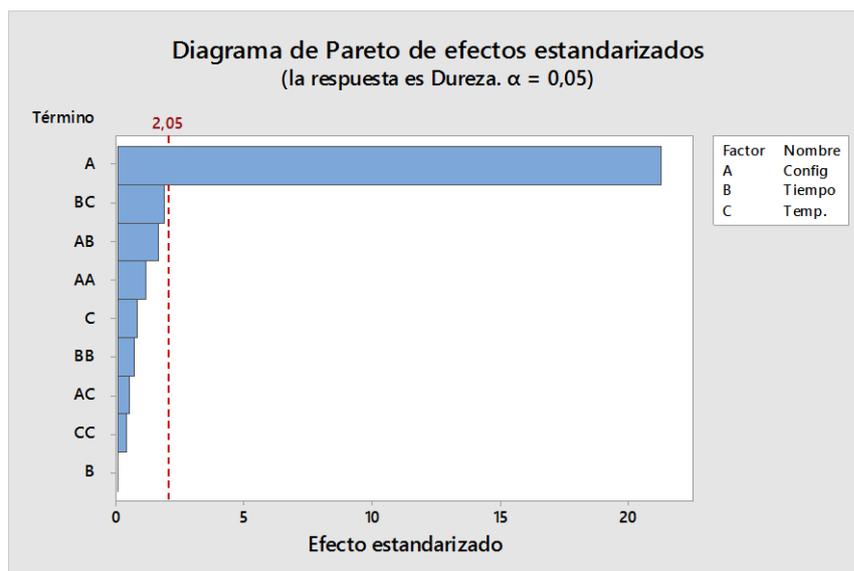


**Figura 3. 29** Gráfica de Orden de observación vs. Residuos para la Dureza  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Visualmente no se observa ninguna tendencia o patrón definido. Es decir, el comportamiento de la gráfica es aleatorio, por lo que este supuesto si se cumple.

### Aplicación de la Metodología de Superficies de Respuesta (MSR)

Sabiendo que los datos cumplen con todos los supuestos necesarios para aplicar una prueba paramétrica, se realiza un primer análisis con todos los términos del modelo. Para ello, se debe enfocar el diagrama de Pareto para visualizar que términos del modelo son significativos y que términos no lo son.



**Figura 3. 30** Diagrama de Pareto de efectos para la Dureza  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Mediante el diagrama de Pareto, se observa que existen un solo término estadísticamente significativo, siendo este la Configuración. Se podrían descartar todos los demás términos para mejorar el modelo, pero, esto haría que tengamos un error muy alto y un coeficiente de determinación más bajo. Por eso, es preciso analizar qué términos influyen en el modelo de alguna manera y que términos no lo hacen.

Para este caso, el coeficiente de determinación  $R^2$  es igual a 94.07%, lo que quiere decir que el modelo está muy bien ajustado a la variable correspondiente. Sin embargo, es necesario realizar una regresión de Superficie de Respuesta debido a que posteriormente se tendrán complicaciones en una variable de respuesta.

Finalmente, luego de haber realizado la regresión, se agregaron algunos términos que se necesitaban para seguir manteniendo los mismos resultados que antes. Igualmente, el modelo sigue siendo de segundo orden al tener términos cuadráticos en el modelo. Posteriormente, se realiza un nuevo ANOVA:

**Tabla 3. 48.** Análisis de Varianza para la Dureza por MSR

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Valor-p
Regresión	12	626,603	52,217	34,66	0,000
Config	1	320,333	320,333	212,65	0,000
Tiempo	1	0,021	0,021	0,01	0,907
Temp.	1	0,521	0,521	0,35	0,562
Config*Config	1	1,714	1,714	1,14	0,296

Tiempo*Tiempo	1	0,583	0,583	0,39	0,539
Temp.*Temp.	1	0,190	0,190	0,13	0,725
Config*Tiempo	1	3,521	3,521	2,34	0,138
Config*Temp.	1	0,333	0,333	0,22	0,642
Tiempo*Temp.	1	4,687	4,687	3,11	0,089
Config*Config*Tiempo	1	0,042	0,042	0,03	0,869
Config*Config*Temp.	1	0,010	0,010	0,01	0,934
Config*Tiempo*Tiempo	1	0,260	0,260	0,17	0,681
Error	26	39,167	1,506		
Total	38	665,769			

Fuente: Autor

En la Tabla 3.48 se observa que hay 1 término estadísticamente significativo, siendo este la configuración con un valor-p igual a 0.000, exactamente los mismo se refleja en la Figura 3.30.

Finalmente, el valor obtenido de  $R^2$  es de 94.12%, con lo cual, se concluye que nuestro modelo tiene un excelente ajuste con respecto a la variable analizada, en este caso, la Abrasión.

Otra forma de analizar de qué manera influyen los términos en un modelo es mediante la gráfica de efectos principales, en la Figura 3.31, en donde se observa que la mayor pendiente lo tiene la Configuración, por lo que de estos 3 términos es el más influyente sobre las respuestas obtenidas en los ensayos de dureza.

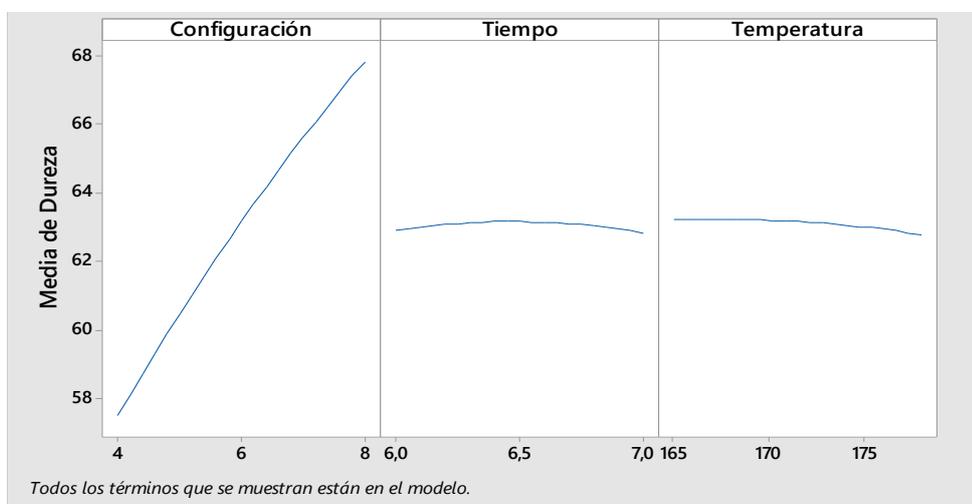
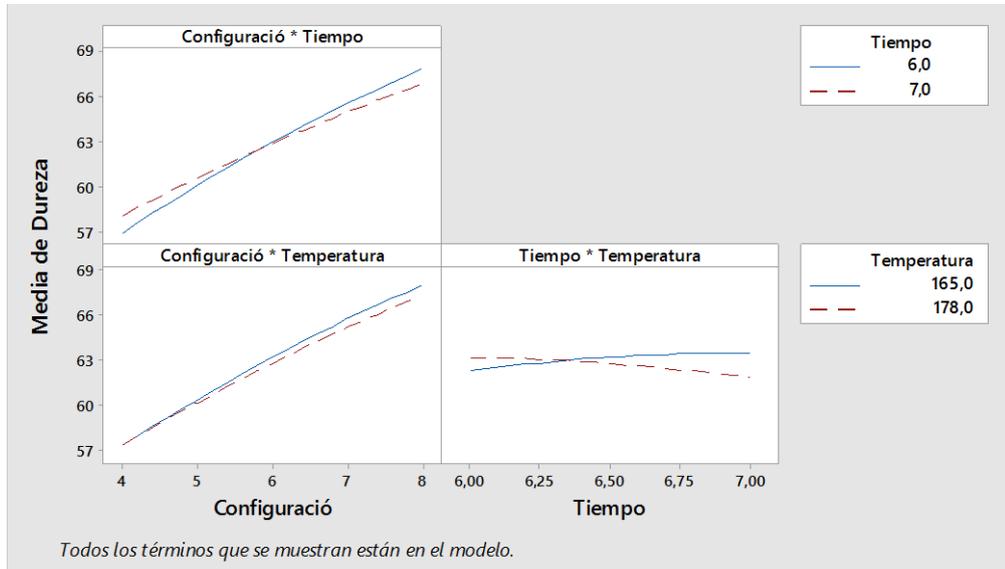


Figura 3. 31 Gráfica de efectos principales para la Dureza

Fuente: Minitab® Statistical Software

En la Figura 3.32, se observa la interacción que existe entre los factores. Aunque, resulta un poco complicado interpretar es gráfica, una forma adecuada de hacerlo es fijarse en las pendientes de cada una, y donde exista un cambio brusco de pendiente quiere decir que esa interacción es estadísticamente significativa.

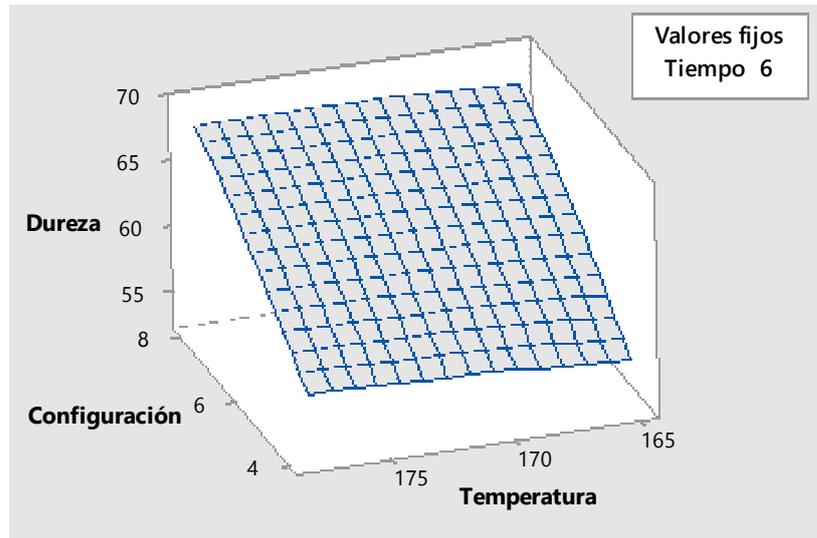


**Figura 3. 32** Gráfica de interacción para la Dureza  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Mediante el análisis de la Figura 3.32, se concluye que ninguna interacción presente en el modelo es estadísticamente significativa al no existir cambios de pendientes visibles.

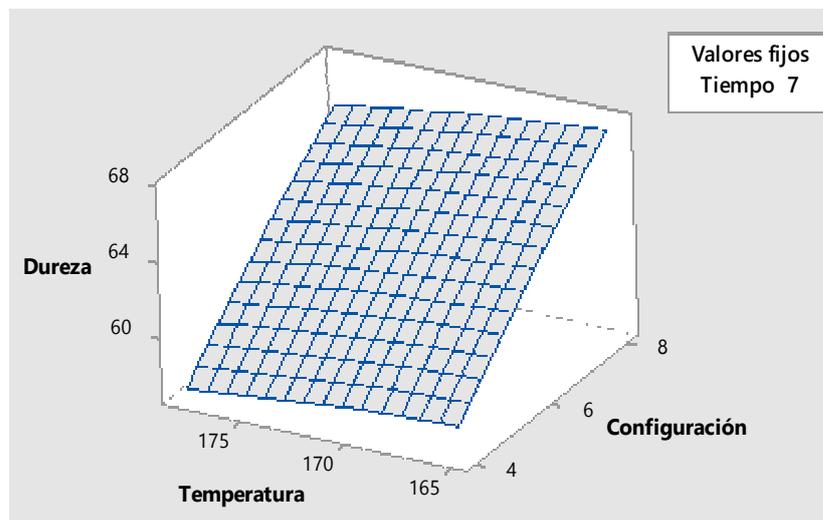
El Método de Superficie de Respuesta (MSR) se caracteriza por generar superficies en 3D con los factores de entrada del modelo, en estas superficies se puede analizar de que manera cambia cada variable de respuesta de acuerdo con cada factor.

En la Figura 3.33, se dispone la Dureza en función de la Configuración y la Temperatura, para sus distintos niveles, con un valor de Tiempo fijo.



**Figura 3. 33** Gráfica de superficie de la Dureza vs Configuración, Temperatura; para un Tiempo de 6 minutos  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

En la Figura 3.33, se observa que la Dureza va incrementando a medida que se incrementa el PHR de SiO<sub>2</sub> en la Configuración y a medida que disminuye la Temperatura, para un Tiempo fijo de 6 minutos.

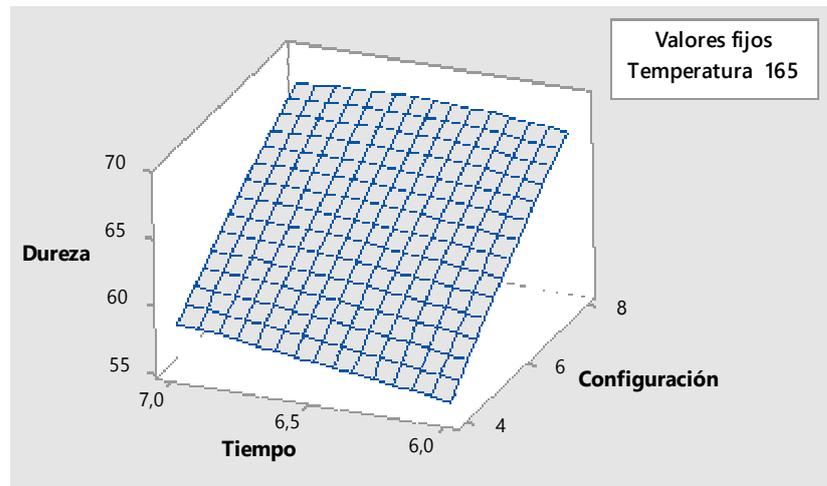


**Figura 3. 34** Gráfica de superficie de la Dureza vs Configuración, Temperatura; para un Tiempo de 7 minutos  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

En la Figura 3.34, se observa que la Dureza incrementa a medida que se incrementa el PHR de SiO<sub>2</sub> en la Configuración y a medida que disminuye la Temperatura, para un Tiempo fijo de 7 minutos.

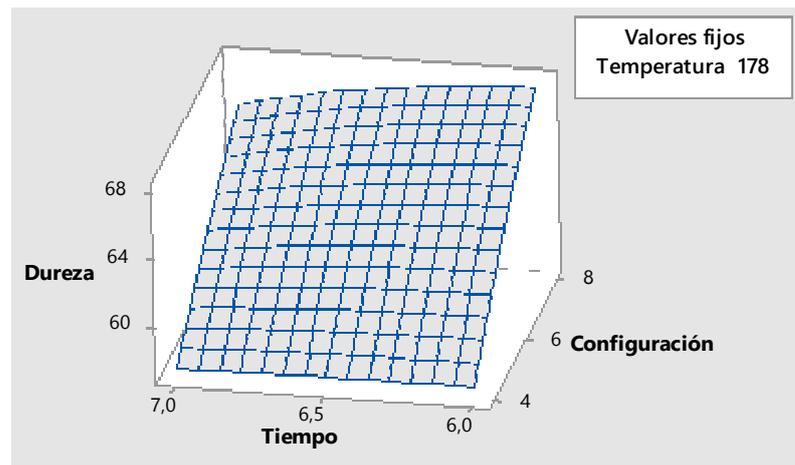
Igualmente, se observa que a medida que se cambie el tiempo la forma de la superficie no cambia, esto se debe a que este factor no es estadísticamente significativo en nuestro modelo.

En la Figura 3.35, se presenta la variable de respuesta Dureza en función de la Configuración y Tiempo, con valores de Temperatura fijos.



**Figura 3. 35** Gráfica de superficie de la Dureza vs Configuración, Tiempo; para una Temperatura de 165°C  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

En la Figura 3.35, se observa que la Dureza aumenta cuando se aumenta el PHR de SiO<sub>2</sub> en la Configuración. Además, la Dureza aumenta cuando el Tiempo de vulcanización disminuye, para un valor fijo de Temperatura igual a 165°C.



**Figura 3. 36** Gráfica de superficie de la Dureza vs Configuración, Tiempo; para una Temperatura de 178°C  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

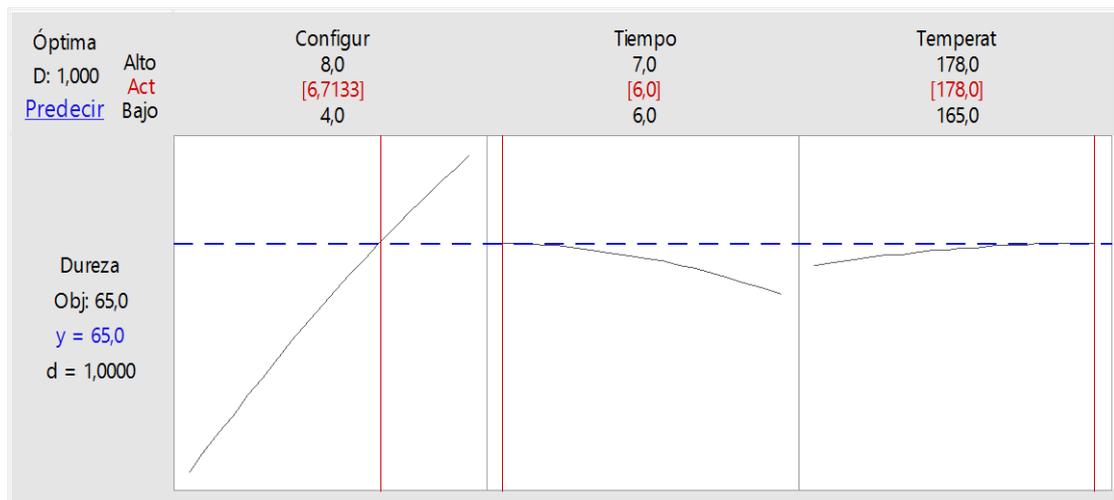
En la Figura 3.36, se observa que la Dureza aumenta cuando se aumenta el PHR de SiO<sub>2</sub> en la Configuración. Además, la Dureza aumenta cuando el Tiempo de vulcanización disminuye, para un valor fijo de Temperatura igual a 178°C.

Entonces, se puede decir que mientras mas alta sea el PHR de SiO<sub>2</sub> mayor será la Dureza que tenga el material.

### Optimización Individual de la Dureza

El método que se utiliza para encontrar el valor óptimo, es la función de deseabilidad, en la que se especifica parámetros a los datos medidos de abrasión. En este caso, el objetivo mantener una dureza dentro de un rango, en este caso (65 +- 5) SOHRE A. Esto se encuentra reflejado en la Norma NTE-INEN-ISO-20346.

En la Figura 3.37, se observa los valores óptimos para los tres factores: Configuración, Tiempo y Temperatura. Además, se observa el valor óptimo la variable de respuesta en este caso, la Dureza.



**Figura 3. 37** Gráfica de optimización para la Dureza  
Fuente: Minitab® Statistical Software

Para un mayor entendimiento, en la tabla 3.49, se presentan los niveles de cada factor que mantienen a la Dureza dentro del rango establecido por la norma, donde se debe recalcar que el punto óptimo es producto de las respuestas predichas por el modelo.

**Tabla 3. 49.** Optimización Individual de la Dureza por MSR

Factores		Variable de Respuesta	
Configuración	6.7133 Kg de SiO <sub>2</sub>	Dureza	65 SHORE A
Tiempo	6.0 mins		
Temperatura	178.0 °C		

Fuente: Autor

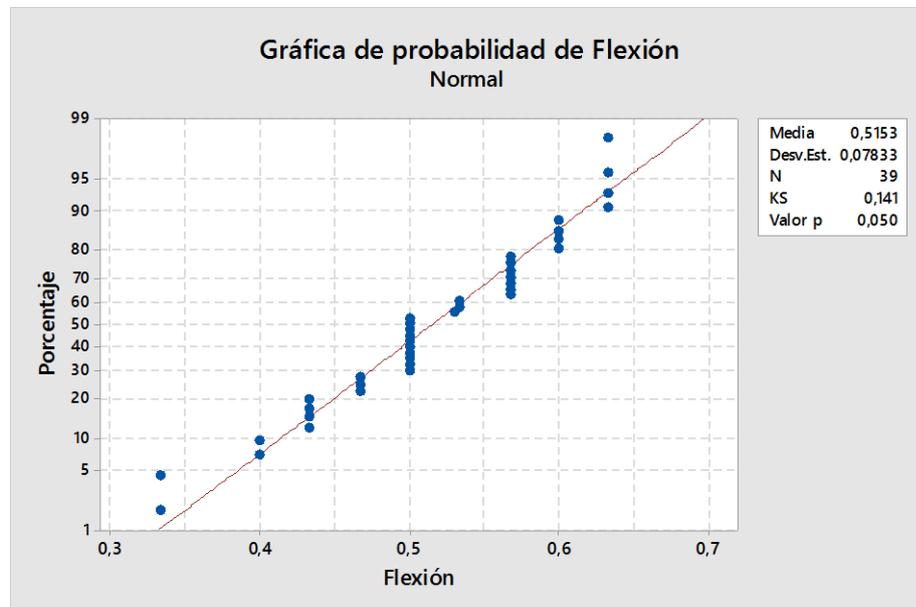
### 3.3.2.3 Análisis de datos de Flexión

#### Verificación de supuestos

La MSR al tratarse de una prueba paramétrica basan su metodología en el ANOVA, es por esto que los dato deben cumplir con los supuestos necesarios para que los resultados obtenidos sean válidos. Así, los supuestos son: Normalidad, Igualdad de Varianza e Independencia en los datos.

#### Supuesto de Normalidad

Para verificar este supuesto en los datos de abrasión, se aplicará la prueba de bondad de ajuste de Kolmogórov-Smirnov, en ella se contrastan las significancias de la prueba con la significancia preestablecida.



**Figura 3. 38** Gráfica de probabilidad normal para la Flexión  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

De la figura 3.38, se concluye que los datos de Dureza si cumple con el supuesto de Normalidad, ya que, su valor-p es igual a 0.050, igualando el mínimo requerido que es de 0.05.

#### Supuesto de Igualdad de Varianza

Para verificar este supuesto, se aplica la prueba de Levene, en la que se contrastan las significancias calculadas y predichas.

Teniendo como resultado:

**Tabla 3. 50.** Prueba de Levene para Flexión por MSR

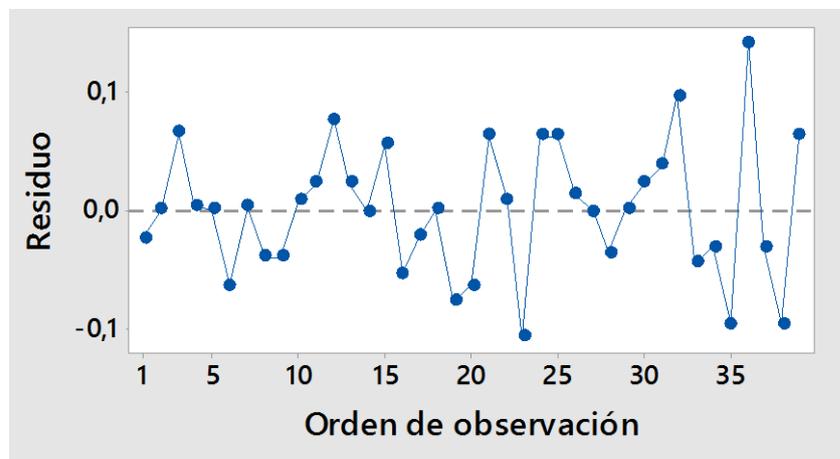
Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,845
Levene	0,46	0,918

Fuente: Autor

La prueba de Levene arrojó un valor-p igual a 0.918, por lo que, si se cumple con este supuesto, ya que el valor mínimo para que se cumpla la igualdad de varianzas es de valor-p igual 0.05.

### Supuesto de independencia en las mediciones

Para verificar este supuesto se grafica el orden que se recogieron los datos contra el residuo correspondiente.

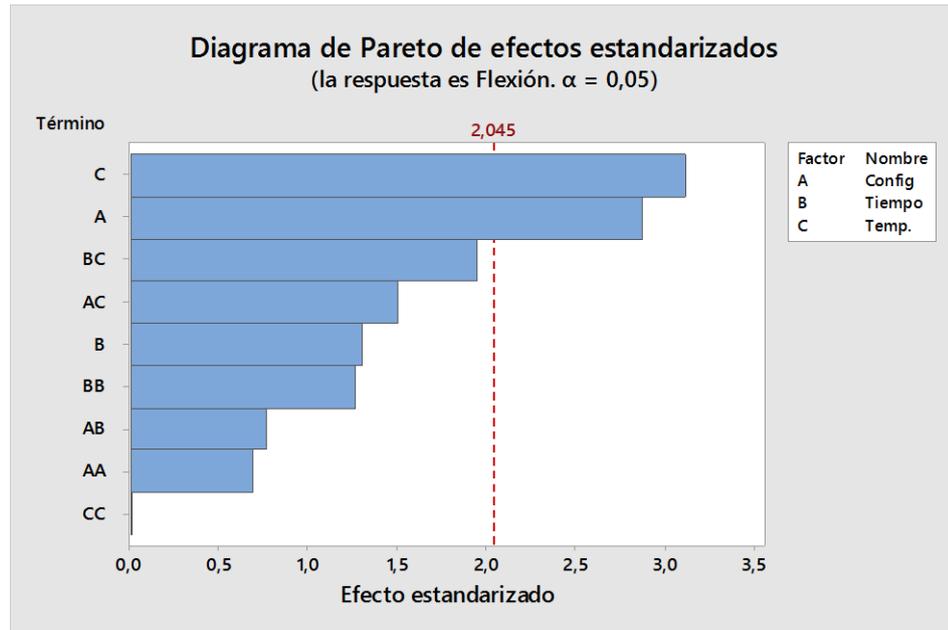


**Figura 3. 39** Gráfica de Orden de observación vs. Residuos para la Flexión  
Fuente: Minitab® Statistical Software

Visualmente no se observa ninguna tendencia o patrón definido. Es decir, el comportamiento de la gráfica es aleatorio, por lo que este supuesto si se cumple.

### Aplicación de la Metodología de Superficies de Respuesta (MSR)

Sabiendo que los datos cumplen con todos los supuestos necesarios para aplicar una prueba paramétrica, se realiza un primer análisis con todos los términos del modelo. Para ello, se debe enfocar el diagrama de Pareto para visualizar que términos del modelo son significativos y que términos no lo son.



**Figura 3. 40** Diagrama de Pareto de efectos para la Flexión  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Mediante el diagrama de Pareto, se observa que existen dos términos estadísticamente significativos, siendo estos la Configuración y la Temperatura. Se podrían descartar todos los demás términos para mejorar el modelo, pero, esto haría que tengamos un error muy alto y un coeficiente de determinación más bajo. Por eso, es preciso analizar qué términos influyen en el modelo de alguna manera y que términos no lo hacen.

Para este caso, el coeficiente de determinación  $R^2$  es igual a 49.40%, lo que quiere decir que el modelo no está ajustado de acuerdo con la variable correspondiente. Por ello, es necesario incluir más términos en el modelo que seguramente serán significativos. Entonces, se debe realizar una regresión de Superficie de Respuesta.

Finalmente, luego de haber realizado la regresión, se agregaron algunos términos que se necesitaban para seguir manteniendo los mismos resultados que antes. Igualmente, el modelo sigue siendo de segundo orden al tener términos cuadráticos en el modelo. Posteriormente, se realiza un nuevo ANOVA:

**Tabla 3. 51.** Análisis de Varianza para la Flexión por MSR

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Valor-p
Regresión	12	0,177431	0,014786	6,90	0,000
Config	1	0,003267	0,003267	1,52	0,228
Tiempo	1	0,007301	0,007301	3,41	0,076

Temp.	1	0,004720	0,004720	2,20	0,150
Config*Config	1	0,001924	0,001924	0,90	0,352
Tiempo*Tiempo	1	0,006484	0,006484	3,03	0,094
Temp.*Temp.	1	0,000000	0,000000	0,00	0,989
Config*Tiempo	1	0,002352	0,002352	1,10	0,304
Config*Temp.	1	0,009185	0,009185	4,29	0,048
Tiempo*Temp.	1	0,015408	0,015408	7,19	0,013
Config*Config*Tiempo	1	0,041500	0,041500	19,37	0,000
Config*Config*Temp.	1	0,010251	0,010251	4,78	0,038
Config*Tiempo*Tiempo	1	0,010500	0,010500	4,90	0,036
Error	26	0,055719	0,002143		
Total	38	0,233150			

Fuente: Autor

En la Tabla 3.51 se observa que existen 5 términos estadísticamente significativos que anteriormente no se encontraban en el modelo al estar mal ajustado.

Finalmente, el valor obtenido de  $R^2$  es de 76.10%, con lo cual, se concluye que nuestro modelo tiene un el ajuste necesario para poder ser analizado con respecto a la variable Flexión.

Otra forma de analizar de qué manera influyen los términos en un modelo es mediante la gráfica de efectos principales, en la Figura 3.41, en donde se observa todos los factores tienen pendientes considerables, es decir, todos estos factores influyen en cierta manera en las respuestas obtenidas de la variable Flexión.

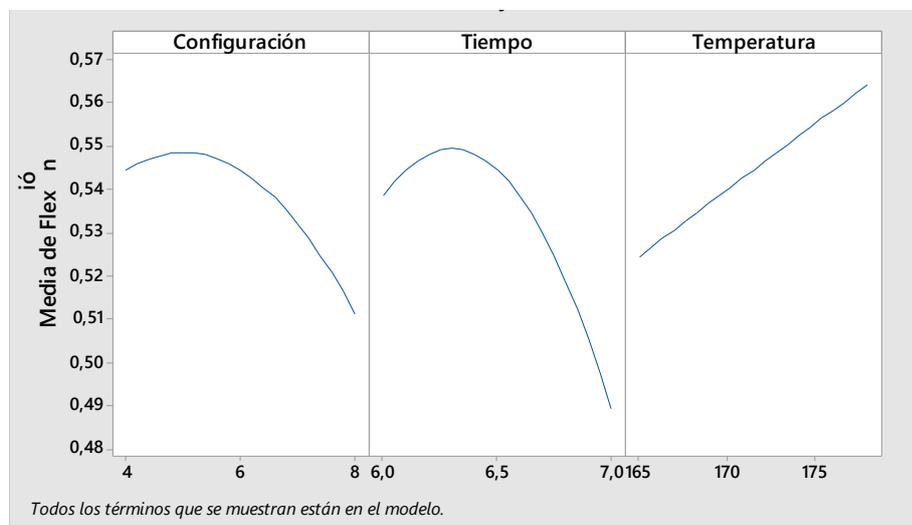
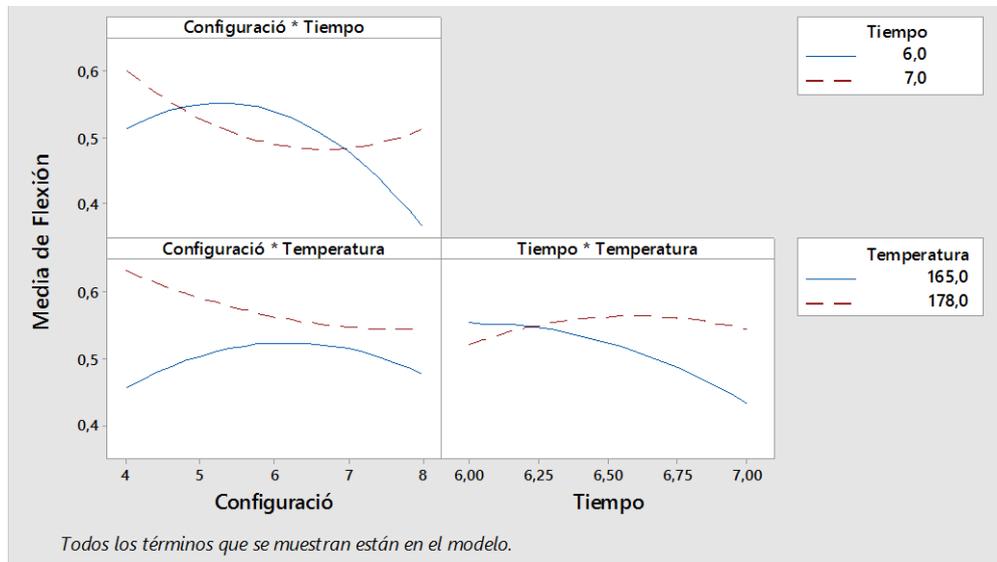


Figura 3. 41 Diagrama de efectos principales para la Flexión

Fuente: Minitab® Statistical Software

En la Figura 3.42, se observa la interacción que existe entre los factores. Aunque, resulta un poco complicado interpretar es gráfica, una forma adecuada de hacerlo es fijarse en las pendientes de cada una, y donde exista un cambio brusco de pendiente quiere decir que esa interacción es estadísticamente significativa.

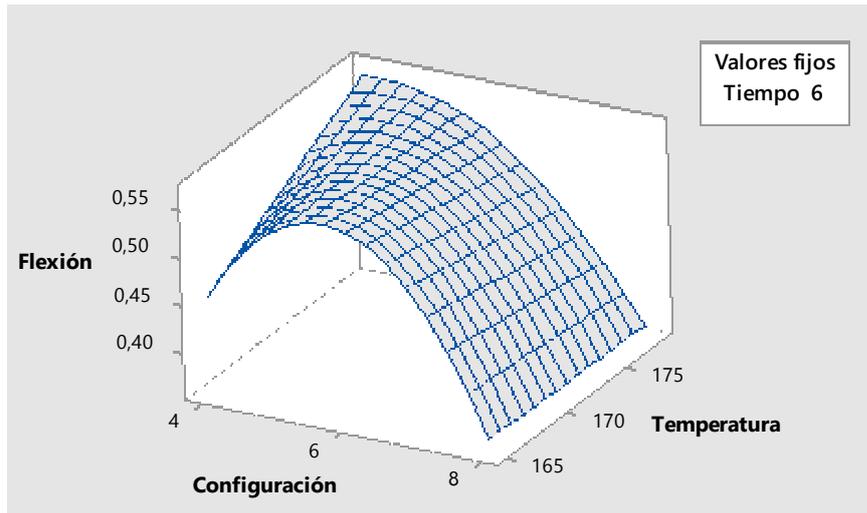


**Figura 3. 42** Gráfica de interacción para la Flexión  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Mediante el análisis de la Figura 3.42, se concluye que son estadísticamente significativas las interacciones Configuración\*Temperatura y Tiempo\*Temperatura al tener cambios de pendientes visibles..

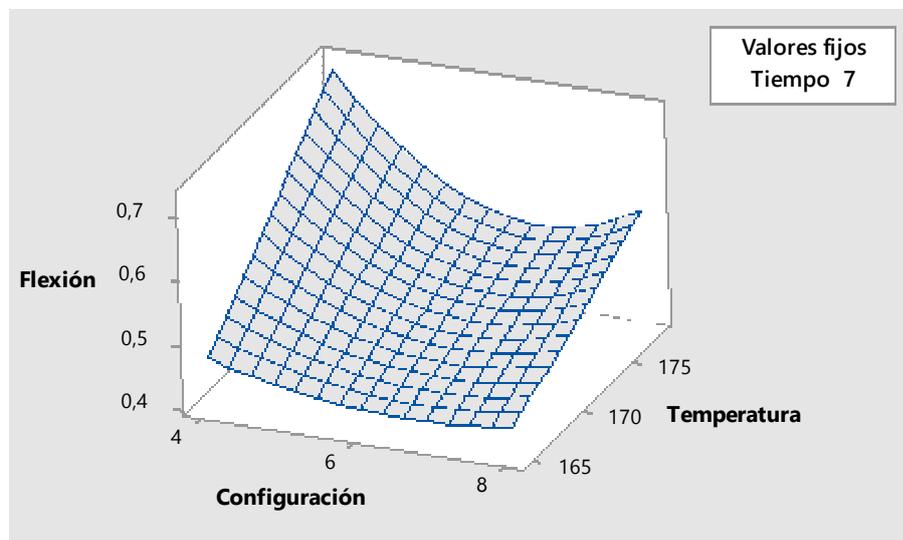
El Método de Superficie de Respuesta (MSR) se caracteriza por generar superficies en 3D con los factores de entrada del modelo, en estas superficies se puede analizar de que manera cambia cada variable de respuesta de acuerdo con cada factor.

En la Figura 3.43, se dispone la Flexión en función de la Confuguración y la Temperatura, para sus distintos niveles, con un valor de Tiempo fijo.



**Figura 3. 43** Gráfica de superficie de la Flexión vs Configuración, Temperatura; para un Tiempo de 6 minutos  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

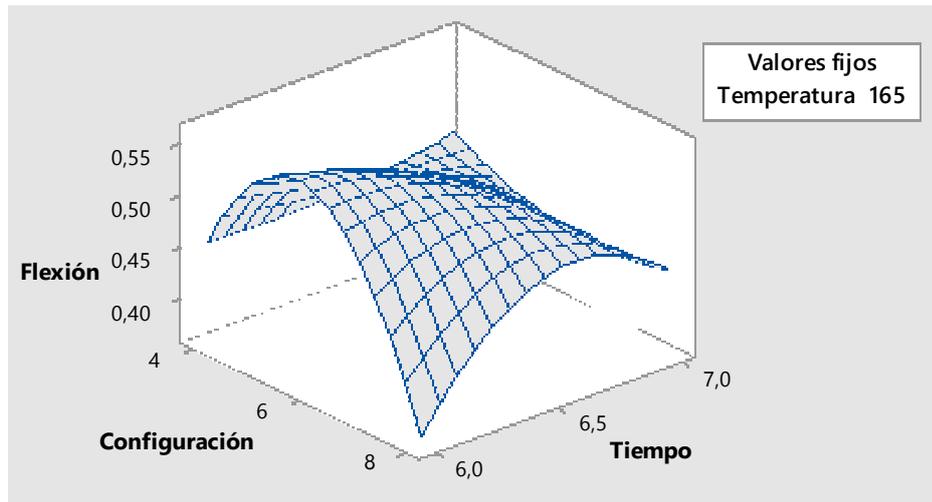
En la Figura 3.43, se observa que para obtener el valor mínimo de flexión se necesita de una Configuración alta y de Temperaturas bajas, para un Tiempo de 6 minutos.



**Figura 3. 44** Gráfica de superficie de la Flexión vs Configuración, Temperatura; para un Tiempo de 7 minutos  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

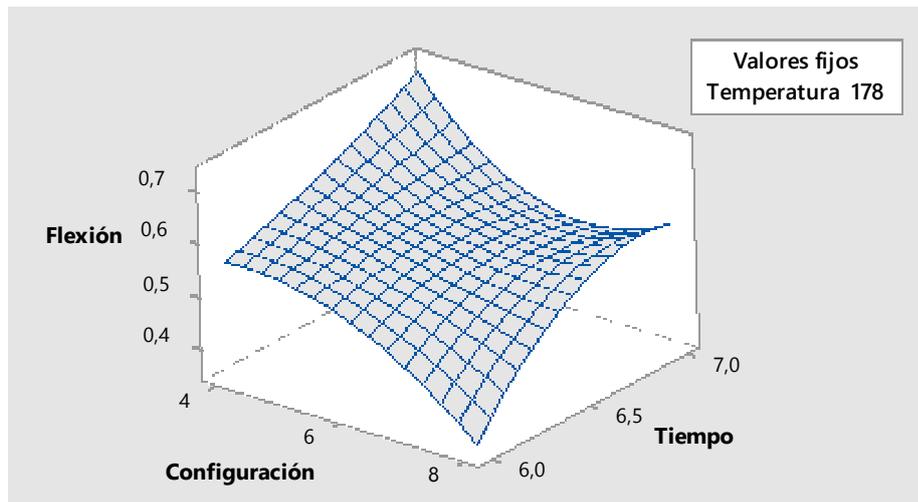
En la Figura 3.44, se observa que al cambiar el Tiempo cambia la forma de la superficie, pero, la esencia es la misma. Este cambio en la superficie se debe a que el tiempo en este modelo si influye de alguna manera sobre la respuestas obtenidas. Además, el punto donde se obtiene la mínima flexión es al utilizar Configuraciones altas y Temperaturas bajas, para un Tiempo de 7 minutos.

En la Figura 3.45, se presenta la variable de respuesta Flexión en función de la Configuración y Tiempo, con valores de Temperatura fijos.



**Figura 3. 45** Gráfica de superficie de la Flexión vs Configuración, Tiempo; para una Temperatura de 165°C  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

En la Figura 3.45, se observa que para obtener el punto donde la flexión es mínima se necesita utilizar una Configuración alta y un Tiempo bajo, para un valor fijo de Temperatura igual a 165°C.



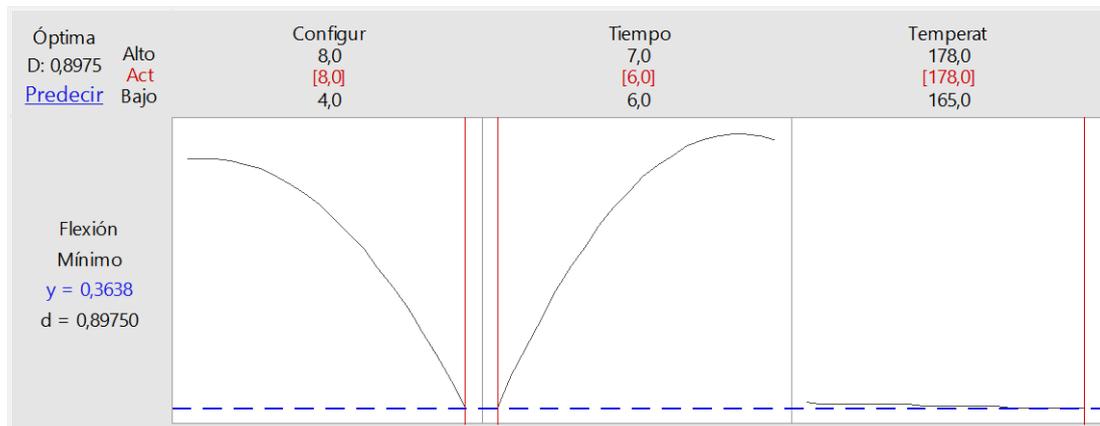
**Figura 3. 46** Gráfica de superficie de la Flexión vs Configuración, Tiempo; para una Temperatura de 178°C  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

En la Figura 3.46, se observa que al cambiar el Temperatura cambia la forma de la superficie, pero, la esencia es la misma. Este cambio en la superficie se debe a que el tiempo en este modelo si influye de alguna manera sobre la respuestas obtenidas. Además, el punto donde se obtiene la mínima flexión es al utilizar Configuraciones altas y Tiempos bajos, para un valor fijo de Temperatura igual a 178°C.

### Optimización Individual de la Flexión

El método que se utiliza para encontrar el valor óptimo, es la función de deseabilidad, en la que se especifica parámetros a los datos medidos de abrasión. En este caso, el objetivo reducir al mínimo la flexión, según la Norma NTE-ENEN-ISO 20347.

En la Figura 3.47, se observa los valores óptimos para los tres factores: Configuración, Tiempo y Temperatura. Además, se observa el valor óptimo la variable de respuesta en este caso, la Flexión.



**Figura 3. 47** Gráfica de optimización para la Flexión  
**Fuente:** Minitab® Statistical Software

Para un mayor entendimiento, en la tabla 3.52, se presentan los niveles de cada factor que mantienen a la Flexión en sus valores mínimos, donde se debe recalcar que el punto óptimo es producto de las respuestas predichas por el modelo.

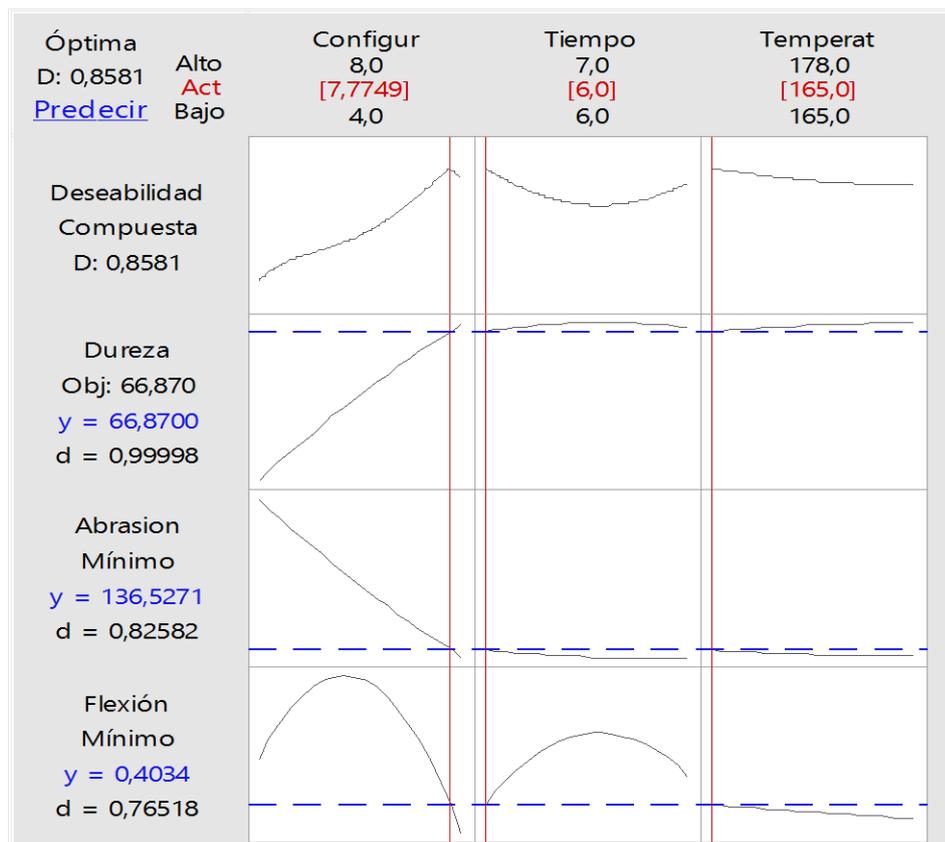
**Tabla 3. 52.** Optimización Individual de la Flexión por MSR

Factores		Variable de Respuesta	
Configuración	8 =M3	Crecimiento de Incisión (Flexión)	0.3638 mm
Tiempo	6.0 mins		
Temperatura	178.0 °C		

**Fuente:** Autor

### Optimización Simultanea

En la optimización simultánea, se abarcan todas las optimizaciones individuales, con el fin de obtener un único valor deseable para cada factor y para cada variable de respuesta. En el MSR, lo que se busca es llegar “al punto óptimo”.



**Figura 3. 48** Gráfica de optimización simultánea

Fuente: Minitab® Statistical Software

Los niveles de cada factor que optimizan cada variable de respuesta de acuerdo con el criterio que se les dio se detallan en la Tabla 3.53, recalcando nuevamente que los puntos óptimos son predichos por el modelo.

**Tabla 3. 53.** Optimización Simultánea por MSR

Factores		Variable de Respuesta	
Configuración	7.7749 Kg SiO <sub>2</sub>	Resistencia a la Abrasión (Perdida de volumen)	136.5271 mm <sup>3</sup>
Tiempo	6 mins	Dureza	66.87 SHORE A
Temperatura	165 °C	Flexión (Crecimiento de Incisión)	0.4034 mm

Fuente: Autor

### 3.4 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Para verificar la Hipótesis “Las fracciones PHR del material vulcanizado Caucho SBR 1502 con Dióxido de Silicio Amorfo influirán en las propiedades mecánicas tales como resistencia a la abrasión, fatiga por flexión y dureza.”, es necesario examinar las significancias calculadas en el ANOVA de cada respuesta analizada, por lo que es

necesario consideras las Hipótesis individuales para la verificación global, cada Hipótesis se describe en la Tabla 3.54

**Tabla 3. 54.** Verificación de Hipótesis para Abrasión

<b>Resistencia a la Abrasión</b>	
<b>Hipótesis</b>	<p><b>H<sub>0</sub>:</b> Las fracciones PHR del material vulcanizado Caucho SBR 1502 con Dióxido de Silicio Amorfo no influirá en la Resistencia a la Abrasión.</p> <p><b>H<sub>1</sub>:</b> Las fracciones PHR del material vulcanizado Caucho SBR 1502 con Dióxido de Silicio Amorfo influirá en la Resistencia a la Abrasión.</p>
<b>Diseño Factorial</b>	<b>Método de Superficie de Respuesta</b>
<b>Valor-p = 0.000</b>	<b>Valor-p = 0.000</b>
<p>Se rechaza la Hipótesis nula, por lo que, en base a la información recolectada, se puede afirmar que lo variación de las fracciones PHR de Caucho SBR 1502 y SiO<sub>2</sub> influyen de manera significativa en la Resistencia a la Abrasión.</p>	

Fuente: Autor

**Tabla 3. 55.** Verificación de Hipótesis para Flexión

<b>Fatiga por Flexión</b>	
<b>Hipótesis</b>	<p><b>H<sub>0</sub>:</b> Las fracciones PHR del material vulcanizado Caucho SBR 1502 con Dióxido de Silicio Amorfo no influirá en la Fatiga por Flexión.</p> <p><b>H<sub>1</sub>:</b> Las fracciones PHR del material vulcanizado Caucho SBR 1502 con Dióxido de Silicio Amorfo influirá en la Fatiga por Flexión.</p>
<b>Diseño Factorial</b>	<b>Método de Superficie de Respuesta</b>
<b>Valor-p = 0.000</b>	<b>Valor-p = 0.000</b>

Se rechaza la Hipótesis nula, por lo que, en base a la información recolectada, se puede afirmar que la variación de las fracciones PHR de Caucho SBR 1502 y SiO<sub>2</sub> influyen de manera significativa en la Fatiga por Flexión

Fuente: Autor

**Tabla 3. 56.** Verificación de Hipótesis para Dureza

<b>Dureza</b>	
<b>Hipótesis</b>	<p><b>H<sub>0</sub>:</b> Las fracciones PHR del material vulcanizado Caucho SBR 1502 con Dióxido de Silicio Amorfo no influirá en la Dureza</p> <p><b>H<sub>1</sub>:</b> Las fracciones PHR del material vulcanizado Caucho SBR 1502 con Dióxido de Silicio Amorfo influirá en la Dureza</p>
<b>Diseño Factorial</b>	<b>Método de Superficie de Respuesta</b>
<b>Valor-p = 0.000</b>	<b>Valor-p = 0.000</b>
<p>Se rechaza la Hipótesis nula, por lo que, en base a la información recolectada, se puede afirmar que la variación de las fracciones PHR de Caucho SBR 1502 y SiO<sub>2</sub> influyen de manera significativa en la Dureza.</p>	

Fuente: Autor

Después de contrastar las significancias en cada respuesta se llega a la conclusión de que, si existe una acentuada influencia de las fracciones PHR tanto de caucho como de SiO<sub>2</sub> sobre las propiedades mecánicas, que son: Resistencia a la Abrasión, Fatiga por Flexión y Dureza.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- La mezcla de caucho elaborada estuvo constituida de varios componentes fijos y un componente variable. Así, los componentes fijos fueron 100 PHR (18 Kg) de Caucho SBR 1502, 30 (5.5 Kg) PHR repartidos entre Activadores, Antidegradantes, Plastificantes, Agente de Vulcanización y Carga Negra. Por último, el componente variable fue el Dióxido de Silicio Amorfo que fue implementado con 3 diferentes porcentajes: 22 PHR (4 Kg), 33 PHR (6Kg) Y 44 PHR (8 Kg).
- Para el análisis de los datos obtenidos se aplicaron dos diferentes técnicas. La primera, fue un Diseño Factorial  $3^3$ , en el cual se utilizaron 3 réplicas, dando lugar a 81 datos por variable de respuesta para ser analizados. Luego, se utilizó la Metodología de Superficie de Respuesta, con un diseño de 3 réplicas y un punto al centro, dando lugar a 39 datos por variable de respuesta para ser analizados.
- Con la ayuda de la norma NTE-INEN-ISO-4649, se elaboraron las probetas para el ensayo de Abrasión. Se necesitaron 3 probetas para cada ensayo de 16mm de diámetro y por lo menos 6mm de altura, las mismas fueron realizadas en un banco de perforación. En total se ensayaron 81 probetas. Además, con la aplicación del Diseño Factorial se observó que el mejor tratamiento para reducir la Abrasión se alcanzó al trabajar con una Configuración M3, Tiempo de 7 minutos y Temperatura de 178°C; dando lugar a un valor de Resistencia a la Abrasión de 129.247 mm<sup>3</sup>. Mientras que, mediante la aplicación de MSR se observó que el punto óptimo para minimizar la Abrasión se alcanzó al trabajar con una Configuración M3, Tiempo de 6.8384 minutos y Temperatura de 177.6061 °C; dando lugar a un valor de Perdida de Volumen de 129.7136 mm<sup>3</sup>.

- Aplicando la norma NTE-INEN-ISO 868, se elaboraron las probetas para el ensayo de Dureza. Se necesitó una probeta por ensayo, en la cual se realizaron 5 mediciones, cada medición se consideró como una réplica. En total se fabricaron 27 probetas. Además, con la aplicación del Diseño Factorial se observó que el mejor tratamiento para mantener la Dureza dentro de un rango establecido se alcanzó al trabajar con una Configuración M3, Tiempo de 7 minutos y Temperatura de 171.5°C; dando lugar a un valor de Dureza de 67.4321 Shore A. Mientras que, mediante la aplicación de MSR se observó que el punto óptimo para minimizar la Abrasión se alcanzó al trabajar con una Configuración con 6.7133 PHR de SiO<sub>2</sub>, Tiempo de 6.0 minutos y Temperatura de 178.0 °C; dando lugar a un valor de Dureza de 65 Shore A.
- Mediante la utilización de la norma NTE-INEN-ISO 20344, se fabricaron las probetas para el ensayo de fatiga por flexión. Se necesitaron 3 probetas para cada ensayo, siendo estas una suela de caucho talla 39. En total se elaboraron 81 probetas. Además, con la aplicación del Diseño Factorial se observó que el mejor tratamiento para reducir la Flexión se alcanzó al trabajar con una Configuración M3, Tiempo de 6 minutos y Temperatura de 165°C; dando lugar a un valor de Fatiga por Flexión de 0.3543 mm. Mientras que, mediante la aplicación de MSR se observó que el punto óptimo para minimizar la Abrasión se alcanzó al trabajar con una Configuración M3, Tiempo de 6.0 minutos y Temperatura de 178.0 °C; dando lugar a un valor de Fatiga por Flexión de 0.3638 mm.
- La optimización individual de cada variable de respuesta es importante si quisiéramos solo tratar una de ellas, pero como el objetivo de la investigación es optimizar todas recurrimos a la optimización global, donde, mediante la utilización del Diseño Factorial se observó que el mejor tratamiento global se alcanzó al trabajar con una Configuración M3, Tiempo de 6 minutos y Temperatura de 165°C; dando lugar a una Perdida de Volumen de 130.6986 mm<sup>3</sup>, Dureza de 66.8765 Shore A y Fatiga por Flexión de 0.3543 mm. Mientras que, mediante la aplicación de MSR se observó que el punto óptimo global se alcanzó al trabajar con una Configuración compuesta de 18 Kg de Caucho SBR 1502 + 7.7749 Kg SiO<sub>2</sub> + 5.5 Kg de los demás compuestos, Tiempo de 6.0 minutos y Temperatura de 165.0 °C;

dando lugar a un valor de Perdida de volumen de 136.5271 mm<sup>3</sup>, Dureza de 66.87 Shore A y Crecimiento de incisión de 0.4034 mm.

- La norma de requisito NTE-INEN-ISO-20345 establece que el valor máximo de Resistencia a la Abrasión que debe tener una suela de caucho es de 170 mm<sup>3</sup>, por lo que, las respuestas obtenidas por la aplicación de Diseño Factorial y MSR, específicamente en la optimización global, cumplen completamente con este requisito, ya que se obtiene una respuesta de 130.686 mm<sup>3</sup> y 136.5271 mm<sup>3</sup> respectivamente.
- La norma de requisito NTE-INEN-ISO-20346, establece que el valor de Dureza que debe tener una suela de caucho es de 60 a 70 Shore A, por lo que, las respuestas obtenidas por la aplicación de Diseño Factorial y MSR, específicamente en la optimización global, cumplen completamente con este requisito, ya que los resultados obtenidos fueron 66.8765 y 66.87 Shore A respectivamente.
- La norma de requisito NTE-INEN-ISO-20347, establece que para la Fatiga por Flexión el valor máximo del Crecimiento de la Incisión no debe ser mayor a 4 mm, por lo que, las respuestas obtenidas por la aplicación de Diseño Factorial y MSR, específicamente en la optimización global, cumplen completamente con este requisito, debido a que los resultados obtenidos fueron 0.3543 mm y 0.4034 mm respectivamente.
- Mediante la aplicación de las dos técnicas utilizadas, se observó que el Término Configuración es el término que mayor influencia tiene sobre las demás variables de respuesta (Tiempo de Vulcanización y Temperatura de Vulcanización), esto se refleja en los diagramas de Pareto, en los ANOVA y en las Gráficas Factoriales.
- Los coeficientes de determinación tanto por Diseño Factorial y MSR superan el mínimo requerido que es del 70%, ya que se obtuvo un R<sup>2</sup> de más del 90% para los dos métodos, esto quiere decir que, los modelos están correctamente ajustados a cada variable analizada.
- Para esta investigación se dedujo que es mejor utilizar la Metodología de Superficies de Respuesta, debido a que se consiguieron los mismos resultados que

por el método de Diseño Factorial. Además, se utilizaron menos casos de estudio, por lo cual, la MSR es una técnica que optimiza el modelo y los resultados de mejor manera que un Diseño Factorial. Además, otra ventaja que se detectó es que la MSR busca el punto óptimo global realizando todas las posibles combinaciones en el modelo, mientras que, el Diseño Factorial solamente selecciona el caso de estudio que mejor se acople a los requerimientos.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Al momento de realizar la mezcla de caucho, debe asegurarse de que los ingredientes no presenten ninguna clase de impureza, pues esto, podría afectar los resultados.
- Al momento de realizar el diseño de experimentos, tener muy en cuenta la técnica que se va a utilizar, los factores que se van a controlar y las variables de respuesta que se van a analizar. Pues de eso depende que, se realice un buen diseño del experimento.
- Si lo que se desea es llegar a un punto óptimo global, se debería optar por elegir la Metodología de Superficie de Respuesta.

### 4.3 BIBLIOGRAFIA

- [1] J. Ocampo, “Estudio de un Banco de Pruebas para Muestras de Caucho y su Incidencia en el Mejoramiento de la Calidad del Producto Terminado en la Fábrica CALZAMATRIZ”, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2014.
- [2] A. Ruiz, “Estudio del Comportamiento a Fatiga por Flexión de la Planta de Calzado de Seguridad para Determinar su Tiempo de Vida Útil, en la fábrica CARVICAUCHO de la Ciudad de Ambato”, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2013.
- [3] S. Velásquez, D. Giraldo, N. Zapata. *Propiedades Mecánicas bajo compresión y Resistencia al desgaste abrasivo de piezas gruesas de caucho acrilonitrilo*. 2015
- [4] W. Callister, *Materials Science and Engineering*, Séptima ed, John Wiley & Sons, 2007, pp. 4.
- [5] D. Santamaría, “Fabricación de láminas impermeables a partir de caucho reciclado utilizando espuma de poliuretano”, Universidad Central del Ecuador, Quito, 2013.
- [6] J. Osorio, "Introducción a los materiales plásticos", 2012. [En línea]. Disponible en: <http://jennyosorio15.blogspot.com/2012/10/introduccion-los-de-de-varios-aditivos.html>
- [7] J. Royo, *Manual de Tecnología del caucho*, Segunda ed, Gumix. S.A, 1986, pp. 4.
- [8] D. Fuentes Carrera, “Obtención de láminas impermeables a partir de caucho reciclado utilizando resina de mortero de uretano”, Universidad Central del Ecuador, Quito, 2014.
- [9] E. Friedenthal, *Enciclopedia Latinoamérica de Tecnología del Caucho: Mezclado de compuestos de caucho*, Vol 1, FAIC, 1994, pp. 10-45.
- [10] C. M. Blow, *Rubber Technology and Manufacture*, Segunda Ed, Butterworths London, 1971.
- [11] Urrego Yepes W., Grupo de investigación en materiales de ingeniería, pág. 25.
- [12] A. González, “Materiales elastómeros con memoria de forma”, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2017.

[13] J. Brasero, “Desarrollo de nuevas formulaciones de látex de caucho natural libres de n-nitrosaminas, hipoalergénicas y ecológicas, y su caracterización por RMN de campo bajo” Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2017.

[14] Billmeyer. Fred, Ciencia de los Polímeros. Segunda Ed. Editorial Reverté. 2004

[15] NTE-INEN-ISO 4649, Caucho Vulcanizado o Termoplástico – Determinación de la resistencia a la Abrasión utilizando un Dispositivo de Tambor Giratorio. Tercera Edición.

[16] Seymour. R, Introducción a la química de los polímeros. Segunda Ed. Editorial Reverté. 2002.

[17] NTE-INEN-ISO 20344, Equipos de protección personal. Métodos de Ensayo para CALZADO. Primera Edición.

[18] Salán. N, Tecnología de proceso y transformación de materiales. Primera Ed. Ediciones UPC. 2005

[19] NTE-INEN-ISO 868, Determinación de la dureza de indentación por medio de un durómetro (dureza shore).

[20] Gutierrez. H, De la Vara. R, Análisis y Diseño de Experimentos. Tercera Ed. McGraw Hill. 2012

[21] C. Badii y V. P, Diseños Experimentales e Investigación, de Innovaciones Negocios. 2007

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1: Extracto de la norma NTE-INEN-ISO 4649**

#### **4 Principio**

Una probeta de caucho cilíndrica se hace deslizar sobre una lámina abrasiva de grado de abrasión especificado a una presión de contacto especificada a lo largo de una distancia dada. La probeta puede o no girar durante el ensayo. La abrasión tiene lugar sobre una de las superficies planas de la probeta cilíndrica (ver figura 1). La lámina abrasiva se adhiere a la superficie de un tambor cilíndrico giratorio contra el cual se presiona la probeta y a lo largo del cual se desplaza.

Se determina la pérdida en masa de la probeta y se calcula la pérdida de volumen a partir de la densidad del material utilizado para la probeta. La pérdida de volumen de la probeta se compara con la de un compuesto de referencia ensayada bajo las mismas condiciones. Una parte importante de este método es la preparación de la lámina abrasiva y su calibración utilizando un compuesto de referencia estándar No. 1 (ver B.2) con una probeta no giratoria.

#### **7 Probetas**

##### **7.1 Tipo y preparación**

Las probetas deben tener forma cilíndrica, de  $16 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$  de diámetro, con una altura mínima de 6 mm.

Las probetas se preparan normalmente a partir de una lámina moldeada utilizando el taladro hueco (5.3) u otra herramienta de corte giratoria. Durante el corte, el extremo de corte se debe lubricar con agua a la que se ha añadido un agente humidificante. No está permitido el troquelado de la probeta.

##### **7.2 Número**

Se debe realizar un número mínimo de tres ensayos para cada caucho a ensayar. Se debe utilizar una probeta nueva para cada ensayo. Utilizar 10 probetas para fines de referencia. En caso de los compuestos de referencia estándar No. 1 (ver B.2) y No. 2 (ver B.3), se pueden realizar tres ensayos sobre una probeta con el fin de reducir los desperdicios.

#### **9 Procedimiento**

##### **9.1 Procedimiento general de ensayo**

Antes de cada ensayo, se debe eliminar con un cepillo cualquier desperdicio de caucho dejado sobre la lámina abrasiva procedente de un ensayo de abrasión previo. Se recomienda para este fin un cepillo de alrededor de 55 mm de diámetro con cerdas de nailon duro o similar de alrededor de 70 mm de longitud. En algunos casos, un ensayo en blanco con un compuesto de referencia limpiará de forma efectiva la lámina abrasiva.

No se recomiendan los cepillos con cerdas metálicas ya que acortan la vida de la lámina abrasiva.

Para el método A, se debe utilizar la probeta no giratoria. Para el método B, se debe utilizar la probeta giratoria. Como compuesto de referencia se debe utilizar el compuesto de referencia estándar No. 1 (ver B.2) o No. 2 (ver B.3) o un compuesto de referencia definido por el usuario. El método y el compuesto de referencia utilizados se deben indicar en el informe del ensayo, ya que los resultados obtenidos pueden diferir. Se deben utilizar las mismas condiciones para todos los cauchos ensayados y el compuesto de referencia para las mediciones destinadas a ser comparables.

Pesar la probeta con una aproximación de 1 mg. Sujetar la probeta en el portaprobetas de forma que sobresalga de la abertura una longitud de  $2,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ . Esta longitud se debe comprobar por medio de un medidor.

Normalmente la probeta se debe presionar contra el tambor con una fuerza vertical de  $10 \text{ N} \pm 0,2 \text{ N}$ . Si, para casos especiales, la fuerza vertical se reduce a  $5 \text{ N} \pm 0,1 \text{ N}$  o se incrementa a  $20 \text{ N} \pm 0,4 \text{ N}$ , se debe indicar en el informe del ensayo.

Encender la succión, si ésta se suministra. Mover el portaprobetas y el patín al punto de inicio e comenzar el ensayo controlado automáticamente. Comprobar la vibración en el portaprobetas. Este método de ensayo no lleva a resultados significativos si hay vibración anormal en el portaprobetas. El ensayo se para automáticamente después de una distancia de abrasión de 40 m. Se puede parar el ensayo después de 20 m cuando se produce una pérdida de masa relativamente grande (normalmente más de 400 mg en 40 m), y la longitud de la probeta expuesta se restablece a  $2,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$  de forma que puedan completarse los restantes 20 m de la pasada. En ningún momento la altura de la probeta debe ser menor de 5 mm. La distancia de abrasión se debe reducir a 20 m si la pérdida de masa es mayor de 600 mg en 40 m.

## ANEXO 2: Extracto de la norma NTE-INEN-ISO 20344

### 8.4 Determinación de la resistencia a la flexión de la suela

#### 8.4.1 Ensayo de rigidez

##### 8.4.1.1 Equipos

8.4.1.1.1 Placa metálica lisa abatible, unida a una base rígida.

8.4.1.1.2 Dispositivo de sujeción, para sujetar la parte delantera del zapato que se va a ensayar a la base rígida.

8.4.1.1.3 Sensor, capaz de medir fuerzas en un rango de 0 N a 50 N, con una tolerancia de  $\pm 1\%$ , fijado a la placa abatible a una distancia de 315 mm de la articulación.

##### 8.4.1.2 Preparación de las probetas

Se utiliza un ejemplar completo de calzado como probeta. Se debe seleccionar la talla intermedia del rango. Ésta será, normalmente, la talla 42 europea (talla inglesa 8) o la talla 39 europea (talla inglesa 6).

Se traza el eje longitudinal del zapato, XY, siguiendo el método descrito en el apartado 5.4.2.

Se define la línea de flexión como la línea a  $90^\circ$  del eje longitudinal que atraviesa la distancia XY a un tercio desde el punto X de la puntera. La línea de flexión es AC. A continuación, se trazan dos líneas paralelas a AC separadas entre sí por 5 mm, que definen la zona de flexión (10 mm de anchura) (véase la figura 42).

##### 8.4.1.3 Procedimiento de ensayo

Se sujeta la parte delantera del zapato a la base rígida utilizando un bloque sólido (que corresponde a la parte delantera de la horma), de tal forma que la zona de flexión esté alineada con el eje de la articulación de la placa base (8.4.1.1.1) (véase la figura 42).

Medidas en milímetros

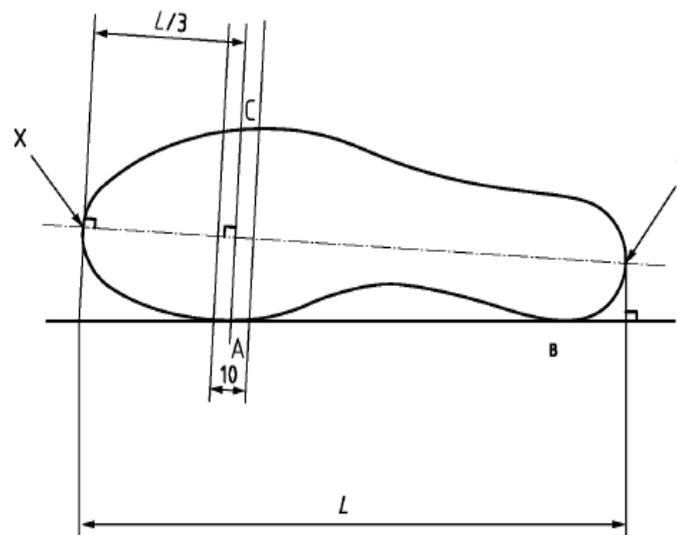


Figura 42 – Posición de la zona de flexión en la suela

### ANEXO 3: Extracto de la norma NTE-INEN-ISO 868

#### 3 MÉTODO DE ENSAYO

##### 3.1 Aparatos

3.1.1 Durómetro Shore, compuesto por los siguientes elementos:

- a) Pie de presión conformado por una superficie metálica plana con un orificio cuyo diámetro oscila entre 2,50 mm y 3,20 mm, ubicado a una distancia mayor de 6 mm del perímetro del pie.
- b) Aguja de penetración consistente de una pieza de acero endurecido (véase las figuras 1 y 2).
- c) Dispositivo indicador que consta de una escala apropiada, en la cual el valor de 100 se corresponda al momento en que la aguja de penetración y el pie de presión se apoyan firmemente sobre una pieza plana de vidrio, y el valor de cero (0) corresponda al momento en que la aguja de penetración esté a su máxima separación igual a 2,50 mm ± 0,04 mm.
- d) Resorte calibrado según el Anexo 1 de la presente norma, encargado de aplicar a la aguja de penetración una fuerza que se calcula mediante las siguientes fórmulas:

$$N = 0,550 + 0,075 \times Ha \quad [1]$$

$$N = 0,4445 \times HD \quad [2]$$

Donde:

N es la fuerza aplicada, en newton;

Ha es la dureza obtenida mediante el durómetro Shore con aguja tipo A;

HD es la dureza obtenida mediante el durómetro Shore con aguja tipo D.

**NOTA 1** Los durómetros que poseen sólo un indicador de máxima no pueden usarse para obtener valores de dureza a distintos intervalos, ni para ensayar plásticos vinílicos que requieren que la lectura se tome a los 15 segundos aproximadamente.

##### 3.2 Preparación de la muestra

3.2.1 La muestra a ensayar consiste en una probeta de goma o plástico, extraída de la unidad seleccionada para el ensayo. Debe tener superficies planas y paralelas y su espesor no debe ser menor de 6 mm y de dimensiones tales, que se puedan efectuar cinco (5) determinaciones, conservándose entre ellas una distancia mínima de 6 mm y por lo menos a 12 mm de su borde.

### 3.4 Procedimiento

3.4.1 Se comprueba la calibración del dispositivo de ensayo antes de comenzar cada ensayo.

3.4.2 Se coloca la muestra a ensayar sobre una superficie dura, plana y horizontal y, sobre ésta, el durómetro en posición vertical, de forma tal que, coincida la superficie del pie de presión con la superficie de la muestra a ensayar, en un área de 6 mm de radio mínimo, alrededor de la aguja de penetración.

3.4.3 Se acciona el durómetro tan rápido como sea posible, sin golpearlo, manteniendo el pie de presión paralelo a la superficie de la muestra.

3.4.4 Se debe aplicar la presión suficiente para mantener un firme contacto entre el pie de presión y la muestra en ensayo. Para mejor reproductibilidad debe aplicarse una pesa de 1 kg sobre el durómetro con aguja tipo A y, de 5 kg sobre el durómetro con aguja tipo D.

3.4.5 Se efectúa la lectura 1 segundo después, medido a partir del momento en que el pie de presión entra en contacto con la muestra en ensayo, a excepción de que el durómetro tenga un indicador de máxima, en cuyo caso se registra la lectura al indicarlo el durómetro.

3.4.6 Se debe mantener en contacto el pie de presión contra la muestra en ensayo con la misma presión y sin cambiar su posición cuando la lectura deba efectuarse después de un intervalo determinado. Transcurrido el tiempo establecido se efectúa la lectura.

3.4.7 Se realizan cinco (5) determinaciones sobre cada muestra en ensayo, realizándose cada determinación por lo menos, a 12 mm de los bordes. Debe cambiarse la posición de la muestra en ensayo en cada determinación para evitar errores por deformación permanente, llevándose a cabo las determinaciones a no menos de 6 mm una de la otra.

NOTA 3 Se recomienda realizar las mediciones con el durómetro tipo D para valores mayores a 90 y, el durómetro tipo A para valores mayores a 20.

### 3.5 Expresión de los resultados

3.5.1 El valor correspondiente a la dureza se toma como el valor promedio de las cinco (5) lecturas efectuadas, calculado según la fórmula que se indica a continuación:

$$L = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5}{5}$$

Donde:

L es el valor promedio de la dureza;

L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>5</sub> son los valores de dureza en cada una de las lecturas realizadas.

3.5.2 Si uno de los valores de las lecturas obtenidas difiere en más de 5 % del valor promedio, debe hacerse constar en el informe que la probeta no es homogénea.

## ANEXO 4: Factura de adquisición de licencia del software estadístico Minitab®

Resumen de pedido	Información del pedido		
Número de pedido: 100670276282 Fecha del pedido: 2019-11-21 16:24 Hora estándar del Este	Nombre: Mario Carpio Correo electrónico: mcarpio9453@uta.edu.ec Tarjeta de crédito: Visa *****5720 Esta transacción puede reflejarse como "estore.onthehub.com" en su estado de su cuenta.		
<b>Dirección de facturación</b>			
Mario Alexander Carpio Vega Ficoa, Los Higos y Las Pomrosas Ambato 180180 Ecuador			
Ítems (Todos los precios están en Dólares estadounidenses)			
<a href="#">Vea los detalles para recuperar los artículos de su pedido.</a>			
	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Importe</b>
1. <a href="#">Minitab 19 for Windows (Multilanguage) (06-Month Rental) - Descargar</a>	1	\$29.99	\$29.99
2. <a href="#">Extended Access Guarantee (24 months)</a>	1	\$5.95	\$5.95
		<b>Subtotal:</b>	\$35.94
		<b>Impuestos:</b>	--
		<b>Total:</b>	\$35.94

## ANEXO 5: Informes de ensayos

		Calle Europa y Avenida Indamerica Sector Ingenieros Ego. (03) 2 502 282 laboratorio@intrial.com Ambato - Ecuador	
		Calle Europa y Avenida Indamerica Sector Ingenieros Ego. (03) 2 502 282 laboratorio@intrial.com Ambato - Ecuador	

### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

<b>INFORME ENSAYO No.</b>	1208		
Solicitado por:	CARFACTORY	Código cliente:	36
Equipo utilizado en la prueba:	Fleómetro de suelas	No. de calibración:	346
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bustela	Fecha de ejecución:	04/05/2018
Fecha de recepción:	04/05/2018	Método de ensayo:	NTE INEN-ISO 17707:2014
Fecha impresión - entrega:	17/05/2018 15:26	Dirección cliente:	San Francisco - Ambato
Resolución N°	8228		

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico-Mecánicas de la Cámara Nacional de Comercio se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETA

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 150 - 22 PARR DERECHO DE SILICIO AMORFO	A 1

#### 3. RESULTADOS

Temperatura:	19.6°C	Humedad relativa:	51%
Muestra:	A 1 1		
Pie:	DERECHO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 150 - 22 PARR DERECHO DE SILICIO AMORFO		

Muestra	Longitud inicial	FLECCIONES (L) en mm			(L) en mm establecida por la norma	Distancia (L) (L)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.5	2.5	2.6	5	SI	
2	2	2.4	2.7	2.8		SI	
3	2	2.7	2.8	2.9		SI	
PROMEDIO	-	-	-	-	-	-	

MUESTRA:	A 1 1	<b>PROMEDIO</b>	
PIE:	DERECHO	SI	100%
SUELA:	SUELA SBR 150 - 22 PARR DERECHO DE SILICIO AMORFO	NO	0%

Muestra:	A 1 2		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 150 - 22 PARR DERECHO DE SILICIO AMORFO		

Muestra	Longitud inicial	FLECCIONES (L) en mm			(L) en mm establecida por la norma	Distancia (L) (L)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.7	5	SI	
2	2	2.4	2.4	2.5		SI	
3	2	2.2	2.6	2.6		SI	
PROMEDIO	-	-	-	-	-	-	

MUESTRA:	A 1 2	<b>PROMEDIO</b>	
PIE:	IZQUIERDO	SI	100%
SUELA:	SUELA SBR 150 - 22 PARR DERECHO DE SILICIO AMORFO	NO	0%



**INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

<b>INFORME ENSAYO No.</b>	1209		
Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	04/09/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	17/09/2019 15:26	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	<b>18233</b>		

**1. ANTECEDENTES**

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

**2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS**

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	A 1

**3. RESULTADOS**

Temperatura:	19.6°C	Humedad relativa:	51%
Muestra:	A 1.1		
Pie:	DERECHO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.5	2.5	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.4	2.7	2.8		0.8	SI
3	2	2.7	2.8	2.8		0.8	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 1.2
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

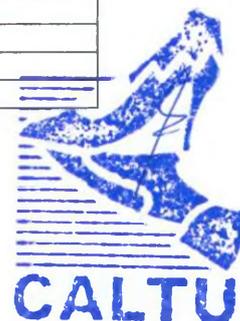
PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra:	A 1.2
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.4	2.4	2.7	5	0.7	SI
2	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
3	2	2.2	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN		-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 1.2
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	A 1.3
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISION	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf en (mm) establecida por la norma)	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.5	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.3	2.6	2.8		0.8	SI
3	2	2.3	2.5	2.7		0.7	SI
FUERA DE INCISION 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 1.3
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

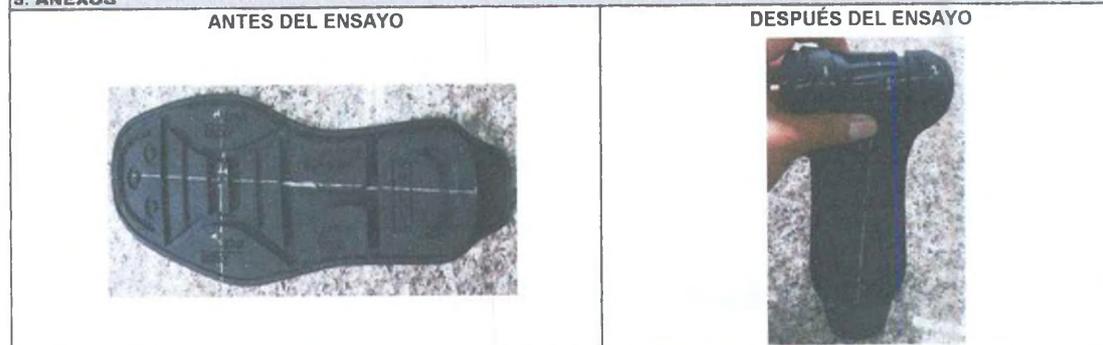
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incision final no debe ser mayor a 4 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra A 1.1 ; A 1.2 ; A 1.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizo la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.



**INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**INFORME ENSAYO No.** 1210

Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	05/09/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	17/09/2019 15:26	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	<b>18233</b>		

**1. ANTECEDENTES**

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

**2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS**

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	A 2

**3. RESULTADOS**

Temperatura:	19.6°C	Humedad relativa:	51%
Muestra:	A 2.1		
Pie:	DERECHO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.3	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.5	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1	-	-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 2.1
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra:	A 2.2
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.1	2.4	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.3	2.6	2.6		0.6	SI
3	2	2.4	2.3	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISIÓN 1	-	-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 2.2
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	A 2.3
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.3	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 2.3
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

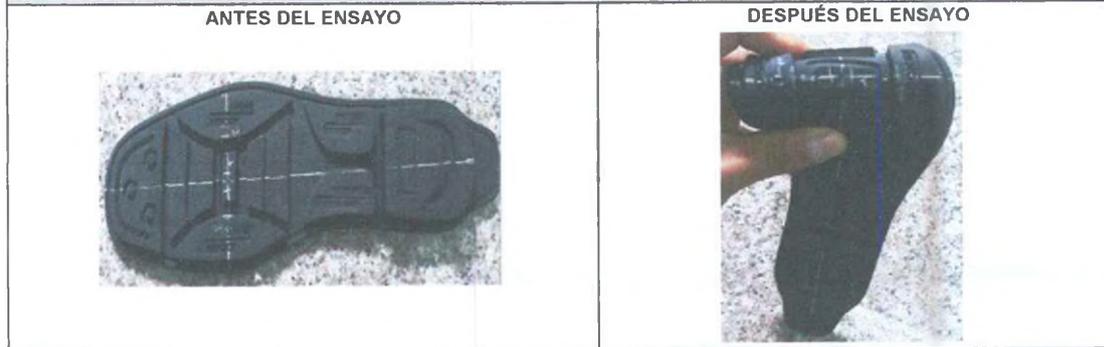
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 4 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra A 2.1 ; A 2.2 ; A 2.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizó la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.



**INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

<b>INFORME ENSAYO No.</b>	1211		
Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	06/09/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	17/09/2019 15:26	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	<b>18233</b>		

**1. ANTECEDENTES**

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

**2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS**

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	A 3

**3. RESULTADOS**

Temperatura:	19.6°C	Humedad relativa:	51%
Muestra:	A 3.1		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.4	2.4	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.4	2.6	2.6		0.6	SI
3	2	2.4	2.5	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 3.1
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra:	A 3.2		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.6	2.6	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.4	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.4	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 3.2
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	A 3.3
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISION	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.6	2.6	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.4	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.4	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISION 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 3.3
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

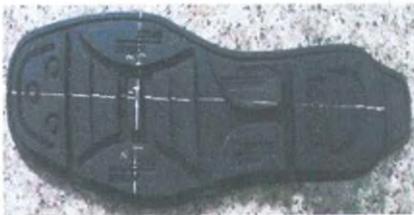
#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incision final no debe ser mayor a 4 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra A 3.1 ; A 3.2 ; A 3.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizo la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

5. ANEXOS	
<p style="text-align: center;">ANTES DEL ENSAYO</p> 	<p style="text-align: center;">DESPUÉS DEL ENSAYO</p> 
<p>ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.</p>	



**INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**INFORME ENSAYO No.** 1212

Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	07/09/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	17/09/2019 15:26	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	<b>18233</b>		

**1. ANTECEDENTES**

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

**2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS**

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	A 4

**3. RESULTADOS**

Temperatura:	20.4°C	Humedad relativa:	49%
Muestra:	A 4.1		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.2	2.3	2.3	5	0.3	SI
2	2	2.3	2.3	2.5		0.5	SI
3	2	2.2	2.4	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA: A 4.1  
 PIE: IZQUIERDO  
 SUELA: SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra: A 4.2  
 Pie: IZQUIERDO  
 Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.2	2.4	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
		2.3	2.4	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA: A 4.2  
 PIE: IZQUIERDO  
 SUELA: SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	A 4.3
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.3	2.3	5	0.3	SI
2	2	2.3	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.3	2.5	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1	-	-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	A 4.3
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 4 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra A 4.1 ; A 4.2 ; A 4.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizó la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

5. ANEXOS	
ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
	
<p>ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS            NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.</p>	

  
 Ing. Javier Bautista  
 Técnico de laboratorio

  
 Ing. Luis Montero  
 Coordinador(a) de laboratorio (E.)



**INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**INFORME ENSAYO No.** 1213

Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	08/09/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	17/09/2019 15:26	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	<b>18233</b>		

**1. ANTECEDENTES**

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

**2. IDENTIFICACION DE LA PROBETAS**

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	A 5

**3. RESULTADOS**

Temperatura:	21.5°C	Humedad relativa:	50%
Muestra:	A 5.1		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.5	2.6	2.6		0.6	SI
3	2	2.4	2.4	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 5.1	<b>PROMEDIO</b>	
PIE:	IZQUIERDO	SI	100%
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	NO	0%

Muestra:	A 5.2
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.5	2.6	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.6	2.7	2.8		0.8	SI
3	2	2.3	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 5.2	<b>PROMEDIO</b>	
PIE:	IZQUIERDO	SI	100%
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	NO	0%



Muestra:	A 5.3
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISION	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.2	2.4	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
3	2	2.3	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISION 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 5.3
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

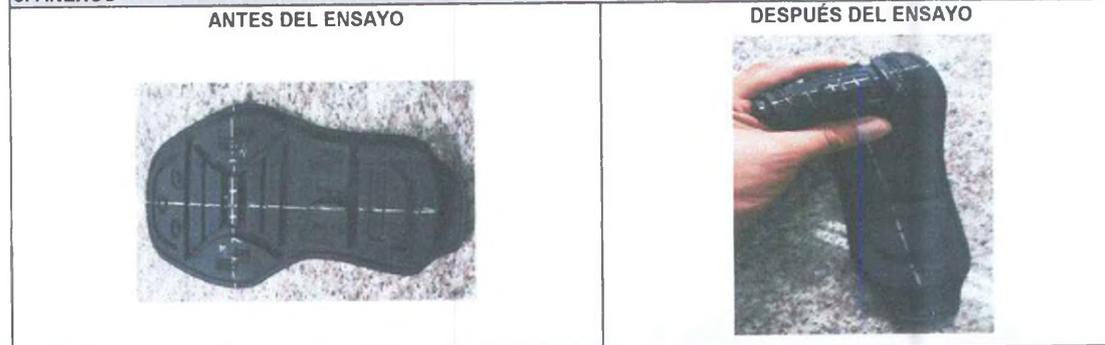
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incision final no debe ser mayor a 4 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra A 5.1 ; A 5.2 ; A 5.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizo la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACION DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACION ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

<b>INFORME ENSAYO No.</b>	1214		
Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	09/09/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	17/09/2019 15:26	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	<b>18233</b>		

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	A 6

#### 3. RESULTADOS

Temperatura:	22.1°C	Humedad relativa:	49%
Muestra:	A 6.1		
Pie:	DERECHO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.5	2.5	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.4	2.6	2.7		0.7	SI
3	2	2.5	2.5	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1	-	-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 6.1	<b>PROMEDIO</b>	
PIE:	DERECHO	SI	100%
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	NO	0%

Muestra:	A 6.2
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.6	2.7	2.8		0.8	SI
3	2	2.4	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1	-	-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 6.2	<b>PROMEDIO</b>	
PIE:	DERECHO	SI	100%
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	NO	0%



Muestra:	A 6.3
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIOXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISION	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.5	2.5	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.3	2.6	2.7		0.7	SI
3	2	2.4	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISION 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 6.3
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIOXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

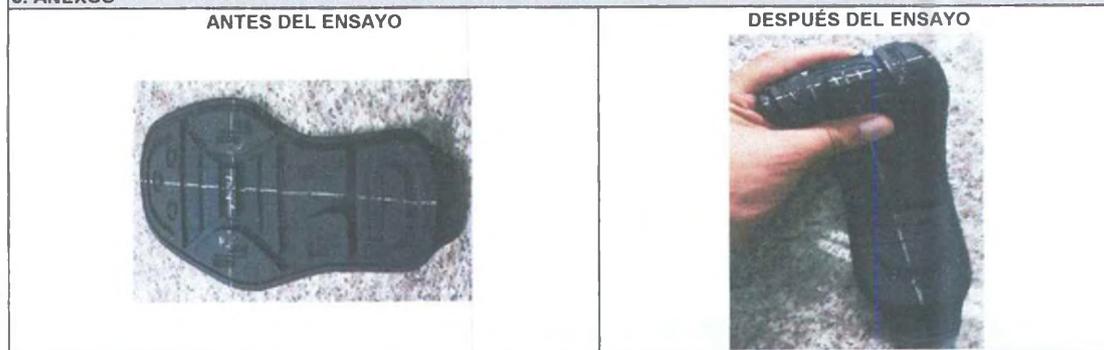
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incision final no debe ser mayor a 4 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra A 6.1 ; A 6.2 ; A 6.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizo la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A NTE INEN ISO/IEC 17024



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



**INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

<b>INFORME ENSAYO No.</b>	1215		
Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	10/09/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	17/09/2019 15:26	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	18233		

**1. ANTECEDENTES**

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

**2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS**

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	A 7

**3. RESULTADOS**

Temperatura:	22.1°C	Humedad relativa:	49%
Muestra:	A 7.1		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.5	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.4	2.5	2.6		0.6	SI
3	2	2.5	2.6	2.7		0.7	SI
FUERA DE INCISIÓN 1	-	-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	A 7.1
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra:	A 7.2		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.5	2.7	5	0.7	SI
2	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1	-	-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	A 7.2
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A NTE INEN ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

**INFORME ENSAYO No.**

1216

Solicitado por: CARVIFACTORY Código cliente: 16  
Equipo utilizado en la prueba: Flexómetro de suelas No. de solicitud : 146  
Responsable Técnico: Ing. Javier Bautista Fecha de ejecución: 10/09/2019  
Fecha de recepción: 04/09/2019 Método de ensayo: NTE INEN-ISO 17707:2014  
Fecha Impresión - entrega: 17/09/2019 15:26 Dirección cliente: Km 6 vía a Baños - Ambato  
Resolución N°: 18233

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO	A 8

#### 3. RESULTADOS

Temperatura: 19.9°C Humedad relativa: 47%  
Muestra: A 8.1  
Pie: IZQUIERDO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.5	2.6	2.6		0.6	SI
3	2	2.6	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA: A 8.1  
PIE: IZQUIERDO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra: A 8.2  
Pie: IZQUIERDO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.6	2.6	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.4	2.6	2.6		0.6	SI
3	2	2.6	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN		-	-	-		-	-

MUESTRA: A 8.2  
PIE: IZQUIERDO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



**INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**INFORME ENSAYO No.**

1217

Solicitado por: CARVIFACTORY Còdigo cliente: 16  
Equipo utilizado en la prueba: Flexómetro de suelas No. de solicitud: 146  
Responsable Técnico: Ing. Javier Bautista Fecha de ejecución: 04/09/2019  
Fecha de recepción: 04/09/2019 Método de ensayo: NTE INEN-ISO 17707:2014  
Fecha Impresión - entrega: 17/09/2019 15:26 Dirección cliente: Km 6 vía a Baños - Ambato  
Resolución N°: 18233

**1. ANTECEDENTES**

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

**2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS**

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	A 9

**3. RESULTADOS**

Temperatura: 19,9°C Humedad relativa: 47%  
Muestra: A 9.1  
Pie: DERECHO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.4	2.6	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.6	2.6	2.7		0.7	SI
3	2	2.6	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA: A 9.1  
PIE: DERECHO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

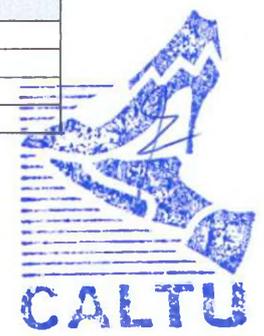
PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra: A 9.2  
Pie: DERECHO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.5	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.7	2.6	2.6		0.6	SI
3	2	2.5	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA: A 9.2  
PIE: DERECHO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	A 9.3
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCI SI ON	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.6	2.6	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.5	2.6	2.6		0.6	SI
3	2	2.6	2.6	2.7		0.7	SI
FUERA DE INCISI ON 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	A 9.3
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 22 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

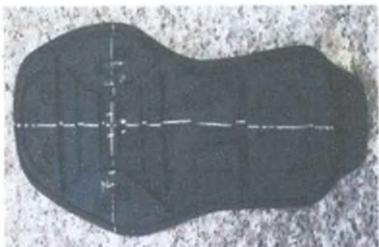
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incision final no debe ser mayor a 4 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra A 9.1 ; A 9.2 ; A 9.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizo la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS

ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
	
<p>ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.</p>	



Ing. Luis Montero  
Coordinador(a) de laboratorio (E.)

ENSAYO DE FLEXIÓN





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A NTE INEN ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

INFORME ENSAYO No. 1225

Solicitado por: CARVIFACTORY Código cliente: 16  
Equipo utilizado en la prueba: Flexómetro de suelas No. de solicitud: 146  
Responsable Técnico: Ing. Javier Bautista Fecha de ejecución: 19/09/2019  
Fecha de recepción: 04/09/2019 Método de ensayo: NTE INEN-ISO 17707:2014  
Fecha Impresión - entrega: 15/10/2019 10:29 Dirección cliente: Km 6 vía a Baños - Ambato  
Resolución N°: 18233

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	B 1

#### 3. RESULTADOS

Temperatura: 21.0°C Humedad relativa: 50%  
Muestra: B 1.1  
Pie: DERECHO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.5	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
3	2	2.3	2.4	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA: B 1.1  
PIE: DERECHO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra: B 1.2  
Pie: DERECHO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.4	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA: B 1.2  
PIE: DERECHO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	B 1.3
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.2	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.3	2.4	2.7		0.7	SI
3	2	2.3	2.5	2.7		0.7	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	B 1.3
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

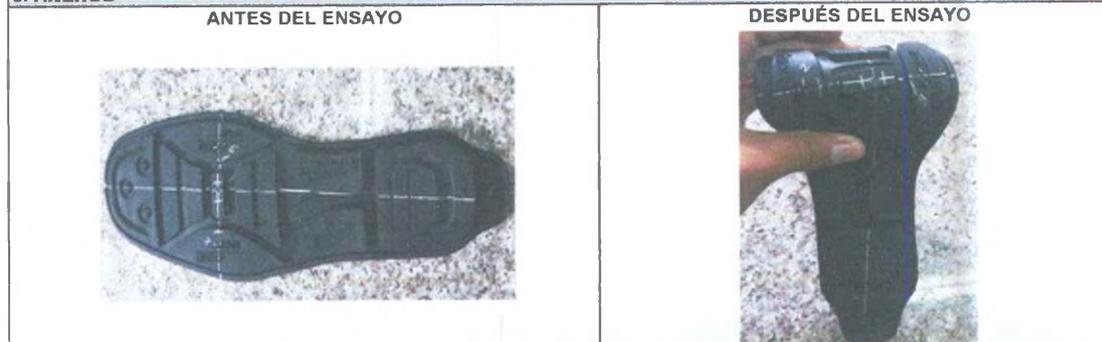
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra B 1.1 ; B 1.2 ; B 1.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizó la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN 1801/EC 17/28



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

**INFORME ENSAYO No.** 1226

Solicitado por: CARVIFACTORY Código cliente: 16  
Equipo utilizado en la prueba: Flexómetro de suelas No. de solicitud: 146  
Responsable Técnico: Ing. Javier Bautista Fecha de ejecución: 19/09/2019  
Fecha de recepción: 04/09/2019 Método de ensayo: NTE INEN-ISO 17707:2014  
Fecha Impresión - entrega: 15/10/2019 10:29 Dirección cliente: Km 6 vía a Baños - Ambato  
Resolución N°: 18233

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico-Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	B 2

#### 3. RESULTADOS

Temperatura: 21.7°C Humedad relativa: 50%  
Muestra: B 2.1  
Pie: IZQUIERDO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.4	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.5	2.6	2.6		0.6	SI
3	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA: B 2.1  
PIE: IZQUIERDO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra: B 2.2  
Pie: IZQUIERDO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
3	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 2		-	-	-		-	-

MUESTRA: B 2.2  
PIE: IZQUIERDO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	B 2.3
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.4	2.4	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
3	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1	-	-	-	-		-	-

MUESTRA:	B 2.3
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

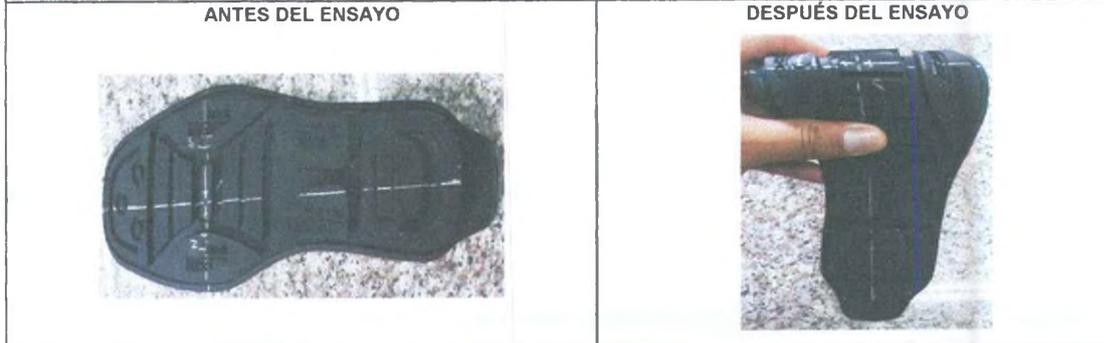
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra B 2.1 ; B 2.2 ; B 2.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizó la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN-ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

**INFORME ENSAYO No.** 1227

Solicitado por: CARVIFACTORY Código cliente: 16  
Equipo utilizado en la prueba: Flexómetro de suelas No. de solicitud: 146  
Responsable Técnico: Ing. Javier Bautista Fecha de ejecución: 20/09/2019  
Fecha de recepción: 04/09/2019 Método de ensayo: NTE INEN-ISO 17707:2014  
Fecha Impresión - entrega: 15/10/2019 10:29 Dirección cliente: Km 6 vía a Baños - Ambato  
Resolución N°: 18233

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	B 3

#### 3. RESULTADOS

Temperatura: 21.3°C Humedad relativa: 49%  
Muestra: B 3.1  
Pie: IZQUIERDO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.4	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.5	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA: B 3.1  
PIE: IZQUIERDO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra: B 3.2  
Pie: IZQUIERDO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN		-	-	-	-	-	-

MUESTRA: B 3.2  
PIE: IZQUIERDO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	B 3.3
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.4	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	B 3.3
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

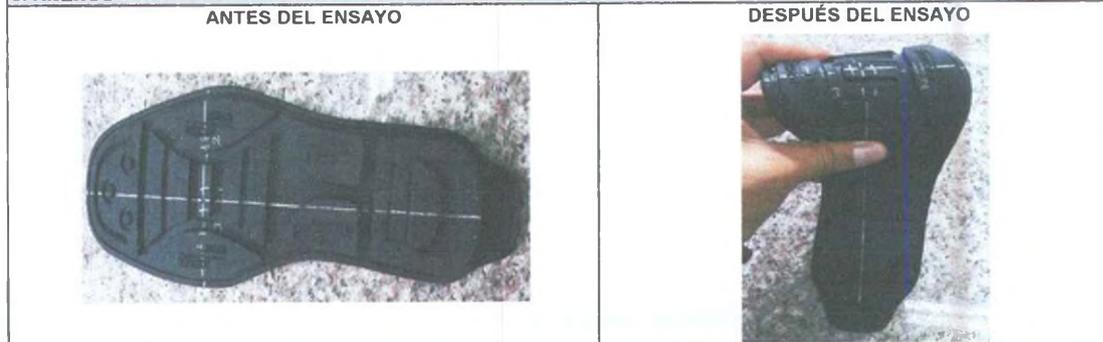
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra B 3.1 ; B 3.2 ; B 3.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizó la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -262  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

INFORME ENSAYO No.

1228

Solicitado por: CARVIFACTORY Código cliente: 16  
Equipo utilizado en la prueba: Flexómetro de suelas No. de solicitud: 146  
Responsable Técnico: Ing. Javier Bautista Fecha de ejecución: 23/09/2019  
Fecha de recepción: 04/09/2019 Método de ensayo: NTE INEN-ISO 17707:2014  
Fecha Impresión - entrega: 15/10/2019 10:29 Dirección cliente: Km 6 vía a Baños - Ambato  
Resolución N°: 18233

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETA

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	B 4

#### 3. RESULTADOS

Temperatura: 19.8°C Humedad relativa: 49%  
Muestra: B 4.1  
Pie: DERECHO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.5	2.6	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.3	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.5	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA: B 4.1  
PIE: DERECHO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

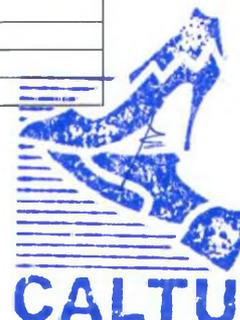
PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra: B 4.2  
Pie: DERECHO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.3	5	0.3	SI
2	2	2.4	2.6	2.6		0.6	SI
3	2	2.4	2.5	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA: B 4.2  
PIE: DERECHO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	B 4.3
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISION	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.4	2.6	2.7		0.7	SI
3	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISION 1	-	-	-	-		-	-

MUESTRA:	B 4.3
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

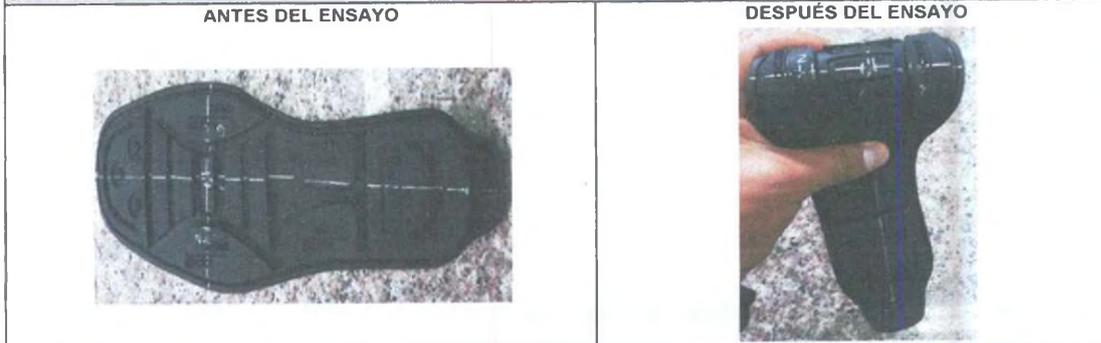
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra B 4.1 ; B 4.2 ; B 4.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizo la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 6. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN 1801/EC 17028



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

<b>INFORME ENSAYO No.</b>	1229		
Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	25/09/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	15/10/2019 10:42	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	<b>18233</b>		

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO	B 5

#### 3. RESULTADOS

Temperatura:	19.6°C	Humedad relativa:	50%
Muestra:	B 5.1		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO		

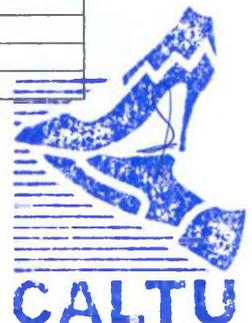
INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.7	2.7	2.7		0.7	SI
3	2	2.4	2.5	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1	-	-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	B 5.1	<b>PROMEDIO</b>	
PIE:	IZQUIERDO	SI	100%
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO	NO	0%

Muestra:	B 5.2		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.5	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.3	2.6	2.6		0.6	SI
3	2	2.4	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1	-	-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	B 5.2	<b>PROMEDIO</b>	
PIE:	IZQUIERDO	SI	100%
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO	NO	0%



**INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

<b>INFORME ENSAYO No.</b>	1230		
Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	26/09/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	15/10/2019 10:42	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	<b>18233</b>		

**1. ANTECEDENTES**

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

**2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS**

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	B 6

**3. RESULTADOS**

Temperatura:	19.5°C	Humedad relativa:	47%
Muestra:	B 6.1		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.3	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.3	2.3	2.5		0.5	SI
3	2	2.3	2.3	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	B 6.1
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra:	B 6.2
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.3	2.3	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.4	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	B 6.2
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	B 6.3
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.3	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.3	2.4	2.6		0.6	SI
3	2	2.3	2.4	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	B 6.3
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

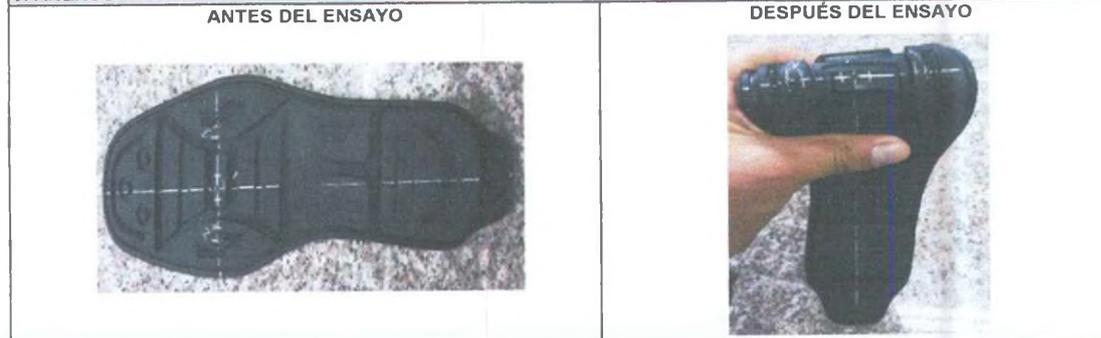
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra B 6.1 ; B 6.2 ; B 6.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizo la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.



Ing. Javier Bautista  
Técnico de laboratorio

Ing. Luis Montero  
Coordinador(a) de laboratorio (E.)





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltu@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

<b>INFORME ENSAYO No.</b>	1231		
Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	27/09/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	15/10/2019 10:42	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	18233		

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	B 7

#### 3. RESULTADOS

Temperatura:	20.8°C	Humedad relativa:	48%
Muestra:	B 7.1		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.3	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.3	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.2	2.3	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	B 7.1
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra:	B 7.2		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.4	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.4	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	B 7.2
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	B 7.3
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.3	2.3	2.5		0.5	SI
3	2	2.3	2.4	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	B 7.3
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

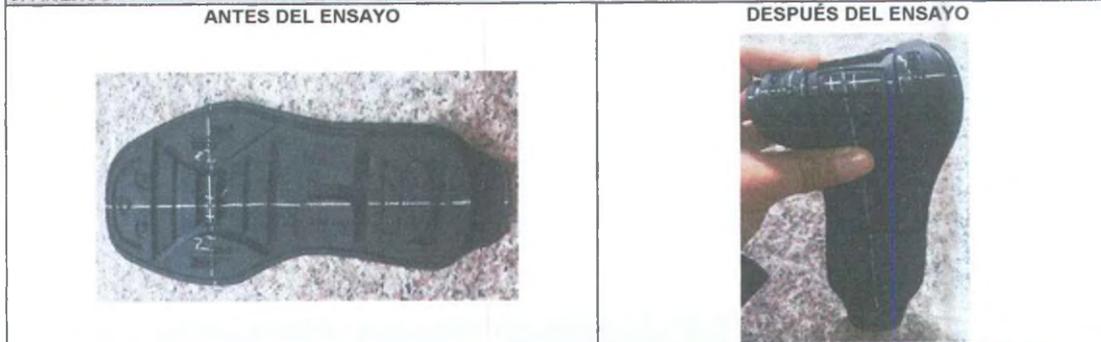
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra B 7.1 ; B 7.2 ; B 7.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizó la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

INFORME ENSAYO No. 1232

Solicitado por: CARVIFACTORY Código cliente: 16  
Equipo utilizado en la prueba: Flexómetro de suelas No. de solicitud: 146  
Responsable Técnico: Ing. Javier Bautista Fecha de ejecución: 02/10/2019  
Fecha de recepción: 04/09/2019 Método de ensayo: NTE INEN-ISO 17707:2014  
Fecha Impresión - entrega: 15/10/2019 10:42 Dirección cliente: Km 6 vía a Baños - Ambato  
Resolución N°: 18233

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico-Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	B 8

#### 3. RESULTADOS

Temperatura: 21°C Humedad relativa: 50%  
Muestra: B 8.1  
Pie: IZQUIERDO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.6	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.3	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA: B 8.1  
PIE: IZQUIERDO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra: B 8.2  
Pie: IZQUIERDO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.3	2.3	2.3		0.3	SI
3	2	2.3	2.3	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA: B 8.2  
PIE: IZQUIERDO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	B 8.3
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.3	2.3	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	B 8.3
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

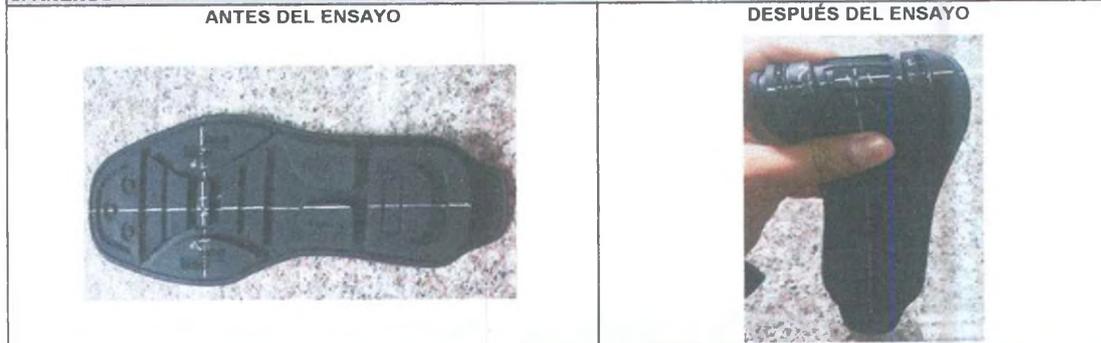
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra B 8.1 ; B 8.2 ; B 8.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizó la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

**INFORME ENSAYO No.** 1233

Solicitado por: CARVIFACTORY Código cliente: 16  
Equipo utilizado en la prueba: Flexómetro de suelas No. de solicitud: 146  
Responsable Técnico: Ing. Javier Bautista Fecha de ejecución: 03/10/2019  
Fecha de recepción: 04/09/2019 Método de ensayo: NTE INEN-ISO 17707:2014  
Fecha Impresión - entrega: 15/10/2019 10:42 Dirección cliente: Km 6 vía a Baños - Ambato  
Resolución N°: 18233

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	B 9

#### 3. RESULTADOS

Temperatura: 20.6°C Humedad relativa: 48%  
Muestra: B 9.1  
Pie: DERECHO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.3	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.3	2.3	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA: B 9.1  
PIE: DERECHO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra: B 9.2  
Pie: DERECHO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.3	2.3	2.5		0.5	SI
3	2	2.3	2.4	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA: B 9.2  
PIE: DERECHO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	B 9.3
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISION	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.3	2.4	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISION 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	B 9.3
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

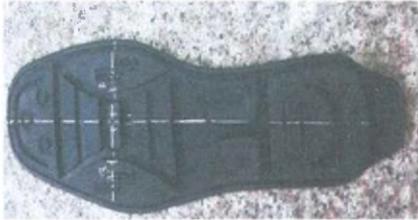
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incision final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra B 9.1 ; B 9.2 ; B 9.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizo la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS

ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
	
<p>ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.</p>	



Ing. Luis Montero  
Coordinador(a) de laboratorio (E.)





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

**INFORME ENSAYO No.** 1245

Solicitado por: CARVIFACTORY Código cliente: 16  
Equipo utilizado en la prueba: Flexómetro de suelas No. de solicitud: 146  
Responsable Técnico: Ing. Javier Bautista Fecha de ejecución: 14/10/2019  
Fecha de recepción: 04/09/2019 Método de ensayo: NTE INEN-ISO 17707:2014  
Fecha Impresión - entrega: 24/10/2019 16:24 Dirección cliente: Km 6 vía a Baños - Ambato  
Resolución N°: 18233

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETA

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 1

#### 3. RESULTADOS

Temperatura: 19.5°C Humedad relativa: 50%  
Muestra: C 1.1  
Pie: DERECHO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.1	2.3	2.3	5	0.3	SI
2	2	2.3	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.2	2.3	2.3		0.3	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA: C 1.1  
PIE: DERECHO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra: C 1.2  
Pie: DERECHO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.2	2.2	2.3	5	0.3	SI
2	2	2.2	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.2	2.2	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISIÓN		-	-	-		-	-

MUESTRA: C 1.2  
PIE: DERECHO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	C 1.3
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISI ÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.2	2.3	2.3	5	0.3	SI
2	2	2.2	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.2	2.3	2.3		0.3	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	C 1.3
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

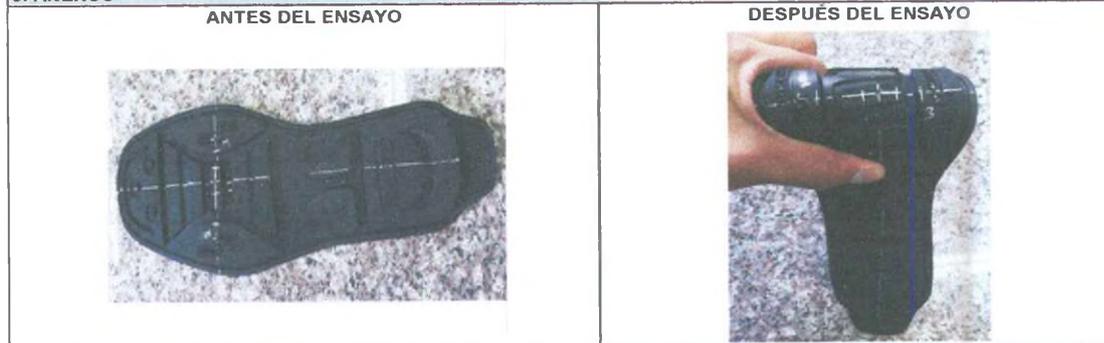
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra C 1.1 ; C 1.2 ; C 1.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizó la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN / ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

<b>INFORME ENSAYO No.</b>	1246		
Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	19/10/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	24/10/2019 16:24	Dirección cliente:	Km 6 via a Baños - Ambato
Resolución N°:	18233		

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO	C 2

#### 3. RESULTADOS

Temperatura:	19.8°C	Humedad relativa:	50%
Muestra:	C 2.1		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.2	2.4	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.2	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.3	2.3	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	C 2.1
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra:	C 2.2		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.4	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.5	2.3	2.3		0.3	SI
3	2	2.3	2.3	2.3		0.3	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	C 2.2
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	C 2.3
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISION	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.3	2.3	5	0.3	SI
2	2	2.2	2.3	2.3		0.3	SI
3	2	2.3	2.3	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISION 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	C 2.3
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

**4. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

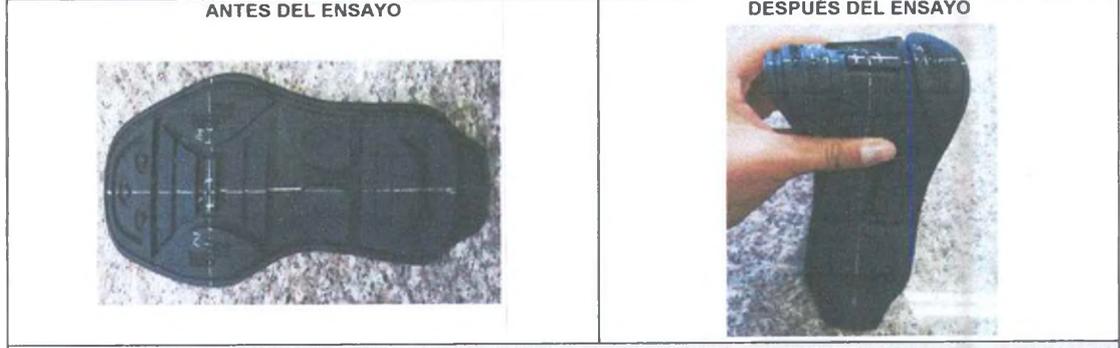
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incision final no debe ser mayor a 5 mm.

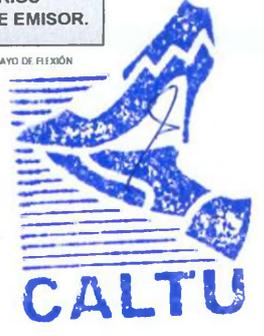
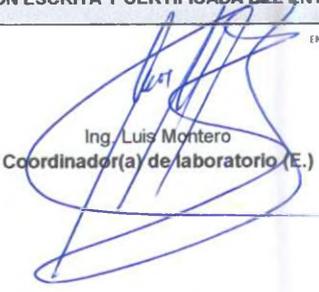
En estos datos se observa que la suela de muestra C 2.1 , C 2.2 , C 2.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizo la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

**5. ANEXOS**



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD. NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A NTE INEN ISO/IEC 17026



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltu.ecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

INFORME ENSAYO No.

1247

Solicitado por: CARVIFACTORY Código cliente: 16  
Equipo utilizado en la prueba: Flexómetro de suelas No. de solicitud: 146  
Responsable Técnico: Ing. Javier Bautista Fecha de ejecución: 21/10/2019  
Fecha de recepción: 04/09/2019 Método de ensayo: NTE INEN-ISO 17707:2014  
Fecha Impresión - entrega: 24/10/2019 16:24 Dirección cliente: Km 6 vía a Baños - Ambato  
Resolución N°: 18233

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 3

#### 3. RESULTADOS

Temperatura: 20.2°C Humedad relativa: 50%  
Muestra: C 3.1  
Pie: IZQUIERDO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.5	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.3	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.4	2.7	2.8		0.8	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA: C 3.1  
PIE: IZQUIERDO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra: C 3.2  
Pie: IZQUIERDO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.2	2.3	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.4	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.5	2.7	2.7		0.7	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA: C 3.2  
PIE: IZQUIERDO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	C 3.3
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.2	2.2	2.3	5	0.3	SI
2	2	2.3	2.3	2.3		0.3	SI
3	2	2.3	2.3	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISIÓN 1	-	-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	C 3.3
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

**4. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

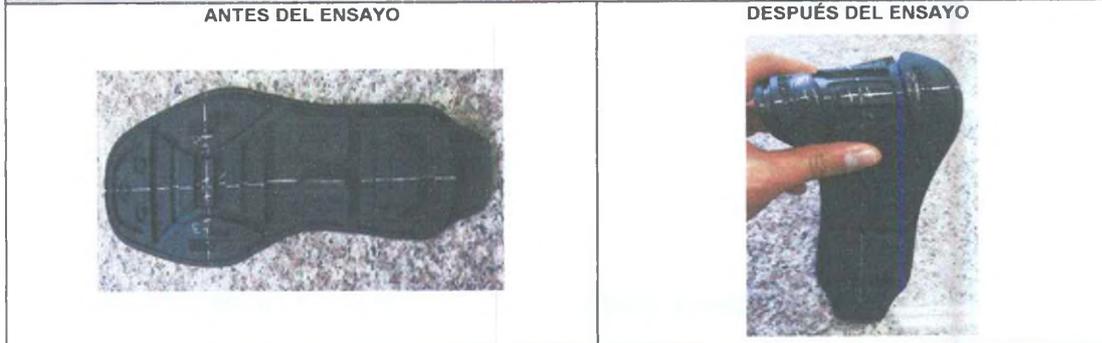
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra C 3.1 ; C 3.2 ; C 3.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizo la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

**5. ANEXOS**



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltu.ecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

<b>INFORME ENSAYO No.</b>	1248		
Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	22/10/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	24/10/2019 16:24	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	18233		

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 4

#### 3. RESULTADOS

Temperatura:	20.9°C	Humedad relativa:	51%
Muestra:	C 4.1		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.3	2.4	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.3	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.4	2.4	2.8		0.8	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	C 4.1
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra:	C 4.2		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.3	2.3	2.3	5	0.3	SI
2	2	2.3	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	C 4.2
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	C 4.3
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.3	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
3	2	2.3	2.4	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	C 4.3
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

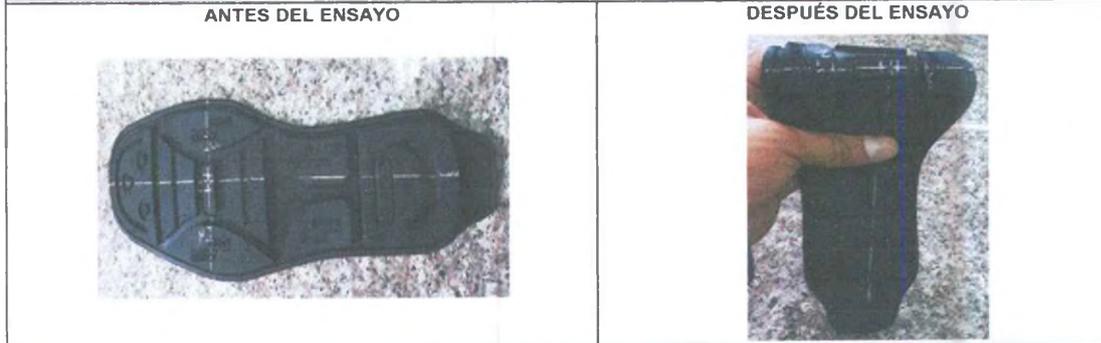
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra C 4.1 ; C 4.2 ; C 4.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizo la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD. NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS  
NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.



Ing. Javier Bautista  
Técnico de laboratorio



Ing. Luis Montero  
Coordinador(a) de laboratorio (E.)

**INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**INFORME ENSAYO No.** 1249

Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	22/10/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	24/10/2019 16:24	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	<b>18233</b>		

**1. ANTECEDENTES**

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

**2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS**

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 5

**3. RESULTADOS**

Temperatura:	20.9°C	Humedad relativa:	52%
Muestra:	C 5.1		
Pie:	DERECHO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.4	2.4	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.3	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.3	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA: C 5.1  
 PIE: DERECHO  
 SUELA: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

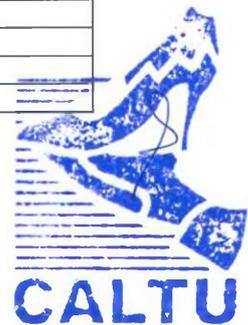
PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra: C 5.2  
 Pie: DERECHO  
 Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000		(Lf-Lo)	
1	2	2.2	2.3	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.5	2.7	2.7		0.7	SI
3	2	2.6	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 4		-	-	-		-	-

MUESTRA: C 5.2  
 PIE: DERECHO  
 SUELA: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	C 5.3
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISI ÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.2	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	C 5.3
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DÍOXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

**4. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

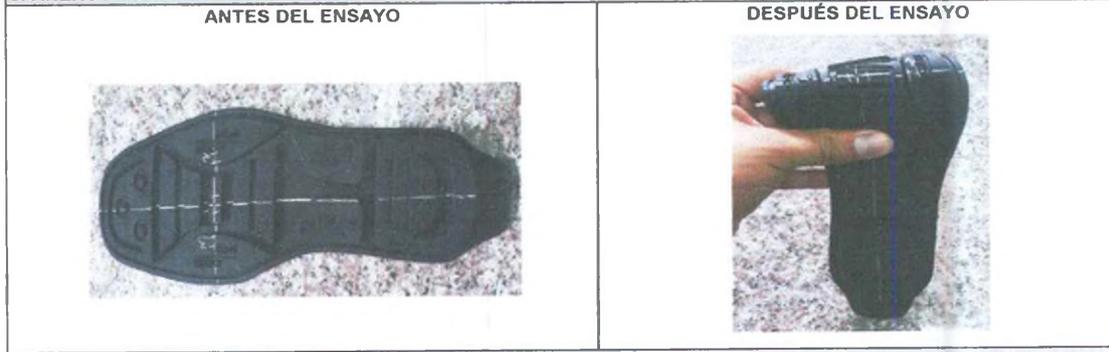
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incision final no debe ser mayor a 5 mm.

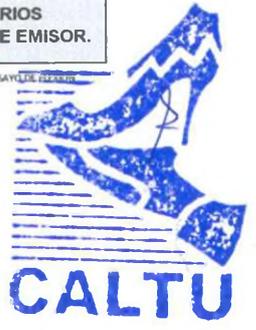
En estos datos se observa que la suela de muestra C 5.1 ; C 5.2 ; C 5.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizo la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

**5. ANEXOS**



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A NTE INEN (EOTEC 17028)



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

<b>INFORME ENSAYO No.</b>	1250		
Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud:	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	23/10/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	24/10/2019 16:24	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	18233		

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 6

#### 3. RESULTADOS

Temperatura:	21.3°C	Humedad relativa:	52%
Muestra:	C 6.1		
Pie:	DERECHO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.3	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.3	2.4	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	C 6.1
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra:	C 6.2		
Pie:	DERECHO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.6	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.4	2.7	2.7		0.7	SI
FUERA DE INCISIÓN		-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	C 6.2
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	C 6.3
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISION	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.6	2.7	2.7	5	0.7	SI
2	2	2.3	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.4	2.4	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	C 6.3
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

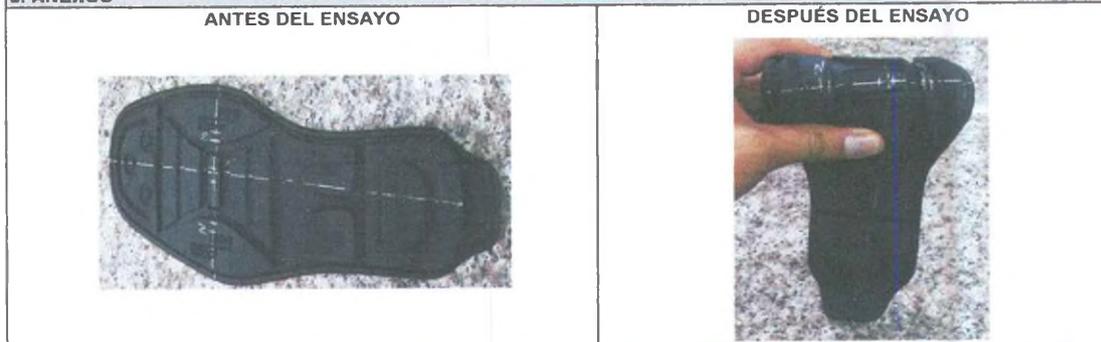
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incision final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra C 6.1 ; C 6.2 ; C 6.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizo la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.



**INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXION**

**INFORME ENSAYO No.** 1251

Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	23/10/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	24/10/2019 16:24	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	<b>18233</b>		

**1. ANTECEDENTES**

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

**2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS**

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 7

**3. RESULTADOS**

Temperatura:	21.5°C	Humedad relativa:	52%
Muestra:	C 7.1		
Pie:	DERECHO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.4	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.4	2.7	2.7		0.7	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	C 7.1	<b>PROMEDIO</b>	
PIE:	DERECHO	SI	100%
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	NO	0%

Muestra:	C 7.2
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.3	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.4	2.4	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	C 7.2	<b>PROMEDIO</b>	
PIE:	DERECHO	SI	100%
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	NO	0%



Muestra:	C 7.3
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.3	2.3	5	0.3	SI
2	2	2.5	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.3	2.4	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	C 7.3
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

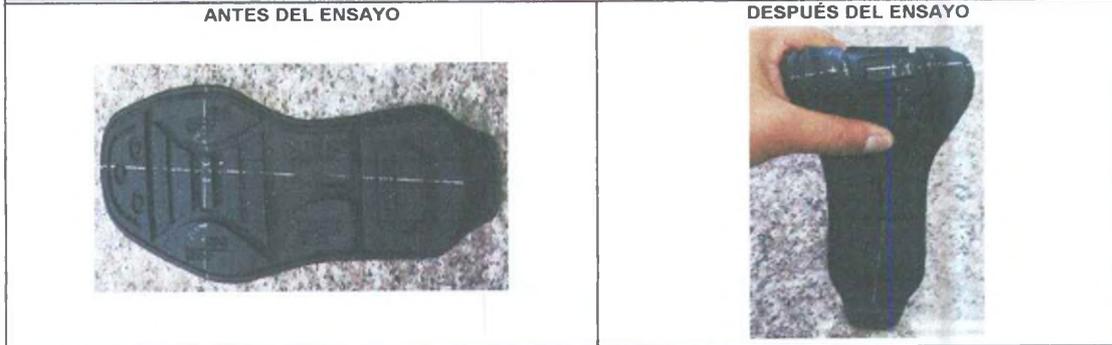
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra C 7.1 ; C 7.2 ; C 7.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizó la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN-ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

**INFORME ENSAYO No.** 1252

Solicitado por: CARVIFACTORY Código cliente: 16  
Equipo utilizado en la prueba: Flexómetro de suelas No. de solicitud: 146  
Responsable Técnico: Ing. Javier Bautista Fecha de ejecución: 24/10/2019  
Fecha de recepción: 04/09/2019 Método de ensayo: NTE INEN-ISO 17707:2014  
Fecha Impresión - entrega: 24/10/2019 16:24 Dirección cliente: Km 6 vía a Baños - Ambato  
Resolución N°: 18233

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 8

#### 3. RESULTADOS

Temperatura: 22.5°C Humedad relativa: 52%  
Muestra: C 8.1  
Pie: DERECHO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.4	2.5	2.5		0.5	SI
3	2	2.3	2.3	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA: C 8.1  
PIE: DERECHO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra: C 8.2  
Pie: DERECHO  
Tipo de suela: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.6	2.6	5	0.6	SI
2	2	2.4	2.6	2.6		0.6	SI
3	2	2.4	2.5	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-	-	-	-

MUESTRA: C 8.2  
PIE: DERECHO  
SUELA: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	C 8.3
Pie:	IZQUIERDO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISION	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.5	2.5	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.4	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.6	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISION 1	-	-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	C 8.3
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

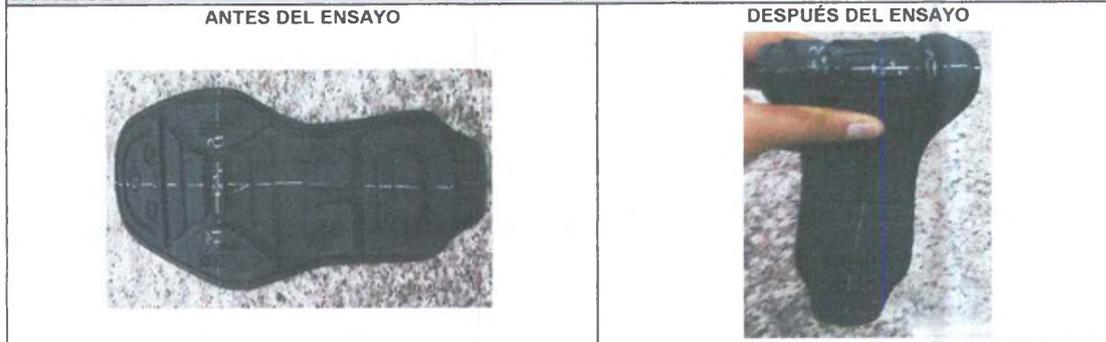
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra C 8.1 ; C 8.2 , C 8.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizó la norma de requisito : INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD. NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.





LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICAS  
PARA CALZADO Y COMPONENTES  
DESIGNADO DE ACUERDO A: NTE INEN-ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltu@hotmial.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

<b>INFORME ENSAYO No.</b>		1253	
Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Flexómetro de suelas	No. de solicitud:	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	24/10/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	<b>NTE INEN-ISO 17707:2014</b>
Fecha Impresión - entrega:	24/10/2019 16:24	Dirección cliente:	Km 6 vía a Baños - Ambato
Resolución N°:	<b>18233</b>		

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe tres muestras de suelas material caucho.

Se solicita realizar la prueba flexión según la norma de referencia INEN - ISO 17707 con la finalidad de determinar la resistencia a la flexión del material de las muestras.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBETAS

Nombre	Identificación de la probeta
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 9

#### 3. RESULTADOS

Temperatura:	22.5°C	Humedad relativa:	52%
Muestra:	C 9.1		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.3	2.3	2.3	5	0.3	SI
2	2	2.4	2.4	2.4		0.4	SI
3	2	2.4	2.4	2.5		0.5	SI
FUERA DE INCISIÓN 1		-	-	-		-	-

MUESTRA:	C 9.1
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

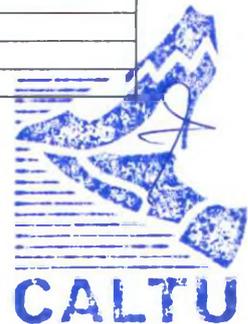
PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

Muestra:	C 9.2		
Pie:	IZQUIERDO		
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO		

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.4	2.4	2.5	5	0.5	SI
2	2	2.6	2.6	2.8		0.8	SI
3	2	2.6	2.6	2.6		0.6	SI
FUERA DE INCISIÓN		-	-	-		-	-

MUESTRA:	C 9.2
PIE:	IZQUIERDO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%



Muestra:	C 9.3
Pie:	DERECHO
Tipo de suela:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

INCISIÓN	Longitud Inicial	FLEXIONES (Lf) en mm			(Lf) en (mm) establecida por la norma	Diferencia (Lf-Lo)	Cumplimiento
		10 000	20 000	30 000			
1	2	2.2	2.3	2.4	5	0.4	SI
2	2	2.2	2.2	2.4		0.4	SI
3	2	2.3	2.3	2.4		0.4	SI
FUERA DE INCISIÓN 1	-	-	-	-	-	-	-

MUESTRA:	C 9.3
PIE:	DERECHO
SUELA:	SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

PROMEDIO	
SI	100%
NO	0%

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

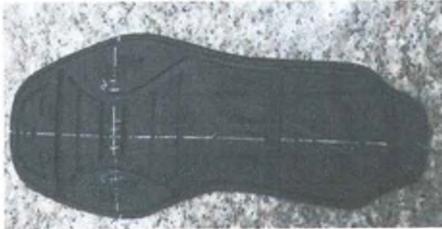
En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYOS de cada muestra se puede observar el número de incisiones en la suela, las flexiones (ciclos), la diferencia entre longitud inicial y final de la incisión al culminar el ensayo.

Se utilizó como referencia la norma INEN - ISO 17707, donde las suelas deben ser flexionadas a un ángulo de 90° y por un máximo de 30000 ciclos con incisiones de 2 mm cada una. Y su longitud de incisión final no debe ser mayor a 5 mm.

En estos datos se observa que la suela de muestra C 9.1 ; C 9.2 ; C 9.3 de calzado al someterse al ensayo se obtuvo un promedio de cumplimiento al 100%.

Se utilizó la norma de requisito ; INEN - ISO 20880.

#### 5. ANEXOS

ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
	
<p>ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y CERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.</p>	



**INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA ABRASION**

<b>INFORME ENSAYO No.</b>	1218		
Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Abrasimetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	10/09/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	NTE INEN - ISO 20871:2001
Fecha Impresión - entrega:	18/09/2019 17:07	Dirección cliente:	Km 6 via a Baños - Ambato
Resolución N°:	18233		

**1. ANTECEDENTES**

En el Laboratorio de pruebas Físico- Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe una suela de material caucho.

Se solicita realizar la prueba abrasión según la norma de referencia NTE INEN - ISO 20871, con la finalidad de determinar la resistencia a la abrasión del material de la muestra.

**2. IDENTIFICACIÓN DE LAS PROBETAS**

Nombre	Identificación de probeta
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	B 7.1
	B 7.2
	B 7.3

**3. RESULTADOS**

Temperatura: 19°C Humedad relativa: 52%  
Hoja Técnica: SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

**3.1 DATOS DE LAS PROBETAS ANTES DEL ENSAYO DE ABRASIÓN**

IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES	MUESTRA	DIAMETRO INICIAL(mm)	MASA INICIAL (mgr)	PODER ABRASIVO (mg)
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	B 7.1	16	1645	
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	B 7.2	16	1660	180
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	B 7.3	16	1870	



LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICOS  
PARA CALZADO Y COMPLEMENTOS  
DESIGNADO DE ACUERDO A NTE INEN ISO/IEC 17025



Ministerio  
de Industrias  
y Productividad  
Resolución N° 18 233

Calle Europa y Avenida Indoamérica  
Sector Ingahurco Bajo  
(03) 2 522 -282  
laboratoriocaltuecuador@hotmail.com  
Ambato - Ecuador



### INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA ABRASION

<b>INFORME ENSAYO No.</b>	1219		
Solicitado por:	CARVIFACTORY	Código cliente:	16
Equipo utilizado en la prueba:	Abrasimetro de suelas	No. de solicitud :	146
Responsable Técnico:	Ing. Javier Bautista	Fecha de ejecución:	10/09/2019
Fecha de recepción:	04/09/2019	Método de ensayo:	NTE INEN - ISO 20871:2001
Fecha Impresión - entrega:	18/09/2019 17:07	Dirección cliente:	Km 6 via a Baños - Ambato
Resolución N°:	18233		

#### 1. ANTECEDENTES

En el Laboratorio de pruebas Físico-Mecánicas de la Cámara Nacional de Calzado se recibe una suela de material caucho.

Se solicita realizar la prueba abrasión según la norma de referencia NTE INEN - ISO 20871, con la finalidad de determinar la resistencia a la abrasión del material de la muestra.

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LAS PROBETAS

Nombre	Identificación de probeta
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 4.1
	C 4.2
	C 4.3

#### 3. RESULTADOS

Temperatura: 19°C Humedad relativa: 52%  
Hoja Técnica: SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO

##### 3.1 DATOS DE LAS PROBETAS ANTES DEL ENSAYO DE ABRASIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES	MUESTRA	DIAMETRO INICIAL(mm)	MASA INICIAL (mgr)	PODER ABRASIVO (mg)
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 4.1	16	1770	180
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 4.2	16	2195	
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 4.3	16	2130	



3.2 DATOS DE LA PROBETA DESPUES DEL ENSAYO

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA	DIAMETRO INICIAL mm3	DENSIDAD INDIVIDUAL (mgr/mm3)	DENSIDAD PROMEDIO (mgr/mm3)	PODER ABRASIVO NOMINAL (mgr)	MASA FINAL (mgr)
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 4.1	16	1.103	1.100	200	1584
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 4.2	16	1.106			2096
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 4.3	16	1.090			2010

3.3 DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

NOMBRE	FORMULA UTILIZADA	MUESTRA	MUESTRAS INDIVIDUALES Perdida volumen relativo (mm3)	MUESTRAS INDIVIDUALES Perdida de masa relativa (mgr)
SUELA SBR 1502 - 44 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	Perdida de masa relativa $M = \frac{mS_0}{S}$	C 4.1	187.367	206.667
	Perdida de volumen relativo $V = \frac{mS_0}{\rho S}$	C 4.2	99.457	110
		C 4.3	122.324	133.333
MEDIA ARITMETICA O VALOR MEDIO			136.383	150

Donde la pérdida de volumen relativa:

- m pérdida de masa en miligramos
- S<sub>0</sub> el valor nominal de abrasion (200mg)
- ρ densidad
- S es la pérdida del poder abrasivo

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En las tablas de RESULTADOS DEL ENSAYO se puede observar la pérdida de volumen de cada probeta después del ensayo (Delta Volumen).

Según estos datos se observa que la suela de calzado al someterse a la norma NTE INEN ISO 20871, presenta en promedio la siguiente resistencia a la abrasión:

Nombre	Identificación	Resistencia a la abrasión (mm3)	Pérdida de masa(mg)	Requisito	
				(mm3)	(mg)
SUELA SBR 1502 - 33 PHR5 DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO	C 4	136.383	150	MAX 250	MAX 170

Las muestras identificadas como C 4.1, C 4.2, C 4.3 de la suela presenta valores con un valor promedio de resistencia a la abrasión inferior a 250 (mm3).

5. CONCLUSIONES

Las muestras de suela ensayadas **SI CUMPLE** con los requerimientos de la norma NTE INEN 20880.



ESTE INFORME NO SIGNIFICA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD, NO DEBE SER UTILIZADO CON FINES PUBLICITARIOS Y NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA Y GERTIFICADA DEL ENTE EMISOR.