



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE ENSAYOS  
APLICADOS A ESPUMAS DE POLIURETANO  
UTILIZADAS EN ASIENTOS DE VEHÍCULOS SEGÚN LA  
NORMA NTE 2020”**

**LOAYZA ZAMBRANO RICARDO GABRIEL**

**LOAYZA YAGUANA JAIRO JAVIER.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previa a la obtención del título de:**

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2017**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

---

2016-05-09

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**RICARDO GABRIEL LOAYZA ZAMBRANO  
JAIRO JAVIER LOAYZA YAGUANA**

---

Titulada:

**“DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE ENSAYOS APLICADOS A  
ESPUMAS DE POLIURETANO UTILIZADAS EN ASIENTOS DE VEHÍCULOS  
SEGÚN LA NORMA NTE 2020.”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

---

Ing. Carlos Santillán  
DECANO DE LA FAC. DEMECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Pablo Sinchiguano  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Edwin Pozo  
ASESOR DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** Ricardo Gabriel Loayza Zambrano

**TÍTULO DE LA TESIS:** “DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE ENSAYOS APLICADOS A ESPUMAS DE POLIURETANO UTILIZADAS EN ASIENTOS DE VEHÍCULOS SEGÚN LA NORMA NTE 2020.”

**Fecha de Examinación:** 2017-04-10

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN                          | APRUEBA | NO<br>APRUEBA | FIRMA |
|--|---------|---------------|-------|
| Ing. José Pérez<br>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA    |         |               |       |
| Ing. Pablo Sinchiguano<br>DIRECTOR(A) DE TESIS |         |               |       |
| Ing. Edwin Pozo<br>ASESOR(A)                   |         |               |       |

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: \_\_\_\_\_

---

El (La) Presidente (a) del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

**Ing. José Pérez**  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** Jairo Javier Loayza Yaguana

**TÍTULO DE LA TESIS:** “DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE ENSAYOS APLICADOS A ESPUMAS DE POLIURETANO UTILIZADAS EN ASIENTOS DE VEHÍCULOS SEGÚN LA NORMA NTE 2020.”

**Fecha de Examinación:** 2017-04-10

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN                          | APRUEBA | NO<br>APRUEBA | FIRMA |
|--|---------|---------------|-------|
| Ing. José Pérez<br>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA    |         |               |       |
| Ing. Pablo Sinchiguano<br>DIRECTOR(A) DE TESIS |         |               |       |
| Ing. Edwin Pozo<br>ASESOR(A)                   |         |               |       |

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: \_\_\_\_\_

---

El (La) Presidente (a) del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

**Ing. José Pérez**  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Ricardo Gabriel Loayza Zambrano

---

Jairo Javier. Loayza Yaguana

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Yo, Ricardo Gabriel Loayza Zambrano y Jairo Javier Loayza Yaguana declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

---

RICARDO G. LOAYZA Z.  
Cedula de Identidad: 070626021-3

---

JAIRO J. LOAYZA Y.  
Cedula de Identidad: 070535701-0

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar. A mis amigos en general que de una u otra manera supieron darme un consejo para salir adelante y culminar con mis estudios, A mi compañero de tesis ya que sin su ayuda no habría sido posible la realización de esta tesis.

Ricardo Gabriel Loayza Zambrano.

Le doy gracias a Dios por haberme guiado y haber estado conmigo todo este tiempo, en este camino que decidí recorrer para mi formación profesional. A mi madre Alegría, por nunca perder la Fe y siempre orar por mí y darme fuerzas para seguir adelante. A mi padre Silvio, por no dejar que me faltara nada, apoyarme y siempre estar pendiente de mí. A mis hermana Anita, por el apoyo que me dio desde el inicio de mi formación profesional, sobre todo en los momentos más difíciles a lo largo de mi carrera y a mi hermano Cristhian que siempre estuvo pendiente de mí y gustoso de ayudarme en mi camino. A mis tíos, primo y amigos que han sido un gran apoyo en mi vida y así lograr grandes victorias.

Jairo Javier Loayza Yaguana.

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

A mi director de tesis, Ing. Pablo Sinchiguano y mi asesor de tesis, Ing. Edwin Pozo por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Ricardo Gabriel Loayza Zambrano

## **AGRADECIMIENTO.**

Primero quisiera agradecer a Dios por haber estado conmigo todo el camino y haberme brindado la hermosa Familia y amigos, que estuvieron presentes en las buenas y en las malas siempre brindándome su apoyo a lo largo de mi vida profesional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz que me abrió las puertas para poder realizar mis estudios y a mis maestros quienes me ayudaron a formar como profesional.

Agradezco al Ing. Pablo Sinchiguano, Director del trabajo de titulación y al Ing. Edwin Pozo, Asesor del trabajo de titulación, quienes nos apoyaron y guiaron en el desarrollo y culminación de esta investigación.

Y en especial a todos mis amigos, compañeros y personas que me apoyaron de una u otra forma para culminar con éxito este trabajo y una etapa de nuestra vidas.

Jairo Javier Loayza Yaguana.

# CONTENIDO

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>                                      |             |
| 1.1 Antecedentes.....                                       | 1           |
| 1.2 Justificación .....                                     | 2           |
| 1.3 Objetivos.....  | 3           |
| 1.3.1 <i>Objetivo General</i> .....                         | 3           |
| 1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....                    | 3           |
| <br>  |             |
| <b>2. MARCO TEÓRICO</b>                                     |             |
| 2.1 Marco conceptual.....                                   | 5           |
| 2.1.1 <i>Ensayo Mecánico de Materiales</i> .....            | 5           |
| 2.1.2 <i>Espumas Poliuretano</i> .....                      | 5           |
| 2.1.3 <i>Ensayo de Materiales</i> .....                     | 5           |
| 2.1.4 <i>Evaluación</i> .....                               | 5           |
| 2.1.5 <i>Norma</i> .....                                    | 5           |
| 2.1.6 <i>RTE</i> .....                                      | 6           |
| 2.1.7 <i>Procedimiento</i> .....                            | 6           |
| 2.1.8 <i>ISO</i> .....                                      | 6           |
| 2.1.9 <i>INEN</i> .....                                     | 6           |
| 2.1.10 <i>NTE</i> .....                                     | 6           |
| 2.2 Marco teórico.....                                      | 6           |
| 2.2.1 <i>Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2020</i> .....      | 6           |
| 2.2.2 <i>Espuma de Poliuretano</i> .....                    | 6           |
| 2.2.3 <i>Composición química del poliuretano</i> .....      | 7           |
| 2.3 Clasificación de la espuma de poliuretano.....          | 7           |
| 2.3.1 <i>Espumas en caliente</i> .....                      | 7           |
| 2.3.2 <i>Espumas en frío</i> .....                          | 7           |
| 2.3.3 <i>Poliuretanos flexibles</i> .....                   | 8           |
| 2.3.4 <i>Poliuretanos rígidos</i> .....                     | 8           |
| 2.4 Características y usos de la espuma de poliuretano..... | 9           |
| 2.4.1 <i>Aislamiento térmico</i> .....                      | 9           |
| 2.4.2 <i>Resistencia al envejecimiento</i> .....            | 10          |
| 2.5 Propiedades mecánicas.....                              | 11          |
| 2.5.1 <i>Resistencia a la compresión</i> .....              | 11          |
| 2.5.2 <i>Resistencia a la tracción</i> .....                | 11          |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 2.5.3     | <i>Resistencia a la temperatura.</i>   | 11 |
| 2.5.4     | <i>Resistencia al fuego.</i>   | 11 |
| 2.5.5     | <i>Resistencia a la absorción al agua.</i>   | 11 |
| 2.5.6     | <i>Transmisión del vapor de agua.</i>  | 12 |
| 2.5.7     | <i>Resistencia a micro-organismos.</i>   | 12 |
| 2.5.8     | <i>Propiedades acústicas.</i>  | 12 |
| 2.6       | Aplicaciones de la espuma de poliuretano.  | 13 |
| 2.6.1     | <i>Asientos de vehículos.</i>  | 13 |
| 2.7       | Tipos de Espumas de Poliuretano.   | 13 |
| 2.7.1     | <i>Espumas de poliuretano flexibles de baja densidad.</i>  | 14 |
| 2.7.2     | <i>Espumas de poliuretano rígidas de baja densidad.</i>  | 14 |
| 2.7.3     | <i>Espumas de poliuretanos flexibles de alta densidad.</i>   | 14 |
| 2.8       | Ensayo de tracción.  | 15 |
| 2.9       | Ensayo de Deformación Remanente por compresión.  | 16 |
| 2.10      | Ensayo de resistencia al desgarre.   | 16 |
| 2.11      | Ensayo de determinación de la densidad.  | 17 |
| 2.12      | Ensayo de determinación de la porosidad de espumas de poliuretano flexibles                          | 18 |
| 2.13      | Ensayo de inflamabilidad de espumas de poliuretano flexibles   | 18 |
| <b>3.</b> | <b>MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>  |    |
| 3.1       | Ensayo para determinar las dimensiones según las normas NTE INEN 2020, NTE INEN ISO 5999, ISO 3795.  | 21 |
| 3.2       | Flujograma de la determinación de las dimensiones según INEN 2020, INEN-ISO 5999, ISO 3795           | 23 |
| 3.3       | Ensayo para determinar la densidad aparente según la norma NTE INEN ISO 845                          | 24 |
| 3.4       | Flujograma del procedimiento para determinar la densidad según la norma INEN – ISO 845.              | 26 |
| 3.5       | Ensayo de deformación remanente por compresión según INEN - ISO 1856.                                | 27 |
| 3.6       | Flujograma del procedimiento de deformación permanente a la compresión según INEN – ISO 1856.        | 30 |
| 3.7       | Ensayo para determinar la resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según INEN – ISO 1798 | 31 |
| 3.8       | Flujograma del procedimiento de resistencia a la tracción según INEN – ISO 1798                      | 34 |
| 3.9       | Ensayo de resistencia al desgarre según NTE INEN 2020.   | 35 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 3.10      | Flujograma del procedimiento de resistencia al desgarre según NTE INEN – 2020   | 38 |
| 3.11      | Ensayo para determinar la porosidad según la norma NTE INEN 2020.   | 39 |
| 3.12      | Flujograma del procedimiento de ensayo de porosidad según NTE INEN 2020.  | 43 |
| 3.13      | Ensayo para determinar la inflamabilidad según la norma ISO 3795  | 44 |
| 3.14      | Flujograma del procedimiento para determinar la inflamabilidad según la norma ISO3795                                     | 47 |
| 3.15      | Sistema documental de ensayos a espumas de poliuretano.   | 48 |
| 3.15.1    | <i>Sistema documental.</i>  | 48 |
| 3.15.2    | <i>Codificación.</i>  | 48 |
| 3.16      | Modelo de formato para procedimiento para la determinación de la Deformación Remanente por Compresión                     | 49 |
| 3.17      | Modelo de informe del ensayo de Deformación Remanente por Compresión según la norma inen-iso-1856                         | 52 |
| 3.18      | Modelo de solicitud de servicios de Determinación de Deformación Remanente por Compresión a espumas de poliuretano        | 57 |
| 3.19      | Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos  | 58 |
| 3.20      | Formato para recepción de probetas para evaluación de Deformación Remanente por Compresión                                | 60 |
| 3.21      | Modelo de registro de acondicionamiento de las nuestras   | 61 |
| 3.22      | Formato de registro de preparación de instrumentos de medición  | 62 |
| <b>4.</b> | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>   |    |
| 4.1       | Cálculos y resultados del ensayo de Deformación Remanente por Compresión según la norma INEN – ISO 1856.                  | 64 |
| 4.1.1     | <i>Informe del ensayo de Deformación Remanente por Compresión según la norma inen-iso-1856</i>                            | 64 |
| 4.1.2     | <i>Modelo de solicitud de servicios de determinación de deformación remanente por compresión a espumas de poliuretano</i> | 69 |
| 4.1.3     | <i>Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos</i>                                   | 70 |
| 4.1.4     | <i>Recepción de probetas para evaluación de deformación remanente por compresión</i>                                      | 72 |
| 4.1.5     | <i>Registro de acondicionamiento de las nuestras</i>  | 73 |
| 4.1.6     | <i>Preparación de instrumentos de medición</i>  | 74 |
| 4.2       | Cálculos y resultados del ensayo de Densidad Aparente según la norma inen-iso-845   | 75 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 4.2.1 | <i>Informe del ensayo de Densidad aparente según la norma INEN-ISO-845</i> .....  | 75  |
| 4.2.2 | <i>Modelo de solicitud de servicios de determinación de la densidad aparente a espumas de poliuretano</i> .....                                   | 80  |
| 4.2.3 | <i>Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos</i> .....   | 81  |
| 4.2.4 | <i>Recepción de materiales para evaluación de determinación de la densidad aparente</i> .....   | 83  |
| 4.2.5 | <i>Registro de acondicionamiento de las nuestras</i> .....  | 84  |
| 4.2.6 | <i>Preparación de instrumentos de medición</i> .....  | 85  |
| 4.3   | Cálculos y resultados del ensayo de Determinación de la Resistencia a la Tracción y Alargamiento a la Rotura según la norma INEN – ISO 1798.....  | 86  |
| 4.3.1 | <i>Informe del ensayo de resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura de según la norma inen-iso-1798</i> .....                           | 86  |
| 4.3.2 | <i>Modelo de solicitud de servicios de determinación de resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura a espumas de poliuretano</i> .....   | 92  |
| 4.3.3 | <i>Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos</i> .....   | 93  |
| 4.3.4 | <i>Recepción de probetas para evaluación determinación de resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura a espumas de poliuretano</i> ..... | 95  |
| 4.3.5 | <i>Registro de acondicionamiento de las nuestras</i> .....  | 96  |
| 4.3.6 | <i>Preparación de instrumentos de medición</i> .....  | 97  |
| 4.4   | Cálculos y resultados del ensayo de resistencia al desgarre según la norma NTE INEN 2020.....   | 98  |
| 4.4.1 | <i>Informe del ensayo de resistencia al desgarre según la norma NTE INEN 2020</i> .....   | 98  |
| 4.4.2 | <i>Modelo de solicitud de servicios de resistencia al desgarre a espumas de poliuretano</i> .....   | 103 |
| 4.4.3 | <i>Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos</i> .....   | 104 |
| 4.4.4 | <i>Recepción de materiales para ensayo de resistencia al desgarre según la norma NTE INEN 2020</i> .....  | 106 |
| 4.4.5 | <i>Registro de acondicionamiento de las nuestras</i> .....  | 107 |
| 4.4.6 | <i>Preparación de instrumentos de medición</i> .....  | 108 |
| 4.5   | Cálculos y resultados del ensayo de porosidad según la norma NTE INEN 2020.....   | 109 |
| 4.5.1 | <i>Informe del ensayo de determinación de porosidad según la norma NTE INEN 2020</i> .....  | 109 |
| 4.5.2 | <i>Modelo de solicitud de servicios de determinación de porosidad a espumas de poliuretano</i> .....  | 114 |
| 4.5.3 | <i>Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos</i> .....   | 115 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4.5.4 | <i>Recepción de materiales para determinación de porosidad según la norma NTE INEN 2020</i> .....            | 117 |
| 4.5.5 | <i>Registro de acondicionamiento de las muestras</i> .....   | 118 |
| 4.5.6 | <i>Preparación de instrumentos de medición</i> .....   | 119 |
| 4.6   | <i>Cálculos y resultados del ensayo de inflamabilidad según la norma ISO 3795.</i><br>.....                  | 120 |
| 4.6.1 | <i>Informe del ensayo de inflamabilidad según la norma ISO 3795</i> .....                                    | 120 |
| 4.6.2 | <i>Modelo de solicitud de servicios de determinación de la inflamabilidad a espumas de poliuretano</i> ..... | 125 |
| 4.6.3 | <i>Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos</i> .....                | 126 |
| 4.6.4 | <i>Recepción de materiales para evaluación de determinación de la inflamabilidad</i> .....                   | 128 |
| 4.6.5 | <i>Registro de acondicionamiento de las muestras</i> .....   | 129 |
| 4.6.6 | <i>Preparación de instrumentos de medición</i> .....   | 130 |
| 4.7   | <i>Conclusiones</i> .....  | 131 |
| 4.8   | <i>Recomendaciones</i> .....   | 132 |

## **BIBLIOGRAFIA**

## **ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

|    | <b>Pág.</b>   |
|----|---|
| 1  | Espesores iniciales y finales de las Espumas Flexibles de Poliuretano..... 66       |
| 2  | Porcentaje de Deformación remanente por compresión. .... 67                         |
| 3  | Selección de ensayo ..... 70  |
| 4  | Masa y Volumen de las espumas flexibles de Poliuretano..... 77                      |
| 5  | Valores de la Densidad Aparente ..... 78  |
| 6  | Selección de ensayo ..... 81  |
| 7  | Dimensiones y Fuerza aplicada de las probetas antes del ensayo. .... 88             |
| 8  | Resultado de la resistencia ultima a la tracción. .... 89                           |
| 9  | Porcentaje de la Deformación a la Rotura. .... 90                                   |
| 10 | Selección de ensayo ..... 93  |
| 11 | Ancho y Fuerza máxima registrada en probetas de espuma de poliuretano... 100        |
| 12 | Resistencia al desgarre (N/mm) promedio total ..... 101                             |
| 13 | Selección de ensayo ..... 104   |
| 14 | Presión inicial y velocidad de flujo de salida del sistema y porta-probetas ... 111 |
| 15 | Porcentaje de Porosidad de cada probeta de ensayo..... 112                          |
| 16 | Selección de ensayo ..... 115   |
| 17 | Tiempo y distancia de quemado en cada probeta ..... 122                             |
| 18 | Velocidad de quemado en cada probeta y promedio total ..... 123                     |
| 19 | Selección de ensayo ..... 126   |

## LISTA DE FIGURAS

|    | <b>Pág.</b>  |
|----|--|
| 1  | Espuma de Poliuretano Flexible ..... 8   |
| 2  | Espuma de Poliuretano Rígido ..... 8   |
| 3  | Poliuretano utilizado como Aislamiento Térmico..... 10                           |
| 4  | Poliuretano utilizado en propiedades acústicas. .... 12                          |
| 5  | Asiento de vehículo ..... 13   |
| 6  | Espuma de poliuretano flexible de baja densidad. .... 14                         |
| 7  | Maquina universal, Ensayo de tracción ..... 15                                   |
| 8  | Porta probetas, Ensayo de deformación remanente por compresión..... 16           |
| 9  | Ensayo de resistencia al desgarre. .... 17                                       |
| 10 | Ensayo de determinación de la densidad. .... 17                                  |
| 11 | Equipo de ensayo para porosidad ..... 18   |
| 12 | Equipo de ensayo para porosidad ..... 19   |
| 13 | Asiento de espumas flexibles de poliuretano de alta resiliencia..... 21          |
| 14 | Sierra para realizar los cortes en la espuma flexibles de poliuretano. .... 21   |
| 15 | Probetas cortadas con la sierra cinta. .... 22                                   |
| 16 | Asiento de espumas flexibles de poliuretano de alta resiliencia..... 24          |
| 17 | Máquina de acondicionamiento de Probetas (temperatura, humedad)..... 24          |
| 18 | Ensayo de determinación de la densidad y dimensiones de la probeta. .... 25      |
| 19 | Dimensiones de la probeta..... 25  |
| 20 | Asiento de espumas flexibles de poliuretano tipo HM de alta resiliencia..... 27  |
| 21 | Probetas para el ensayo de deformación remanente por compresión. .... 27         |
| 22 | Dimensiones de la Probetas de deformación remanente por compresión. .... 28      |
| 23 | Máquina de acondicionamiento de Probetas (temperatura, humedad)..... 28          |
| 24 | Porta-probetas para comprimir las probetas. .... 29                              |
| 25 | Horno para ensayo de deformación por compresión acondicionado..... 29            |
| 26 | Asiento de vehículo fabricado de espuma de poliuretano ..... 31                  |
| 27 | Troquel de probetas de tracción y alargamiento a la rotura..... 31               |
| 28 | Dimensiones de la probeta para ensayo de tracción y alargamiento a la rotura32   |
| 29 | Máquina Universal, para el ensayo de tracción y alargamiento a la rotura..... 32 |
| 30 | Probetas de tracción y alargamiento a la rotura después del ensayo. .... 33      |
| 31 | Asiento de vehículo de espuma de poliuretano ..... 35                            |
| 32 | Troquel para el corte de las probetas ..... 35                                   |
| 33 | Probetas para el ensayo de resistencia al desgarre..... 36                       |
| 34 | Dimensiones de espuma de poliuretano para ensayo de resistencia..... 36          |
| 35 | Maquina universal, realización del ensayo de resistencia a la tracción..... 37   |
| 36 | Probetas de resistencia a la tracción después del ensayo..... 37                 |
| 37 | Asiento de vehículo fabricado de espuma de poliuretano ..... 39                  |
| 38 | Probetas para el ensayo de porosidad y dimensiones ..... 39                      |
| 39 | Máquina de acondicionamiento de Probetas (temperatura, humedad)..... 40          |

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 40 | Esquema del equipo de ensayo de porosidad .....                                 | 40  |
| 41 | Cámara o porta probetas .....   | 41  |
| 42 | Flujómetro vertical .....   | 41  |
| 43 | Manómetro analógico .....   | 42  |
| 44 | Equipo de ensayo de porosidad .....   | 42  |
| 45 | Lámina de espuma flexible de poliuretano .....                                  | 44  |
| 46 | Probetas para el ensayo de Inflamabilidad .....                                 | 44  |
| 47 | Dimensiones de espumas de poliuretano.....                                      | 45  |
| 48 | Máquina de acondicionamiento de Probetas (temperatura, humedad).....            | 45  |
| 49 | Equipo de inflamabilidad.....   | 46  |
| 50 | Probetas de espumas de poliuretano después del ensayo realizado.....            | 46  |
| 51 | Probetas para el ensayo de deformación remante por compresión.....              | 66  |
| 52 | Probetas después del ensayo de deformación remante por compresión.....          | 68  |
| 53 | Probetas para realizar el ensayo de determinación de la densidad aparente....   | 77  |
| 54 | Probetas en el ensayo de determinación de la densidad aparente.....             | 79  |
| 55 | Probetas para el ensayo de resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura | 88  |
| 56 | Probetas después del ensayo de resistencia a la tracción.....                   | 91  |
| 57 | Ensayo de tracción realizado en una probeta de espuma de poliuretano.....       | 91  |
| 58 | Probetas para realizar el ensayo de resistencia al desgarre.....                | 100 |
| 59 | Probetas para realizar el ensayo de resistencia al desgarre.....                | 102 |
| 60 | Probetas para realizar el ensayo de Porosidad.....                              | 111 |
| 61 | Probeta de espuma de poliuretano después del ensayo .....                       | 113 |
| 62 | Probetas para realizar el ensayo de Inflamabilidad .....                        | 122 |
| 63 | Probetas después del ensayo realizado. ....                                     | 124 |

## LISTA DE ABREVIACIONES

|             |   |
|-------------|---|
| <b>RTE</b>  | Reglamento Técnico Ecuatoriano.   |
| <b>ISO</b>  | Organización Internacional de Estandarización.                            |
| <b>INEN</b> | Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización.                          |
| <b>NTE</b>  | Norma Técnica Ecuatoriana.  |
| <b>TDI</b>  | Di-isocianato de Tolueno.   |
| <b>DDA</b>  | Determinación de la densidad aparente.                                    |
| <b>DTR</b>  | Determinación de la resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura. |
| <b>DRC</b>  | Determinación de la deformación remanente por compresión.                 |
| <b>DRD</b>  | Determinación de resistencia al desgarre.                                 |
| <b>DP</b>   | Determinación de porosidad.   |
| <b>DI</b>   | Determinación de inflamabilidad   |
| <b>PR</b>   | Procedimiento.  |
| <b>R</b>    | Registro.   |
| <b>S</b>    | Solicitud.  |
| <b>PL</b>   | Plan.   |
| <b>PM</b>   | Recepción de Materiales.  |
| <b>RA</b>   | Registro de Acondicionamiento.  |
| <b>PI</b>   | Preparación de Instrumentos.  |
| <b>RR</b>   | Registro de Resultados.   |
| <b>FM</b>   | Facultad de Mecánica.   |
| <b>001</b>  | Modelo.   |
| <b>01</b>   | Número de Registro.   |

## LISTA DE ANEXOS

- A** Norma NTE 2020. Plásticos. espumas flexibles de poliuretano. Métodos de ensayo.
- B** Norma NTE 2021. Plásticos. Espumas flexibles de poliuretano para usos generales. requisitos.
- C** Norma INEN – ISO 5999. Materiales Poliméricos Celulares Flexibles - Espuma de poliuretano para aplicaciones bajo carga excluyendo refuerzos de alfombra – Requisitos.
- D** Norma INEN – ISO 1856. Materiales poliméricos celulares flexibles. determinación de la deformación remanente por compresión.
- E** Norma INEN – ISO 845. Plásticos y cauchos celulares. determinación de la densidad aparente.
- F** Norma INEN – ISO 1798. Materiales poliméricos celulares flexibles. Determinación de la resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura.

## RESUMEN

Con el cambio de la matriz productiva que impulsa el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), las empresas locales de autopartes vienen experimentando un notable crecimiento frente a la demanda y la diversificación de su oferta al mercado, se hace imprescindible la aplicación de Normas técnicas que determinan las especificaciones que debe cumplir un producto. Con el afán de verificar el cumplimiento de las especificaciones establecidas para asientos de vehículos en las normas INEN 2020 e INEN –ISO 5999, se ha desarrollado las metodologías para evaluar la conformidad de las espuma de poliuretano, por lo cual se han escogido 7 ensayos representativos para la realización del presente trabajo de titulación, iniciando con un acercamiento con la empresa ESPROM la misma que fabrica asientos de vehículos con espuma flexible de poliuretano de tipo HM de alta resiliencia. Los ensayos se realizaron aplicando los procedimientos descritos en las normas, utilizando equipos existentes en los laboratorios de la Facultad de Mecánica y en otros laboratorios externos. Se prepararon probetas las cuales fueron acondicionadas según lo descrito en las normas, luego se realizó los ensayos de los cuales se obtuvieron resultados que fueron comparados con los valores y especificaciones descritos en la norma. De los resultados obtenidos concluimos, que las espumas flexibles de poliuretano de tipo HM de alta resiliencia producidas por la empresa ESPROM, son conformes, logrando demostrar que los asientos de fabricación nacional cumplen con los estándares respectivos alcanzando la seguridad y calidad en el producto.

PALABRAS CLAVE: < ESPUMAS DE POLIURETANO>, < NORMAS NTE INEN 2020>, <NORMAINEN-ISO 5999>, <ENSAYOS>, <RESILIENCIA>, <PROBETA>, <ESPECIFICACIONES>, <MATRIZ PRODUCTIVA>.

## ABSTRACT

With the change of productive matrix that pushes the Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), the local auto parts companies experiment a relevant growing face to the demand and the diversification of offer to the market, it is necessary the applying of technical norms that determine the specifications that must fulfil a product. With the desire for verifying the fulfilment of established specifications for car seats in INEN 2020 and INEN – ISO 5999 standards, the methodologies have been developed in order to evaluate the consistency of polyurethane foam, for which seven representative tests for the realization of current research degree work, starting with an approach with ESPROM company, the same that builds car seats with flexible foam of polyurethane type HM of high resilience. The tests were carried out applying the outlined procedures in the standards, using existent equipment in the labs of Mechanical Faculty and other external labs. The test tubes were conditioned according to the description of standards, then the tests were done from which obtained result that were compared with the values and specifications were described in the standards. From the obtained results it is concluded that the flexible foams of polyurethane type HM of high resilience produced by the ESPROM Company, are consistent, demonstrating that the car seats of national manufacturing, fulfil with the appropriate standards, reaching the safety and quality in the product.

KEY WODS: <POLYURETHANE FOAMS>, <INEN NTE STANDARDS 2020 >, <INEN – ISO STANDARDS 5999>, <TESTS>, <RESILIENCE>, <TEST TUBES>, <SPECIFICATIONS>, <PRODUCTIVE MATRIX>.

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN.

#### 1.1 Antecedentes.

Con el cambio de la matriz productiva que impulsa el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), las empresas locales de autopartes vienen experimentando un notable crecimiento que se evidencia en sus niveles de producción y en la diversificación de su oferta al mercado. Debido a la calidad de los productos que elaboran se hace imprescindible la aplicación de Normas técnicas que determinan los criterios de aceptación de un producto. Es importante lograr que los productos sean de mejor calidad esto implica la utilización de normas técnicas y reglamentos como soporte en los procesos de producción de autoparte como es el caso de los asientos de los vehículos.

En el Ecuador actualmente existe una gran demanda de producción de asientos de vehículos producidos con espumas de poliuretano, a su vez existen limitados lugares para la realización de ensayos a este tipo de espumas de poliuretano.

Teniendo en cuenta que el poliuretano es un plástico obtenido por la reacción de polioli e isocianato en la presencia de catalizadores y aditivos. Por esta razón el presente proyecto está enfocado a desarrollar metodologías de ensayos aplicadas a espumas de poliuretano utilizadas en la fabricación asientos de vehículos según lo establecido en la norma INEN NTE 2020 y INEN – ISO 5999, para de esta manera lograr establecer parámetros normalizados y obtener las características mecánicas que tienen estas espumas para garantizar su correcto funcionamiento y de tal manera aportar a la industria automotriz.

Es importante resaltar la participación de la academia en el logro de los objetivos y especialmente en el desarrollo de metodologías, para determinar la calidad con que se producen diferentes autopartes, en este caso los asientos de vehículos fabricados por la empresa ESPROM, con quienes conjuntamente se ha llevado acabo el presente estudio.

## **1.2 Justificación**

En el año 2016 el gobierno nacional aprobó la cuarta revisión del reglamento técnico RTE INEN 034 elementos mínimos de seguridad en el que se menciona lo siguiente: Los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los vehículos automotores que circulen en el territorio ecuatoriano, con la finalidad de proteger la vida e integridad de los pasajeros y ocupantes.

El crecimiento del parque automotor en nuestro país y la demanda del material de poliuretano en partes de vehículos tales como asientos y cabeceras hace necesario la aplicación de métodos de ensayos para espumas de poliuretano, de tal manera que se pueda asegurar las condiciones de confort y seguridad tal como lo establece el reglamento antes mencionado, y cumplir también con las especificaciones de las normas INEN 2020 e INEN – ISO 5999.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a través de la escuela de Ingeniería Automotriz, mediante el presente trabajo de titulación pretende desarrollar la metodología de ensayos aplicados a espumas de poliuretano utilizados en asientos de vehículos según la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2020 e INEN – ISO 5999 con ello generar competencia técnica en los estudiantes y por parte de la facultad brindar servicios a los fabricantes de asientos.

Por tal motivo, el uso de normas o reglamentos técnicos permitirá respaldar los métodos de ensayo para espumas de poliuretano y consecuentemente su posterior fabricación. Las normas tienen valor indicativo y de guía. Actualmente, su uso es cada vez mayor y hay un gran interés en seguir las normas vigentes, las cuales son voluntarias, aunque en algunos casos, la ley puede llegar a exigir que se aplique la norma en algún sector específico.

La selección y aplicación de la norma adecuada permitirá mejorar y respaldar los métodos de ensayos para las espumas de poliuretano.

En el presente proyecto, se propone desarrollar 7 de los 10 métodos de ensayos en espumas de poliuretano establecidos por la norma NTE 2020 ya que por falta de equipos

para ensayos, costos y tiempos los 3 ensayos restantes no serán realizados en el presente proyecto, quedando para estudios futuros.

Para lograr la realización de los métodos de ensayo se solicitó la colaboración de la empresa ESPROM, la cual nos colaboró con la materia prima que es la espuma flexible de poliuretano, de donde se obtuvieron las probetas para realizar los ensayos de: Determinación de la dimensiones, Deformación remanente por compresión, Densidad Aparente, Resistencia a la tracción, Resistencia al desgarre, Porosidad e Inflamabilidad.

Además se obtuvo la colaboración de la Escuela Politécnica Nacional para realizar los ensayos de resistencia a la tracción, alargamiento a la rotura y resistencia a la desgarre los mismos que fueron realizados en los laboratorios de nuevos materiales, logrando así determinar valores los cuales fueron comparados con los estipulados en las respectivas normas.

### **1.3 Objetivos.**

#### **1.3.1 *Objetivo General.***

- Desarrollar la metodología de ensayos aplicados a espumas de poliuretano utilizadas en asientos de vehículos según la norma NTE 2020.

#### **1.3.2 *Objetivos Específicos.***

- Identificar cuáles son los tipos de ensayos necesarios para espumas de poliuretano, aplicando la norma NTE INEN 2020 y complementar con la INEN – ISO 5999 para evaluar la calidad en la fabricación de asientos en los vehículos.
- Desarrollar 7 de los 10 ensayos mostrados en la norma INEN 2020, para evaluar las propiedades y características de las espumas de poliuretano de producción nacional.
- Desarrollar los métodos de ensayo descritos en las normas mencionadas tales como: Determinación de las mediciones en las probetas, Resistencia a la tracción, Deformación permanente a la compresión, Densidad, Resistencia al desgarre, Porosidad e Inflamabilidad.

- Generar e Implementar un sistema documental que aporte al desarrollo de los ensayos sobre espumas de poliuretano, para determinar los procedimientos establecidos por la norma, logrando facilitar la obtención de los resultados.
- Ejecutar la interacción entre la ESPOCH y la empresa ESPROM la misma que es fabricante de las espumas flexibles de poliuretano de tipo HM de alta resiliencia y contribuir de cierta manera para la determinación de las características del mencionado material.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Marco conceptual.

##### 2.1.1 *Ensayo Mecánico de Materiales.*

Los ensayos mecánicos de materiales, nos permiten conocer sus propiedades mecánicas: Tensión de Rotura, Límite Elástico, Alargamiento, Estricción, Dureza, Resistencia al Impacto, Capacidad de doblado, etc... y por tanto podemos clasificarlos atendiendo a las especificaciones normativas de cada uno. (ATISAE, 2016)

##### 2.1.2 *Espumas Poliuretano.*

Son aquellas que tienen una excelente resistencia mecánica y tenacidad, son resistentes a la abrasión, poseen buena resistencia química, baja conductividad térmica, tiene una elevada resistencia a eléctrica y muy resistentes a altas temperatura. (DIETRICH, 2005)

##### 2.1.3 *Ensayo de Materiales.*

Se denomina ensayo de materiales a toda prueba cuyo fin es determinar las propiedades mecánicas de un material. (ATISAE, 2016)

##### 2.1.4 *Evaluación.*

Es la determinación sistemática del mérito, el valor y el significado de algo o alguien en función de unos criterios respecto a un conjunto de normas. (PROMONEGOCIOS, 2010)

##### 2.1.5 *Norma.*

Se conoce como norma a la regla o un conjunto de estas, una ley, una pauta o un principio que se impone, se adoptan y se debe seguir para realizar correctamente una acción o también para guiar, dirigir o ajustar la conducta o el comportamiento de los individuos. (SIGNIFICADOS, 2015)

### **2.1.6 RTE.**

Reglamento Técnico Ecuatoriano. (NORMALIZACION, 2011)

### **2.1.7 Procedimiento.**

El procedimiento consiste en el seguimiento de una serie de pasos bien definidos que permitirán y facilitarán la realización de un trabajo de la manera más correcta y exitosa posible. (SIGNIFICADOS, 2015)

### **2.1.8 ISO.**

Organización Internacional de Estandarización. (ESTANDARIZACIONES, 2017)

### **2.1.9 INEN.**

Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización. (NORMALIZACION, 2017)

### **2.1.10 NTE.**

Norma Técnica Ecuatoriana. (NORMALIZACION, 2017)

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2020.**

En 1994 se aprueba la norma NTE INEN 2020 para plásticos. Espumas flexibles de poliuretano donde se establece los métodos de ensayo. El mismo año también se aprueba la norma NTE INEN 2021 donde nos indica cuales son los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse las espumas flexibles de poliuretano para usos generales.(NORMALIZACION, 2017)

### **2.2.2 Espuma de Poliuretano.**

La espuma de poliuretano es un material plástico poroso formado por una agregación de burbujas, conocido también por los nombre de gomaespuma en España o goma pluma en

algunos países sudamericanos. Se forma básicamente por la reacción química de dos compuestos, un polioliol y un isocianato, aunque su formulación necesita y admite múltiples variantes y aditivos. Dicha reacción libera dióxido de carbono, gas que va formando las burbujas. (WITTCOFF, 1985).

La espuma de poliuretano es también conocida como espuma, hule esponja, hule espuma, poliuretano flexible, poliuretano espumado, y esponja. (WITTCOFF, 1985)

### **2.2.3 Composición química del poliuretano.**

El poliuretano industrial es por lo general la mezcla de dos componentes o sistema bicomponente en una proporción estequiometría definida por el químico que diseña la fórmula a partir de la mezcla de un polioliol y un isocianato.

Los polioles son alcoholes con varios grupos hidroxilo. La fórmula química general es:  $C_nH_{2n+2}O_n$ . Los isocianatos son:  $(-N-C=O)$ . (INDUSTRIALES, 2006)

## **2.3 Clasificación de la espuma de poliuretano.**

Básicamente, y según el sistema de fabricación, se la puede dividir en dos tipos de espumas de poliuretano: (FLORY, 1982)

### **2.3.1 Espumas en caliente:**

Son las espumas que liberan calor durante su reacción, fabricadas en piezas de gran tamaño, destinadas a ser cortadas posteriormente. Se fabrican en un proceso continuo, mediante un dispositivo llamado espumadora, que básicamente es la unión de varias máquinas, de las cuales la primera es un mezclador, que aporta y mezcla los diferentes compuestos de la composición; la segunda es un sistema de cintas sin fin, que arrastra la espuma durante su crecimiento, (FLORY, 1982).

### **2.3.2 Espumas en frío.**

Son aquellas que apenas liberan calor en la reacción, se utilizan para crear piezas a partir de moldes; como rellenos de otros artículos; como aislantes, etc. Se fabrican mediante una espumadora sencilla, que consiste en un dispositivo mezclador. Normalmente suelen

ser de mayor calidad y duración que las espumas en caliente, aunque su costo es bastante mayor. (FLORY, 1982)

Otro criterio para clasificar a las espumas es su densidad. La densidad normalmente se expresa en libras por pié cubico (pcf) o kilogramos por metro cúbico 3 kg m. La densidad es fundamental porque el poliuretano flexible está formado por material y espacios vacíos, entonces se tiene de dos tipos: (ECUAPOLIURETANOS, 2015).

**2.3.3** *Poliuretanos flexibles.* Su principal característica es que son de celdas abiertas y de baja densidad. (ECUAPOLIURETANOS, 2015)

Figura 1. Espuma de Poliuretano Flexible



**Fuente:** Autores

**2.3.4** *Poliuretanos rígidos.* Son de alta densidad, utilizados como aislantes térmicos. (ECUAPOLIURETANOS, 2015)

Figura 2. Espuma de Poliuretano Rígido



**Fuente:** (ECUAPOLIURETANOS, 2015)

## **2.4 Características y usos de la espuma de poliuretano.**

La espuma de poliuretano es un material muy versátil ya que, según los aditivos y los sistemas de fabricación utilizados, se pueden conseguir características muy distintas y espumas destinadas a usos muy diferentes. Desde los bien conocidos bloques de espuma elástica para los colchones hasta espumas casi rígidas para juguetería, automoción o calzados. (QUIMINET, 2006)

Para comparar las distintas espumas se suele utilizar mucho la densidad, pero solo sirve como elemento comparativo cuando se habla de espumas con la misma composición, ya que distintas fórmulas dan características diferentes. En unas espumas se busca la mayor duración posible, en otras el precio más económico, en otras la transpirabilidad, la capacidad aislante, la facilidad de perfilar o dar forma, la ligereza, etc. (QUIMINET, 2006)

Las principales características de las espumas de poliuretano son:

- Aislamiento térmico.
- Resistencia al envejecimiento.
- Resistencia a la compresión y tracción.
- Resistencia a la temperatura.
- Actúa como capa distribuidora de cargas.
- Adherencia a todo tipo de materiales.
- Ahorro de espacio.
- Auto extingible.
- Constante dieléctrica muy baja.
- Estable dimensionalmente.
- Impermeabilidad avanzada.
- Peso ligero.
- Resistencia a los agentes químicos y ácidos.
- Resistencia a las sacudidas y a las vibraciones. (QUIMINET, 2006)

### **2.4.1 Aislamiento térmico.**

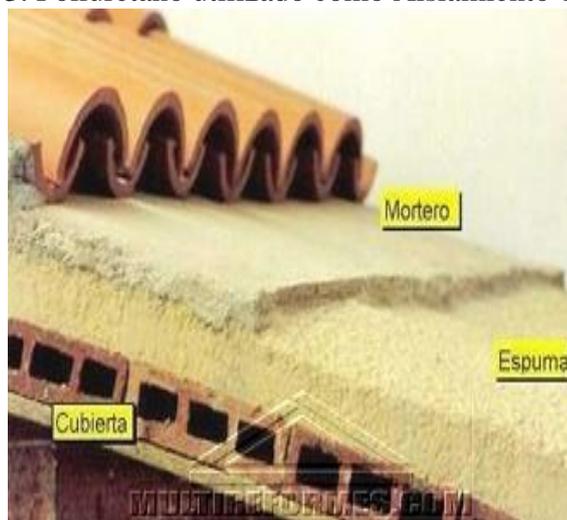
El funcionamiento de la espuma de poliuretano como aislante térmico es diferente al de otros materiales. Los materiales aislantes actúan generalmente como tales, por tener aire

inmovilizado en su estructura celular, ya sea de celda abierta o cerrada. En general, los materiales aislantes tienden a alcanzar el teórico del aire inmóvil, cuyo valor es igual a: (POLIURETANO, 2016)

El poliuretano por el contrario, tiene almacenado en el interior diminutas celdas de gas cuyo coeficiente de transmisión es igual a 0.0079, es decir, una parte del coeficiente. (POLIURETANO, 2016)

Esto sitúa a los poliuretanos como aislantes mucho más efectivos que los demás materiales celulares. Así el poliuretano recién expandido, alcance valores de transmisión térmica de: 0.012 / 0.014. Con el tiempo, debido a la pérdida parcial del gas retenido, se llega a valores de 0.016 y en la práctica, puede utilizarse con seguridad el valor de: (POLIURETANO, 2016)

Figura 3. Poliuretano utilizado como Aislamiento Térmico.



Fuente: (POLIURETANO, 2016)

#### 2.4.2 Resistencia al envejecimiento.

La explicación física de este fenómeno está en que al principio (los primeros días), se pierde algo de gas, pero a partir de los 50 – 60 días se establece prácticamente el equilibrio, favorecido por el hecho de que las celdillas del poliuretano son impermeables al agua y este, por su peso molecular, tiene tendencia a difundirse. El poliuretano resiste perfectamente el tiempo y no está sometido a procesos de envejecimiento acelerado, habiendo como resultado una resistencia magnífica, así como una constante de sus propiedades aislantes. (POLIURETANO, 2016)

## **2.5 Propiedades mecánicas.**

### **2.5.1 Resistencia a la compresión.**

La resistencia a la compresión del poliuretano es en función de la densidad. La densidad estándar de la espuma de poliuretano es de 30-35 Kg / m<sup>3</sup>, se puede tomar un valor de resistencia a la compresión 2 Kg /cm<sup>2</sup>. (CONSTRUCCIONES, 2013)

### **2.5.2 Resistencia a la tracción.**

El poliuretano tiene una región elástica en la que cumple la ley de Hooke, según la cual la deformación es proporcional a la presión. En esta zona, la espuma recupera integralmente su tamaño inicial. Más allá de este límite que alcanza de 5 % a un 10%, tiene lugar una rotura de la estructura celular. La deformación es irregular y puede tener lugar sin aumento del esfuerzo aplicado. (MATERIALES, 2014).

### **2.5.3 Resistencia a la temperatura.**

La espuma de poliuretano puede utilizarse en una gama de temperaturas desde – 200 °C hasta 100°C. Encima de los 100°C el material tiende a sufrir ligera deformación que no altera sustancialmente sus cualidades de material aislante, pero no aconsejan en este rango. Puede utilizarse perfectamente hasta 100°C. (CONSTRUMÁTICA, 2016)

### **2.5.4 Resistencia al fuego.**

Los sistemas de poliuretano para aislamiento, pueden contener, si así se requiere, aditivos que les confieran la clasificación de auto extinguido. (CONSTRUMÁTICA, 2016)

### **2.5.5 Resistencia a la absorción al agua.**

La espuma de poliuretano es impermeable al agua; resiste perfectamente el agua de mar y puede utilizarse para flotadores. Unas probetas de poliuretano sumergidas en agua de mar, dieron al cabo de 24 horas de inmersión, una penetración de 0.021 g / cm<sup>2</sup>. (CONSTRUMÁTICA, 2016)

Esta penetración es un fenómeno que se presenta solo en la superficie. El interior de la espuma no es accesible en ningún caso al agua en estado líquido. (CONSTRUMÁTICA, 2016)

#### **2.5.6 *Transmisión del vapor de agua.***

Más importancia tiene la posibilidad de penetración del vapor de agua en el interior del material, en los casos de existir un gradiente de temperatura y con él, diferencia de presión parcial entre la parte exterior e interior del poliuretano, caso clásico de las cámaras frigoríficas en que la temperatura exterior es elevada y la interior puede ser negativo. En este caso es factible la penetración del vapor de agua en el interior del material aislante (CONSTRUMÁTICA, 2016)

#### **2.5.7 *Resistencia a micro-organismos.***

El poliuretano tiene excelente resistencia a los micro-organismos.

#### **2.5.8 *Propiedades acústicas.***

La espuma de poliuretano, no es un absorbente acústico ideal, debido a que presenta una superficie limitada y un material ligero. Es decir, que no puede en este caso, actuar como absorbente poroso ni como absorbente elástico de masa. No obstante, puede utilizarse combinado con otros materiales para reducir la transmisión de sonidos. (POLIURETANO, 2016)

**Figura 4.** Poliuretano utilizado en propiedades acústicas.



**Fuente:** (POLIURETANO, 2016)

## 2.6 Aplicaciones de la espuma de poliuretano.

Por ser un material muy versátil, y fácil de utilizar se utiliza en diferentes áreas pero las más importantes son: (POLIURETANO, 2016)

### 2.6.1 Asientos de vehículos.

Por ser un material fácil de utilizar y gran densidad se lo puede aplicar en la construcción de asientos para el sector automotriz, los cuales tienen una gran resistencia ante el uso diario de los mismos.

**Figura 5.** Asiento de vehículo



**Fuente:** Autores

## 2.7 Tipos de Espumas de Poliuretano.

La fabricación de espuma de poliuretano se puede llevar a cabo de forma continua para producir laminados continuos o en bloques, o de manera discontinua, para producir artículos moldeados o bloques de subida libre. (INSUMOS, 2008)

En términos cuantitativos hay tres tipos de espuma principales:

- Espumas de poliuretano flexibles de baja densidad.
- Espumas de poliuretano rígidas de baja densidad.
- Espumas de poliuretanos flexibles de alta densidad, conocidos comúnmente como elastómeros micro celulares y espumas de piel integral. (INSUMOS, 2008)

**Figura 6.** Espuma de poliuretano flexible de baja densidad.



**Fuente:** (INSUMOS, 2008)

### **2.7.1** *Espumas de poliuretano flexibles de baja densidad.*

Tienen densidades en el rango de 10 a 80 kg/m<sup>3</sup>, hechas de polímero ligeramente reticulado con estructura de celda abierta. No hay barreras entre las células adyacentes, lo que resulta en una trayectoria continua en la espuma de poliuretano, permitiendo que el aire fluya a través de la espuma. (INSUMOS, 2008)

### **2.7.2** *Espumas de poliuretano rígidas de baja densidad.*

Son polímeros altamente reticulados con una estructura de celdas esencialmente cerradas y un intervalo de densidad de 28 a 50 kg/m<sup>3</sup>. Las células individuales de la espuma están aisladas unas de otras por paredes delgadas de polímero, que detienen de forma efectiva el flujo de gas a través de la espuma de poliuretano. Estos materiales ofrecen una buena resistencia estructural en relación con su peso, en combinación con excelentes propiedades de aislamiento térmico. (INSUMOS, 2008)

### **2.7.3** *Espumas de poliuretanos flexibles de alta densidad.*

Se definen como aquellas que tienen densidades por encima de 100 kg/m<sup>3</sup>. Los sistemas de espuma de poliuretano con piel integral se utilizan para hacer piezas moldeadas que tienen un núcleo celular y una piel decorativa relativamente densa. (INSUMOS, 2008)

## 2.8 Ensayo de tracción.

El ensayo de tracción es uno de los más importantes para determinar las propiedades mecánicas de los materiales. El ensayo consiste en someter una pieza de forma cilíndrica o prismática de dimensiones normalizadas (estándar) a un esfuerzo de tracción continuo (tendencia a estirar el material). Esta pieza se llama probeta. (MATERIALES, 2014).

**Figura 7.** Maquina universal, Ensayo de tracción



**Fuente:** (EASTGROUP, 2010)

En el ensayo de tracción se determinan las principales propiedades mecánicas de materiales de moldeo. Generalmente, los valores característicos se utilizan para fines comparativos. Dichos valores característicos son:

- Tensión de tracción: Fuerza referida a la sección inicial de la probeta
- Deformación: Variación de la longitud de medición referida a Longitud inicial.
- Módulo de tracción: Gradiente de la curva en el diagrama de tensión-deformación.
- Punto de fluencia: Tensión y deformación en el punto de la curva donde el gradiente es cero.
- Punto de rotura: Tensión y deformación en el momento de rotura de la probeta.
- Coeficiente de Poisson: relación negativa de deformación transversal respecto a deformación longitudinal. (MATERIALES, 2014)

En el ensayo de tracción estandarizado se representan los resultados relativos a una velocidad de extracción definida en el cuerpo de la probeta. Sin embargo, en un componente o una estructura en uso las cargas aplicadas pueden situarse en un rango muy amplio de la velocidad de deformación. Debido a las propiedades viscoelástica de los polímeros, a diferentes velocidades de deformación, generalmente, resultan unas

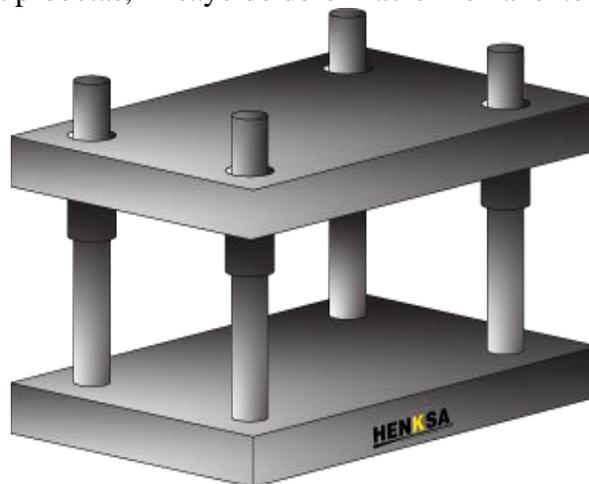
propiedades mecánicas distintas que las medidas en una probeta estandarizada. (ZWICK/ROELL, 2016).

## 2.9 Ensayo de Deformación Remanente por compresión.

La deformación se define como el cambio de forma de un cuerpo, el cual se debe al esfuerzo, al cambio térmico, al cambio de humedad o a otras causas. En conjunción con el esfuerzo directo, la deformación se supone como un cambio lineal y se mide en unidades de longitud. En los ensayos de torsión se acostumbra medir la deformación cómo un ángulo de torsión (en ocasiones llamados destrucción) entre dos secciones especificadas. (CONSTRUCCIONES, 2013)

La resistencia a la compresión es el máximo esfuerzo de compresión que un material es capaz de desarrollar, el valor obtenido para la resistencia a la compresión es un valor arbitrario que depende del grado de distorsión considerado como falla efectiva del material. Se muestran diagramas característicos de esfuerzo y deformación para materiales dúctiles y no dúctiles en compresión. (CONSTRUCCIONES, 2013).

**Figura 8.** Porta probetas, Ensayo de deformación remanente por compresión.



**Fuente:** (S.A, 2015)

## 2.10 Ensayo de resistencia al desgarre.

Mediante este ensayo se determina la resistencia al desgarre y mide la fuerza necesaria para rasgar una probeta de espuma con unas medidas perfectamente definidas en la norma. Se deben ensayar tres probetas, pero pueden ser necesarias probetas adicionales

si los resultados son muy dispares, es muy importante dejar transcurrir 72 horas desde su fabricación y que las condiciones climáticas sean las apropiadas. (MACLA, 2009)

El resultado se expresa en Newton por metro (N/m).Esta propiedad es importante en aquellos casos en los que la espuma se aplica sobre otros soportes, (por ejemplo madera), por medio de clavos, grapas, etc. (MACLA, 2009).

**Figura 9.** Ensayo de resistencia al desgarre.



**Fuente:** (EASTGROUP, 2010)

### **2.11 Ensayo de determinación de la densidad.**

La densidad se define como el peso por unidad de volumen de la espuma. Se expresa en  $\text{Kg}/\text{m}^3$ , es un factor indicativo de la calidad de la espuma. Se puede decir que a mayor densidad, mejor comportamiento de la espuma. El ensayo consiste en cortar una pieza de espuma de unas dimensiones establecidas y pesarlo en una balanza. (MACLA, 2009)

**Figura 10.** Ensayo de determinación de la densidad.



**Fuente:** (Madrid, 2012)

## **2.12 Ensayo de determinación de la porosidad de espumas de poliuretano flexibles.**

Propiedad por la cual todos los cuerpos poseen en el interior de su masa ya que ningún cuerpo es compacto, tienen espacios que se llaman poros o espacios intermoleculares. (PROPIEDADES, 2011)

Para poder realizar este ensayo, se basa en un equipo para calcular la resistencia que pone la espuma de poliuretano a que el aire atraviese, esta resistencia está directamente relacionada con la porosidad de la espuma, ya que cuanto mayor sea la porosidad en la espuma, mayor será la resistencia a que el aire atraviese; ahora este proceso debe estar regido bajo varios parámetros que se deben seguir para lograr un ensayo según la normas NTE INEN 2021 y NTE INEN 2020. (OREGO, 2016).

Para primera instancia el aire debe circular a la presión constante por el sistema, sin fugas ni pérdida determinado por la norma NTE INEN 2020, la cual será de 125 Pa, se toman las lecturas en el flujometro este instrumento medirá el volumen de aire que atraviesa a la probeta por segundos. (OREGO, 2016).

**Figura 11.** Equipo de ensayo para porosidad



**Fuente:** Autores

## **2.13 Ensayo de determinación de inflamabilidad de espumas de poliuretano flexibles.**

Capacidad de iniciar la combustión provocada por la elevación local de la temperatura, este fenómeno se transforma en combustión propiamente tal cuando se alcanza la

temperatura de inflamación. Conocer la reacción al fuego de un material permite prever su comportamiento ante un incendio: cómo se iniciará, evolucionará y se propagará la combustión de este producto. (LABORATORIES, 2013)

Para evaluar la reacción al fuego de materiales y clasificarlos según sus prestaciones, se deben determinar sus niveles de inflamabilidad, combustibilidad, toxicidad del humo y calor de combustión, entre otros. Los fabricantes de productos expuestos a posibles incendios deben desarrollar materiales menos vulnerables al fuego para garantizar la seguridad de sus aplicaciones en medios de transporte, (LABORATORIES, 2013)

En nuestro caso se tiene por objeto determinar la velocidad de combustión de los materiales utilizados en la fabricación de los asientos de vehículos, cuya aplicación va orientada a cumplir con los requisitos establecidos en el plan nacional de homologación vehicular. (PADILLA PORRAS, 2013)

La norma ISO 3795 especifica un método para determinar la velocidad de combustión horizontal de los materiales utilizados en el compartimento de ocupantes de los vehículos de carretera (por ejemplo, automóviles de pasajeros, camiones / camionetas, vagonetas) y de tractores y maquinaria agrícola y forestal después de Exposición a una pequeña llama. (ESTANDARIZACION, 1985)

**Figura 12.** Equipo de ensayo para porosidad



**Fuente:** (DIRECTINDUSTRY, 2015)

## CAPÍTULO III

### 3. MÉTODOS Y TÉCNICAS.

Para los procedimientos de ensayos se deberá seguir una serie de pasos, recomendaciones y requisitos prescritos en la NORMA INEN 2020, NORMA INEN – ISO 5999, tomando en cuenta la forma y dimensiones mínimas de las muestra, su espesor, etc.

En la realización de las probetas de cada uno de los ensayos se efectuaron los cortes mediante troqueles para obtener la exactitud en las medidas de dichas probetas.

Obtenidas las probetas se realizó cada uno de los ensayos según lo estipulado en cada norma correspondiente siguiendo así los procedimientos correspondientes, como son los de utilizar las maquinas adecuadas con los parámetros que nos dice dicha norma, de igual forma cumpliendo con el acondicionamiento en cada una de las probetas antes de realizar el ensayo , utilizando las herramientas de medición adecuadas las cuales nos ayudó a obtener mediciones tanto al inicio como al final de dichos ensayos, material, etc.

Las técnicas utilizadas en cada ensayo a realizar son netamente las descritas en las normas correspondientes y aplicadas de la misma manera que se indica en las mismas, para de esta forma lograr determinar de manera precisa los resultados obtenidos después de realizar cada ensayo y lograr decretar si el material ensayado cumple con los parámetros que la norma requiere.

Para la ejecución de cada uno de los ensayos se ha realizado el desarrollo de flujogramas en los cuales nos describe los pasos a seguir para de dicha manera realizar el ensayo correspondiente tal como se los describe en su respectiva norma, logrando así cumplir con lo establecido en la misma.

Para la obtención de los parámetros de cada una de las muestra se ha visto la necesidad de realizar hojas de verificación con el propósito de constatar el cumplimiento de las normas mencionadas anteriormente y de dicha forma obtener parámetros de medición con los ensayos ya realizado para luego ser utilizados en los cálculos los cuales nos darán los resultados finales y con ello poder concluir si dichos resultados cumplen o no con cada norma respectiva.

### 3.1 Ensayo para determinar las dimensiones según las normas NTE INEN 2020, NTE INEN ISO 5999, ISO 3795.

Para iniciar el procedimiento se solicitó a la empresa ESPROM muestras de asientos de vehículos fabricados con espumas flexibles de poliuretano clase V y de tipo HM de alta resiliencia, de dicho material se tendrá que realizar los debidos cortes para de lograr obtener las respectivas probetas a las medidas descritas en las normas mencionadas.

**Figura 13.** Asiento de espumas flexibles de poliuretano de alta resiliencia



**Fuente:** Autores.

Para realizar los cortes en el respectivo al asiento, se sometió la espuma flexible de poliuretano a una máquina de corte llamada sierra cinta la cual es regulable a las medidas deseadas por el usuario de la mismas y de tal manera se puede lograr cortes con precisión y con las medidas establecidas en las mencionadas normas.

**Figura 14.** Sierra para realizar los cortes en la espuma flexibles de poliuretano.



**Fuente:** Autores

Después de realizar los respectivos cortes en la sierra cinta se obtuvieron las probetas en manera general para luego, dependiendo del ensayo que se va a ejecutar debemos cortar las probetas a la medida estipulada en la respectiva norma para lo que utilizaremos instrumentos como estilete y troqueles según convenga y obtener las probetas necesarias para cada uno de los ensayos descritos.

**Figura 15.** Probetas cortadas con la sierra cinta.



**Fuente:** Autores

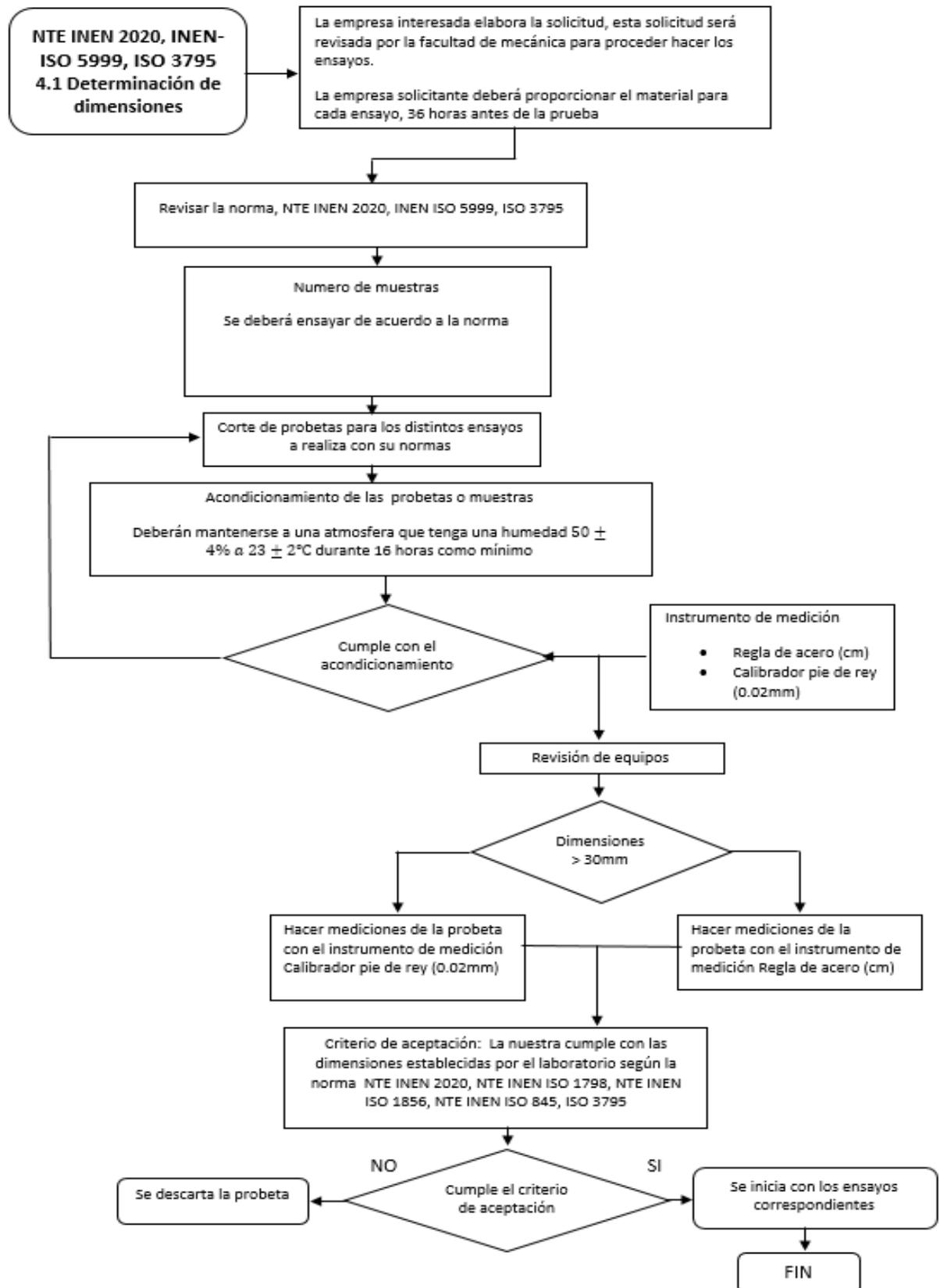
Las probetas deberán estar libres de despellejaduras, con sus respectivas dimensiones dependiendo al ensayo y su norma, luego se verificarán los instrumentos de medición descritos en la misma tales como: regla de acero (cm), calibrador pie de rey (0.02mm), en caso de no cumplir con lo establecido se deberá realizar nuevamente el acondicionamiento de los mismos.

Una vez hecha la revisión de equipos se empezará a tomar las dimensiones teniendo en cuenta que el equipo de medición se debe utilizar como lo establece las respectivas normas y sus dimensiones serán tomadas de acuerdo a la solicitud de cada ensayo.

- Para dimensiones menores a 30 mm, utilizar el calibrador pie de rey (0.02mm)
- Para dimensiones mayores a 30 mm, utilizar regla de acero (cm)

Por último si cumple con el criterio de aceptación donde nos dice que las probetas cumplen con las dimensiones establecidas por el técnico según las normas NTE INEN 2020, NTE INEN ISO 1798, NTE INEN ISO 1856, NTE INEN ISO 845 dependiendo el ensayo a realizar, en caso que no se cumplan las dimensiones establecidas en cada una de las normas se descartará la probeta.

### 3.2 Flujograma de la determinación de las dimensiones según INEN 2020, INEN-ISO 5999, ISO 3795



### 3.3 Ensayo para determinar la densidad aparente según la norma NTE INEN ISO 845.

Para iniciar el ensayo para determinar la densidad aparente se solicitó a la empresa ESPROM muestras de asientos de vehículos fabricados con espumas flexibles de poliuretano tipo HM de alta resiliencia, del cual se obtendrá las probetas con las medidas indicadas en la mencionada norma.

**Figura 16.** Asiento de espumas flexibles de poliuretano de alta resiliencia



**Fuente:** (ESPROM, 2015)

Se obtendrá como mínimo 5 probetas como lo indica la norma NTE INEN ISO 845, Después las probetas entraran a una máquina de acondicionamiento a una humedad de  $50\pm 4\%$  a  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 16 horas como mínimo, si se cumple el acondicionamiento se pasara a la revisión de equipos como son el calibrador pie de rey (0.02mm) y la balanza electrónica (0.01g).

**Figura 17.** Máquina de acondicionamiento de Probetas (temperatura, humedad)



**Fuente:** Laboratorio Facultad de Mecánica.

Una vez hecha la revisión de equipos se empezara con la medición de las dimensiones en milímetros de las probetas, para mayor precisión se realizará 3 mediciones como mínimo, para luego pasar al cálculo del volumen y peso de cada probeta.

Para encontrar la densidad de la probeta se usa la siguiente ecuación  $\rho = \frac{m}{V} * 10^6$  (1)

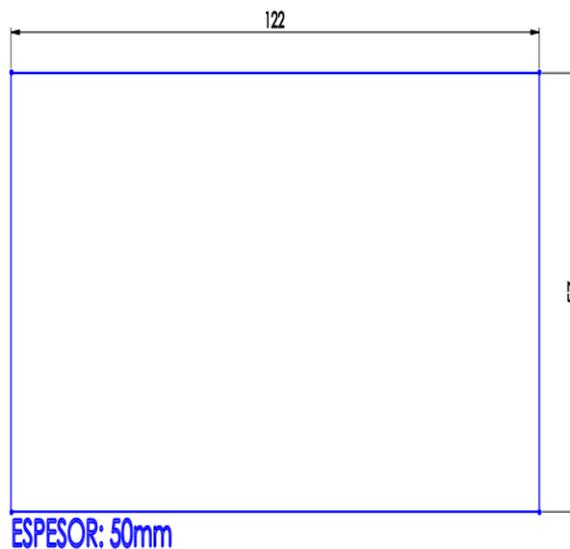
Por ultimo si cumple con lo indicado, que la probeta debe tener como mínimo 100 centímetros cúbicos y debe ser fácilmente calculable se procederá hacer el informe de resultados.

**Figura 18.** Ensayo de determinación de la densidad y dimensiones de la probeta.



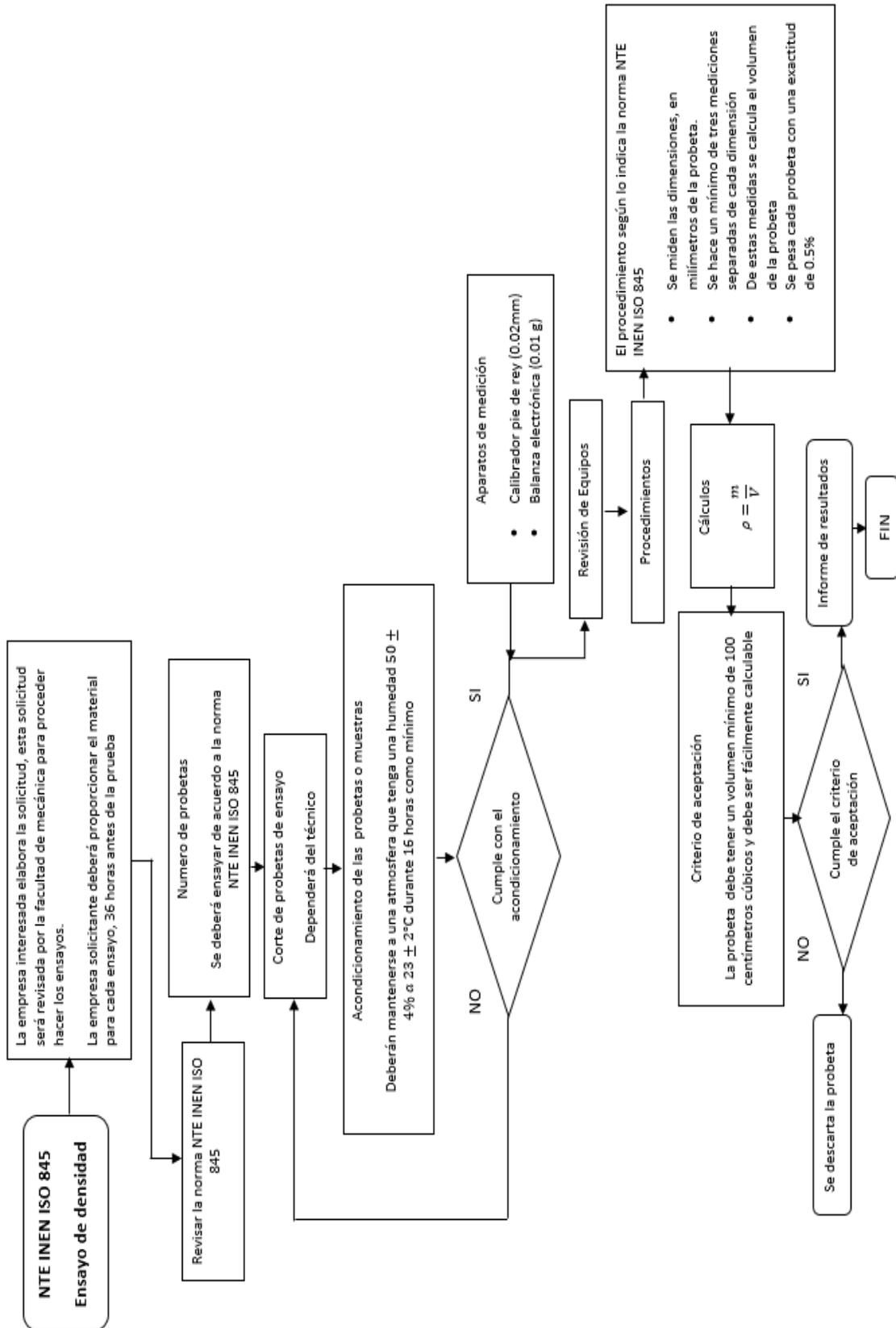
**Fuente:** Autores.

**Figura 19.** Dimensiones de la probeta.



**Fuente:** Autores.

### 3.4 Flujograma del procedimiento para determinar la densidad según la norma INEN – ISO 845.



### 3.5 Ensayo de deformación remanente por compresión según INEN - ISO 1856.

El siguiente ensayo se lo va a realizar de acuerdo a lo establecido en las normas INEN - ISO 5999 e INEN – ISO 1856, el material que se utilizara en el ensayo son espumas flexibles de poliuretano tipo HM de alta resiliencia, para lo cual se solicitó a la empresa ESPROM muestras de asientos de vehículos.

**Figura 20.** Asiento de espumas flexibles de poliuretano tipo HM de alta resiliencia



**Fuente:** (ESPROM, 2015)

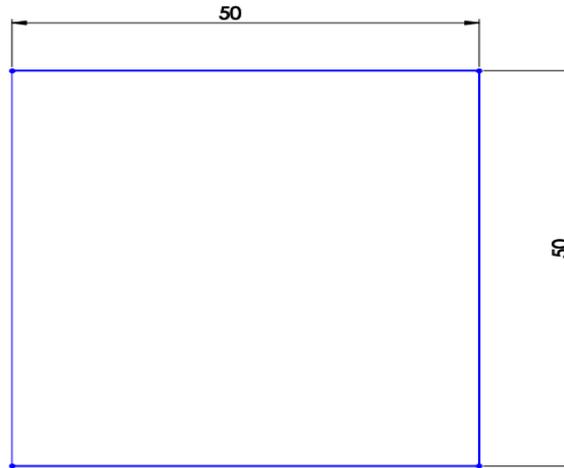
Como una de las observaciones tenemos que de una de las muestras (plancha) de 25 mm de espesor, cortar indistintamente utilizando al troquel tres muestras de ensayo de forma rectangular, cada una con dimensiones de 50 mm x 50 mm x 25 mm. Para determinar las dimensiones, proceder de acuerdo al numeral 6.1 de esta norma.

**Figura 21.** Probetas para el ensayo de deformación remanente por compresión.



**Fuente:** Autores

**Figura 22. Dimensiones** de la Probetas de deformación remanente por compresión.



**ESPESOR: 25mm**

**Fuente:** Autores

Antes de realizar los ensayos respectivos revisar lo establecido en la norma en lo concerniente al acondicionamiento de las probetas, lo cual nos dice que antes del ensayo las probetas deben acondicionarse durante, al menos, 16 horas en una atmosfera de  $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$  y  $(50\pm 4)\%$  de humedad relativa, para poder realizar los ensayos requeridos, en el análisis de las espumas flexibles de poliuretano en los asientos de los vehículos.

**Figura 23. Máquina de acondicionamiento de Probetas (temperatura, humedad)**



**Fuente:** Laboratorio de la Facultad de Mecánica.

Terminado el tiempo estipulado se procede a sacar las probetas de la máquina de acondicionamiento para luego comprimir las con unas platinas, las mismas que estas fabricadas con las medidas reglamentarias como lo indica la norma.

**Figura 24.** Porta-probetas para comprimir las probetas.



**Fuente:** Autores.

Cuando ya se haya comprimido las probetas se debe esperar 15 min para luego ingresarlas al horno, el cual debe estar acondicionado a una temperatura estable de 70 °C por un tiempo máximo de 22 horas, para lograr que este horno se mantenga a la temperatura mencionada se le ha instalado una termo-cupla la cual funciona como sensor de temperatura y además se le adiciono un controlador de tiempo tipo reloj digital para controlar las horas transcurridas.

**Figura 25.** Horno para ensayo de deformación remanente por compresión acondicionado



**Fuente:** Autores.

La deformación permanente a la compresión expresada en porcentaje, se determina aplicando la ecuación siguiente: 
$$D = \frac{t_o - t_c}{t_o} \times 100 \quad (2)$$

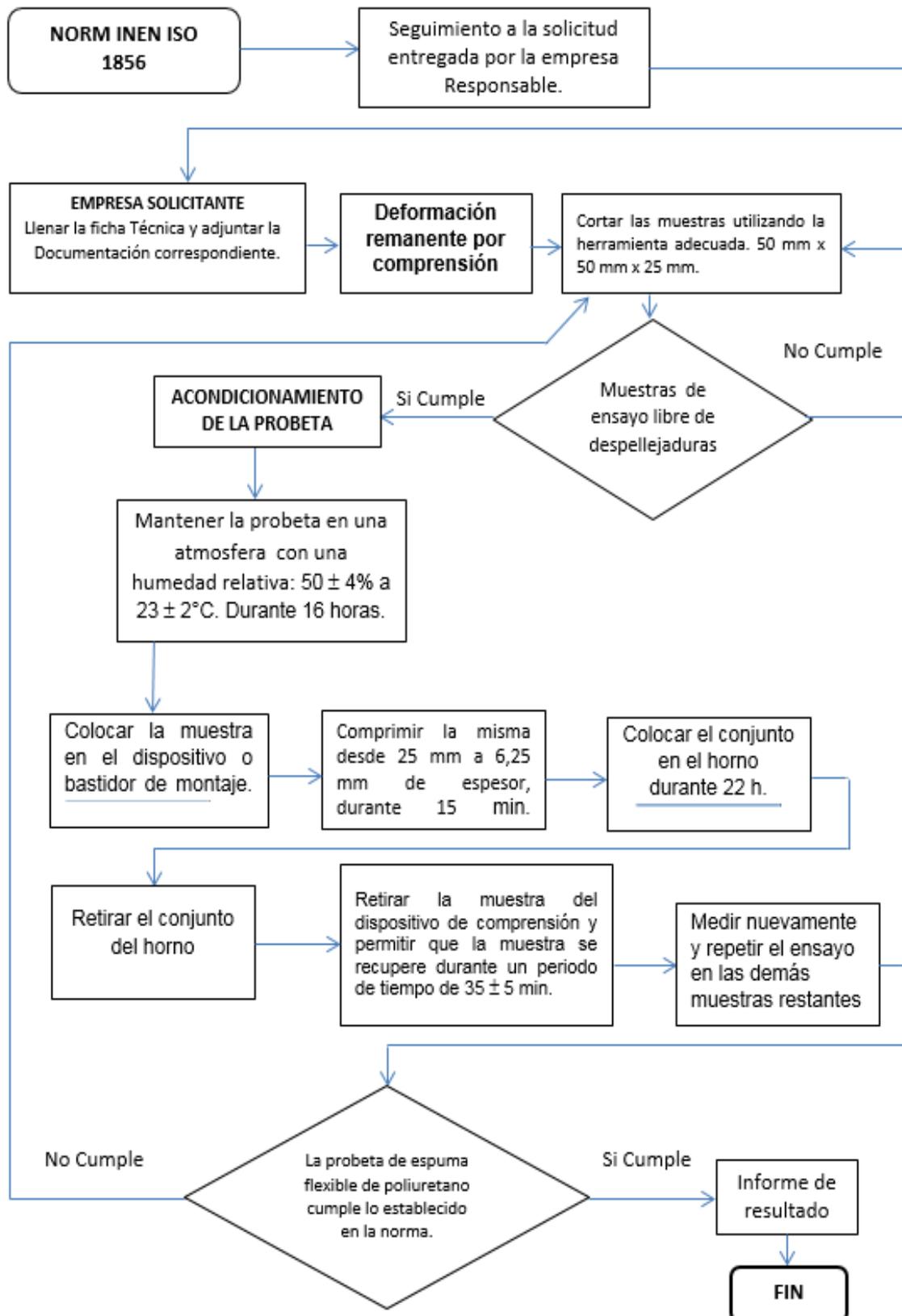
En donde:

D = Porcentaje de deformación remanente por compresión, %

t<sub>o</sub> = Espesor original (antes del ensayo)de la probeta de ensayo, en mm.

t<sub>c</sub> = Espesor final (después del ensayo) de la probeta de ensayo, en mm.

**3.6 Flujograma del procedimiento de deformación permanente a la compresión según INEN – ISO 1856.**



### 3.7 Ensayo para determinar la resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según INEN – ISO 1798.

En la realización del ensayo de resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura, se realizó un pedido con la empresa ESPROM la misma que produce espumas flexibles de poliuretano; facilitándonos dos asientos de automóviles para poder realizar las probetas del ensayo mencionado.

**Figura 26.** Asiento de vehículo fabricado de espuma de poliuretano



**Fuente:** Autores

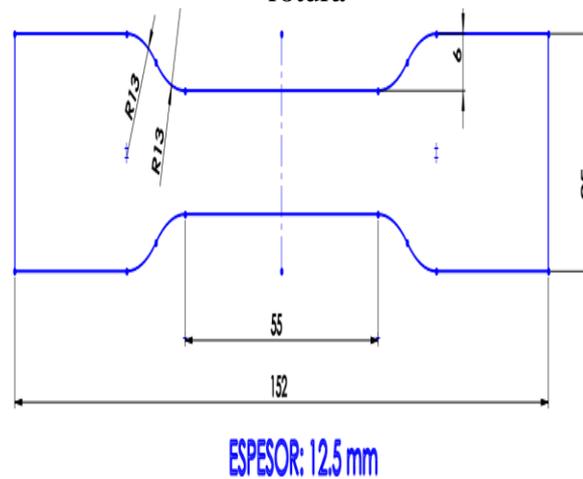
Una vez obtenido el material a ensayar se procedió al corte de las probetas de acuerdo al estipulado en la norma ISO INEN 1798, para lograr los cortes sin despellejaduras, ni desgarres y con las dimensiones correctas en las probetas se utilizó una cierra cinta para el corte del espesor de 12.5 mm y un troquel con las dimensiones de 152 mm x 25 mm. Para darle la forma a la probeta indicado en la norma ISO-INEN 1798.

**Figura 27.** Troquel de probetas de tracción y alargamiento a la rotura.



**Fuente:** Autores

**Figura 28.** Dimensiones de la probeta para ensayo de tracción y alargamiento a la rotura



**Fuente:** Autores

Una vez obtenidas las probetas se realizara el ensayo de tracción y alargamiento a la rotura en la Politécnica Nacional de Quito en los laboratorios de Nuevos Materiales de la Facultad de Mecánica, por motivo que la ESPOCH actualmente no tiene a disposición en sus laboratorios una maquina universal con las especificaciones que son necesarias para la realización del ensayo; capacidad máxima de 25kN con una precisión de 0.01 N; dicho ensayo se realizó a las 5 probetas siguiendo los pasos indicados en la norma ISO-INEN 1798 con sus respectivo acondicionamiento para cada probeta.

**Figura 29.** Máquina Universal, para el ensayo de tracción y alargamiento a la rotura



**Fuente:** Laboratorio de Materiales de la Facultad de Mecanica de la Politecnica Nacional-Quito.

**Figura 30.** Probetas de tracción y alargamiento a la rotura después del ensayo.



**Fuente:** Autores

Una vez realizado el ensayo, se obtendrá la fuerza máxima aplicada al momento de tracción de la probeta, con este valor aplicando la siguiente ecuación se calculará la tracción dada en  $N/mm^2$ , para ser comparada con la norma ISO-INEN 5999 donde nos establece el valor que debe tener el material a ensayar, este procedimiento se deberá repetir para las 5 probetas.

$$R = \frac{F}{A} \quad (3)$$

**En donde:**

R = Resistencia a la tracción, expresada en KPa.

F = Fuerza máxima aplicada, expresada en Newton.

A = Área promedio de la sección transversal, expresada en  $mm^2$

Para encontrar el porcentaje de alargamiento a la rotura de la probeta se deberá aplicar la siguiente ecuación, para luego ser comparado con los valores de la norma ISO-INEN 5999

$$\%A = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100 \quad (4)$$

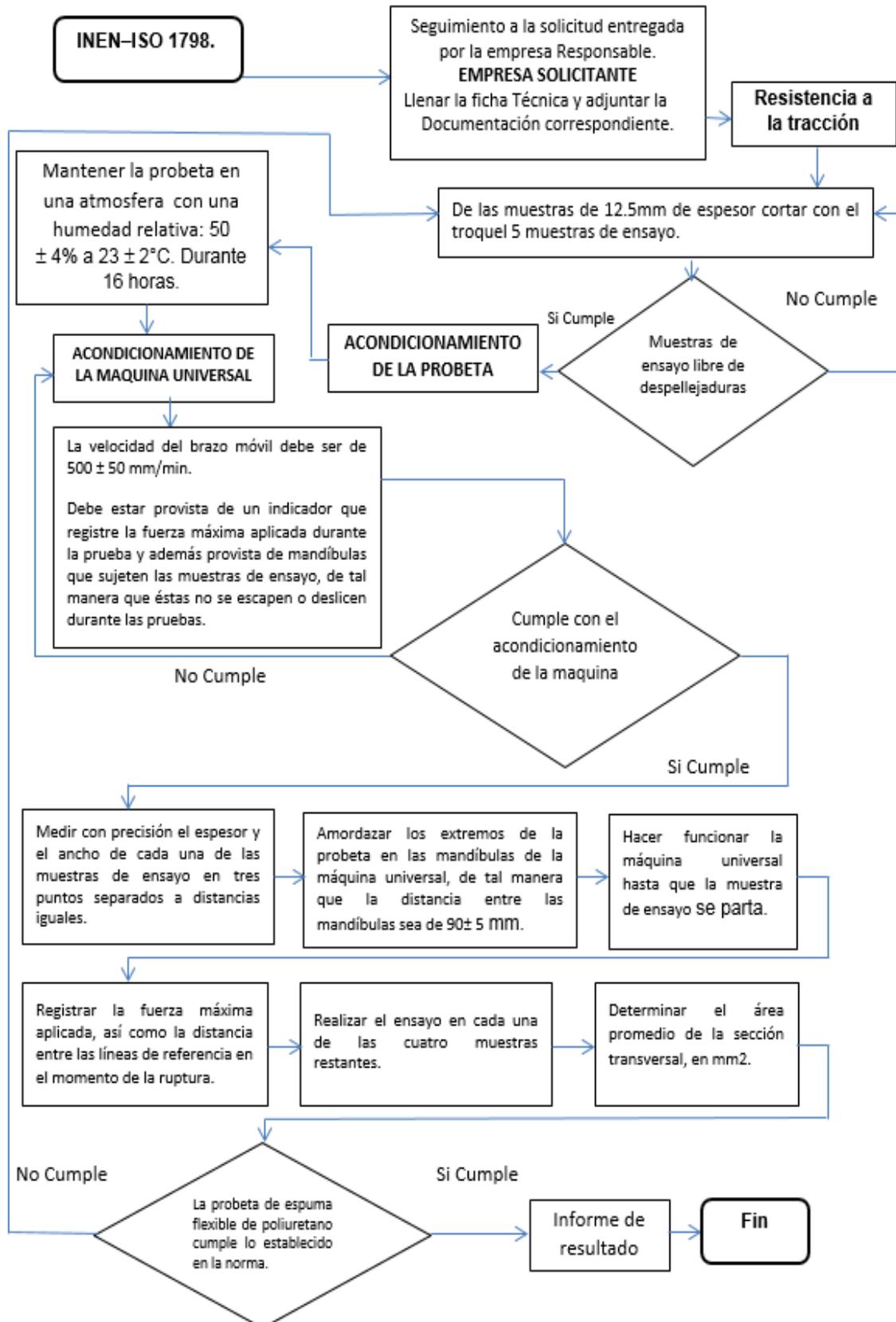
**En donde:**

A = Porcentaje de alargamiento al punto de ruptura, expresado como %

L = Distancia entre las líneas de referencia en el momento de la ruptura.

L<sub>0</sub> = distancia original entre las líneas de referencia.

**3.8 Flujograma del procedimiento de resistencia a la tracción según INEN - ISO 1798.**



### 3.9 Ensayo de resistencia al desgarre según NTE INEN 2020.

Antes de desarrollar el ensayo de resistencia al desgarre, se realizó el pedido de la materia a la empresa ESPROM la cual es fabricante de espumas flexibles de poliuretano tipo HM de alta resiliencia de ahí donde se obtuvieron la probetas para el respectivo ensayo.

**Figura 31.** Asiento de vehículo de espuma de poliuretano



**Fuente:** (ESPROM, 2015)

Una vez obtenido el material a ensayar se procedió al corte de las probetas de acuerdo al estipulado en la norma NTE INEN 2020, para lograr los cortes sin despellejaduras, ni desgarres y con las dimensiones correctas en las probetas se utilizó una cierra cinta para el corte del espesor de 25 mm y un troquel con las dimensiones de 150 mm x 25 mm.

**Figura 32.** Troquel para el corte de las probetas



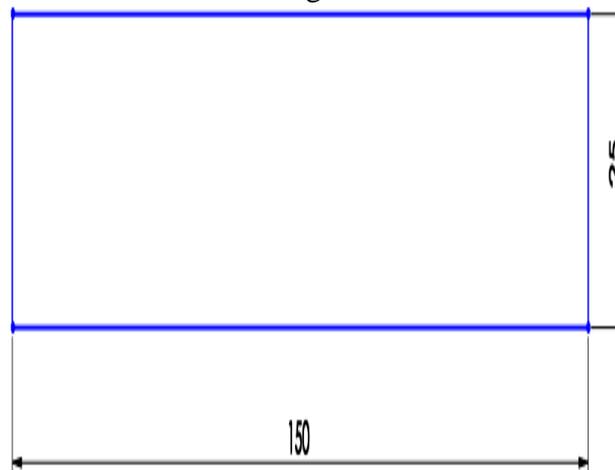
**Fuente:** (DIRECTINDUSTRY, 2015)

**Figura 33.** Probetas para el ensayo de resistencia al desgarre



**Fuente:** Autores

**Figura 34.** Dimensiones de espuma de poliuretano para el ensayo de resistencia al desgarre



**ESPESOR: 25mm**

**Fuente:** Autores.

Una vez obtenidas las probetas se realizara el ensayo de resistencia al desgarre en la Politécnica Nacional de Quito en los laboratorios de Nuevos Materiales de la Facultad de Mecánica, por motivo que la ESPOCH actualmente no tiene a disposición en sus laboratorios una maquina universal con las siguientes especificaciones que son necesarias para la realización del ensayo; capacidad máxima de 25kN con una precisión de 0.01 N; dicho ensayo se realizó a las 5 probetas siguiendo los pasos indicados en la norma NTE INEN 2020.

**Figura 35.** Maquina universal, realización del ensayo de resistencia a la tracción



**Fuente:** Laboratorio de Materiales de la Facultad de Mecánica de la Politécnica Nacional-Quito.

**Figura 36.** Probetas de resistencia a la tracción después del ensayo



**Fuente:** Autores

Una vez realizado el ensayo, se procederá al cálculo de la resistencia al desgarre dado en N/mm aplicando la siguiente ecuación., para ser comparados con la norma NTE INEN 2021 donde nos establece el valor que debe tener el material a ensayar, este procedimiento se deberá repetir para las 5 probetas.

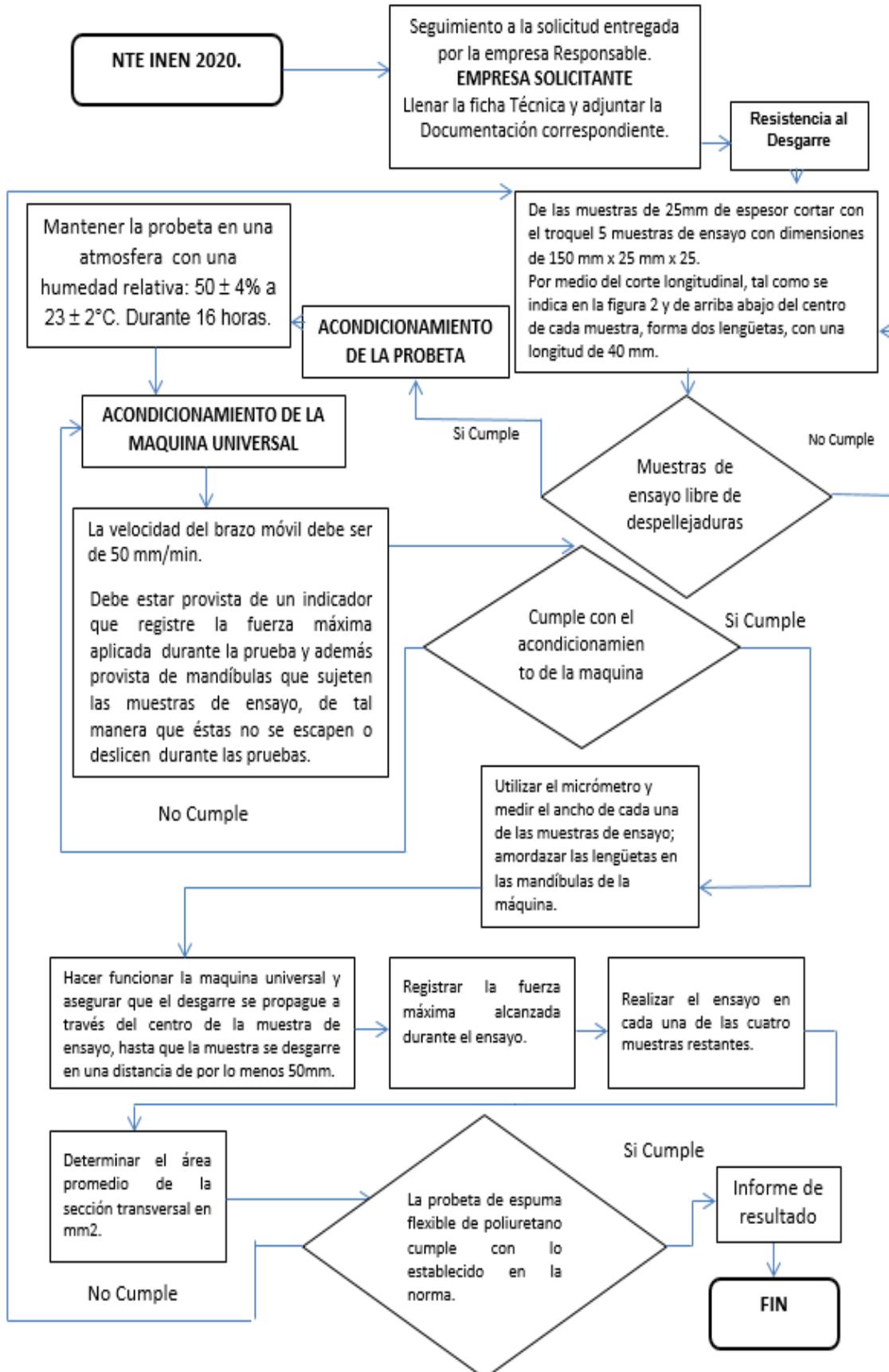
$$R = \frac{F}{A} \quad (5)$$

R=resistencia al desgarre

F= Fuerza máxima aplicada

A= Ancho de la muestra

**3.10 Flujograma del procedimiento de resistencia al desgarre según NTE INEN - 2020.**



### 3.11 Ensayo para determinar la porosidad según la norma NTE INEN 2020.

La empresa ESPROM la cual es fabricante de espumas flexibles de poliuretano tipo HM de alta resiliencia ha facilitado el material mencionado para de tal manera realizar el ensayo de porosidad y así obtener valores conformes a la norma respectiva.

**Figura 37.** Asiento de vehículo fabricado de espuma de poliuretano



**Fuente:** (ESPROM, 2015)

Una vez obtenido el material a ensayar se procedió al corte de las probetas de acuerdo al estipulado en la norma NTE INEN 2020, para lograr los cortes sin despellejaduras, ni desgarres y con las dimensiones correctas en las probetas se utilizó una cierra cinta para el corte del espesor de 25 mm y un troquel de forma circular con un diámetro de 38 mm para el corte de la circular de la probeta como lo indica la norma NTE 2020. Una vez obtenidas las probetas serán enumeradas para identificar a cada una de las probetas.

**Figura 38.** Probetas para el ensayo de porosidad y dimensiones



**Fuente:** Autores

Luego de tener las probetas requeridas en nuestro caso 5 probetas para el ensayo de porosidad se procederá al acondicionamiento de las mismas, para esto se utilizó una máquina acondicionadora en el laboratorio de la Facultad de Mecánica, para la utilización de la máquina nos guiamos en el trabajo de titulación del Ing. Alex Pazmiño que nos facilitó a su vez la máquina acondicionadora

**Figura 39.** Máquina de acondicionamiento de Probetas (temperatura, humedad)

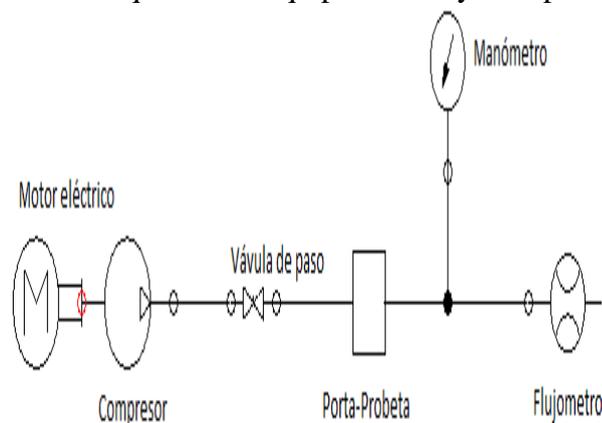


**Fuente:** Laboratorio Facultad de Mecánica.

Luego de pasar las probetas 16 horas en la máquina acondicionadora a una atmosfera de  $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$  y  $(50\pm 4)\%$  de humedad relativa como lo indica la norma NTE INEN 2020, procederemos a la realización de del ensayo de porosidad en el laboratorio de la Facultad de Mecánica.

Para realizar el ensayo de porosidad se construyó el equipo necesario de acuerdo a la norma NTE INEN 2020, explicado a continuación

**Figura 40.** Esquema del equipo de ensayo de porosidad



**Fuente:** Autores

- Una vez encendido el motor eléctrico va dar funcionamiento al compresor, que comenzará a introducir aire al sistema. El flujo de aire va hacer regulado por la válvula de paso, para luego pasar por el porta probetas; esta regulación dependerá del nanómetro que indicara la presión que está en el sistema después de pasar por el porta probetas, una vez estabilizada la presión se medirá la velocidad de flujo con el flujometro que está ubicado al final del sistema.
- El equipo de ensayo está compuesto de dos partes, que se pueden separar al momento de ingresar la probeta en la cámara, que se encuentra en la mitad del equipo; esta cámara está diseñada para poder ser sellada herméticamente por medio de una rosca.

**Figura 41.** Cámara o porta probetas



**Fuente:** Autores

- En los extremos del sistema constan los instrumentos de medición como son el flujómetro vertical y manómetro analógico los mismo que están fijado herméticamente.

**Figura 42.** Flujómetro vertical



**Fuente:** Autores

**Figura 43.** Manómetro analógico



**Fuente:** Autores

**Figura 44.** Equipo de ensayo de porosidad



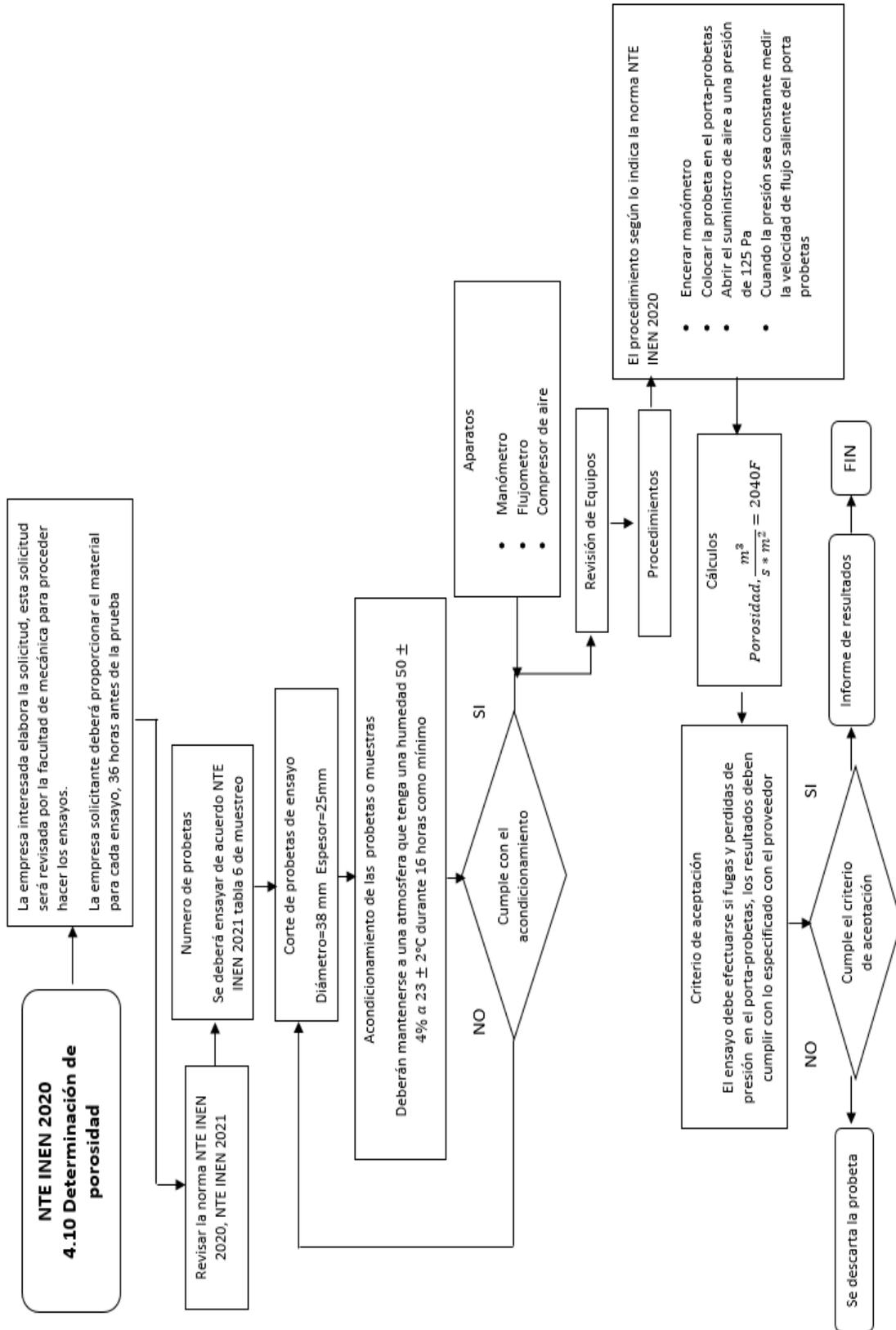
**Fuente:** Autores

Una vez terminado el acondicionamiento de los probetas se ingresara la probeta en la cámara o porta probetas del equipo de ensayo sellándola herméticamente para dar paso al ingreso del aire desde el compresor a una presión constante de 125 Pa, que serán controlados observando al nanómetro, una vez que el sistema se encuentre a una presión estable se tomara la velocidad de flujo del aire que pasa por la probeta, una vez tomada la velocidad de flujo se desconectara el sistema del compresor para poder retirar la probeta, este procedimiento se deberá repetir para las 5 probetas.

Encontrada la velocidad de flujo se va aplicar la siguiente ecuación, para encontrar el valor de porcentaje de la porosidad del material y así ser comparada con la norma NTE INEN 2021.

$$\text{Porosidad, } \frac{m^3}{s \cdot m^2} = 2040F \quad (6)$$

### 3.12 Flujograma del procedimiento de ensayo de porosidad según NTE INEN 2020.



### 3.13 Ensayo para determinar la inflamabilidad según la norma ISO 3795.

Para el ensayo de inflamabilidad, se realizó un pedido a la empresa ESPROM la misma que produce espumas flexibles de poliuretano tipo HM de alta resiliencia, facilitándonos una lámina de 2 cm de espesor y 1 m de ancho y 1.5 de largo para realización de las probetas de inflamabilidad.

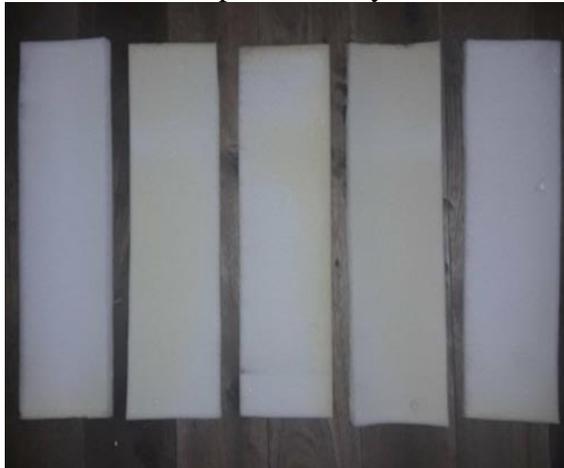
**Figura 45.** Lámina de espuma flexible de poliuretano



**Fuente:** Autores

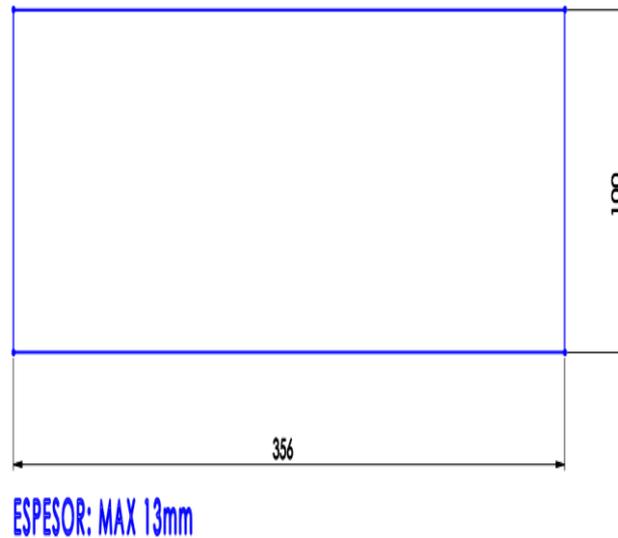
Una vez obtenido el material a ensayar se procedió al corte de las probetas de acuerdo al estipulado en la norma ISO 3795, para lograr los cortes sin despellejaduras, ni desgarres y con las dimensiones correctas en las probetas se utilizó una cierra cinta para el corte del espesor y un estilete para las dimensiones de los lados del material y así cumplir con el corte de la dimensiones indicado en la norma NTE INEN 2020. Una vez cortadas las probetas serán marcadas con un número para identificarlas

**Figura 46.** Probetas para el ensayo de Inflamabilidad



**Fuente:** Autores

**Figura 47.** Dimensiones de espumas de poliuretano.



**Fuente:** Autores

Luego de tener las probetas requeridas en nuestro caso 5 probetas para el ensayo de inflamabilidad se procederá al acondicionamiento de las mismas, para esto se utilizó una máquina acondicionadora en el laboratorio de la Facultad de Mecánica, para la utilización de la máquina nos guiamos en el trabajo de titulación del Ing. Alex Pazmiño que nos facilitó a su vez la máquina acondicionadora.

**Figura 48.** Máquina de acondicionamiento de Probetas (temperatura, humedad)



**Fuente:** Laboratorio Facultad de Mecánica

Luego de pasar las probetas 24 horas en la máquina acondicionadora a una atmosfera de  $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$  y  $(50\pm 4)\%$  de humedad relativa como lo indica la norma ISO 3795, procederemos a la realización de del ensayo de inflamabilidad en el laboratorio de la Facultad de Mecánica guiándonos en el trabajo de titulación del Ing Calor serrano y Ing

Diego Padilla, que nos indica la correcta utilización del equipo de inflamabilidad para realizar el ensayo.

**Figura 49.** Equipo de inflamabilidad



**Fuente:** Diseño y construcción de un equipo para ensayos de inflamabilidad aplicado a materiales de auto partes según la norma ISO 3795.

Una vez retiradas las probetas del equipo de inflamabilidad se procederá a tomar las respectivas mediciones de la longitud quemada de la probeta para luego pasar a los respectivos cálculos de la velocidad de quemado de la probeta con la siguiente formula, para concluir con el ensayo de inflamabilidad se comparara el valor obtenido en el ensayo con el valor establecido en la norma ISO 3795 donde establece que la velocidad de quemado tiene que ser menor a los 100 mm/min.  $B = \frac{S}{t} * 60$  (7)

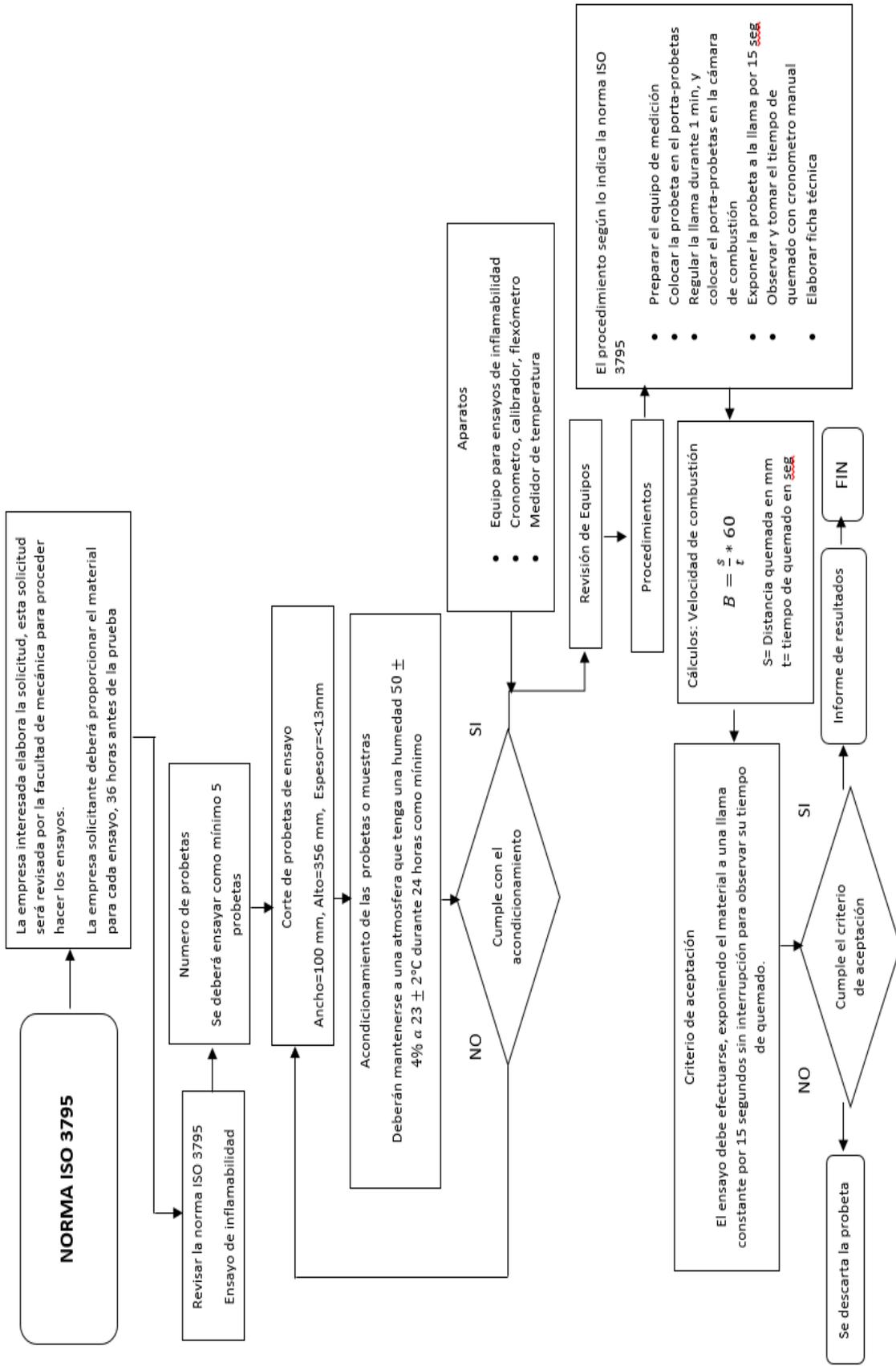
S= Distancia quemada en milímetros  
t = Tiempo de quemado en segundos  
B = Velocidad de combustión.

**Figura 50.** Probetas de espumas de poliuretano después del ensayo realizado.



**Fuente:** Autores

### 3.14 Flujograma del procedimiento para determinar la inflamabilidad según la norma ISO 3795.



### **3.15 Sistema documental de ensayos a espumas de poliuretano.**

#### **3.15.1 Sistema documental.**

Un sistema documental es el conjunto de normas técnicas y prácticas usadas para administrar el flujo de documentos de todo tipo en una organización, en este estudio se utiliza un sistema documental basado en hojas de verificación para determinar los procedimientos en cada uno de los siguientes ensayos: Densidad, Deformación Remanente por Compresión, Resistencia a la Tracción, Resistencia al Desgarre, Porosidad, Inflamabilidad.

#### **3.15.2 Codificación.**

La codificación que se utilizara en este estudio nos servirá para distinguir los distintos procesos en los diferentes ensayos para lo cual se utilizara los siguientes códigos:

- DDA = Determinación de la densidad aparente.
- DRT = de la resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura.
- DRC = Determinación de la deformación remanente por compresión.
- DRD = Determinación de resistencia al desgarre.
- DP = Determinación de porosidad.
- DI= Determinación de inflamabilidad
- PR = Procedimiento.
- R = Registro.
- S = Solicitud.
- PL = Plan.
- RM = Recepción de Materiales.
- RA = Registro de Acondicionamiento.
- PI = Preparación de Instrumentos.
- RR = Registro de Resultados.
- FM = Facultad de Mecánica.
- 001, 002, 003 = Modelo.
- 01, 02, 03 = Numero de Registro.

### 3.16 Modelo de formato para procedimiento para la determinación de la Deformación Remanente por Compresión.

|   |   |              |  |
|---|---|--------------|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO PARA<br/>DETERMINACIÓN DE DEFORMACIÓN<br/>REMANENTE POR COMPRESIÓN</b> |              | <b>CÓDIGO:</b><br>PR-E-DRC – FM-001                                  |
|   | No REVISIÓN:  | SUSTITUYE A: | <b>RAZON DE REVISIÓN:</b><br>VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre 2016</b> |

| Nº | Actividad   | Secuencia   | Responsables   | Observaciones   |
|----|---|---|--|---|
| 1  | La empresa interesada elaborara la solicitud para realizar ensayos de deformación Remanente por compresión.   | Formato de facultad de mecánica<br><br>R- S-DRC-FM-001  | Representante legal de la empresa                          |   |
| 2  | El técnico encargado del laboratorio realizara la revisión de la solicitud y programación de actividades para realización de los ensayos en los materiales.     | Formato de plan de ensayos de materiales utilizados en los asientos de vehículos<br><br>R-PL-DRC-FM-001           | Coordinador técnico del laboratorio y asistente de oficina |   |
| 3  | El técnico de laboratorio y la empresa solicitante, concretan la fecha y hora en que se realizara el ensayo.  | Formato de plan de ensayos de materiales utilizados en los asientos de vehículos<br><br>R-PL-DRC-FM-001           | Representante legal de la empresa                          |   |
| 4  | La empresa solicitante deberá proporcionar al menos 5 muestras del material a ensayar de acuerdo a lo estipulado en el Numeral 6.3 de la norma INEN –ISO – 1856 | Recepción de materiales para determinación de deformación permanente a la compresión según la norma INEN ISO 1856 | Representante legal de la empresa                          | 36 horas antes de las pruebas<br><br>De una de las muestras (plancha) de 25 mm de espesor, cortar indistintamente utilizando al troquel |

|   |   |   |                        |   |
|---|---|---|------------------------|---|
|   |   | R-RM-DRC-FM-001   |                        | cinco muestras de ensayo de forma cuadrada, cada una con dimensiones de 50 mm x 50 mm x 25 mm.  |
| 5 | <p>Se revisara lo establecido en la norma INEN ISO 1856 para poder realizar los ensayos requeridos, en el análisis de las espumas flexibles de poliuretano en los asientos de los vehículos.</p> <p>Para realizar el acondicionamiento de las probetas se necesitara una maquina acondicionadora durante al menos 16 horas</p> <p>Numeral 6.4 de la norma INEN ISO 1856</p> | <p>Formato de registro de acondicionamiento de las Probetas la norma INEN ISO 1856</p> <p>R-RA-DRC-FM-001</p> | Técnico de laboratorio | <p>Máquina de acondicionamiento con una temperatura de <math>(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}</math> y una humedad relativa de <math>(50 \pm 5)\%</math></p>  |
| 6 | <p>Se deberá preparar todos los instrumentos necesarios para el ensayo.</p>   | <p>Preparación de instrumentos de medición</p> <p>R-PI-DRC-FM-001</p>   | Técnico de laboratorio | <p>Dispositivo o bastidor de montaje para realizar pruebas de deformación permanente a la compresión.</p> <p>Horno. Con circulación de aire mantenido a una temperatura de <math>70 \pm 1^{\circ}\text{C}</math>.<br/>Calibrador.<br/>Cronometro.</p> |
|   | <p>Una vez realizado el ensayo correspondiente se debe reportar el promedio de los</p>  |   |                        |   |

|   |  |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
| 7 | <p>resultados obtenidos como la deformación permanente a la compresión de la muestra.</p> <p>La deformación remanente por compresión expresada en porcentaje, se determina aplicando la ecuación siguiente.</p> $D = \frac{t_o - t_c}{t_o} \times 100$ | <p>Hoja de registro de resultados de ensayo</p> <p>R-RR-DRC-FM-001</p>   | <p>Técnico de laboratorio</p>                                     |  |
| 8 | <p>Elaborar informe técnico del ensayo de deformación permanente a la compresión.</p>  | <p>Informe de ensayos de deformación permanente a la compresión según la norma INEN ISO 1856</p> <p>R-RR-DRC-FM-001</p>  | <p>Coordinador técnico del laboratorio y asistente de oficina</p> |  |
| 9 | <p>Aprobación y emisión del informe</p>  | <p>Numeral 8.1 de la INEN-ISO-1856.</p> <p>Numeral 11 de la INEN-ISO-5999.</p> <p>Informe de ensayos de deformación permanente a la compresión según la norma INEN ISO 1856</p> <p>R-RR-DRC-FM-001</p> | <p>Coordinador técnico del laboratorio y asistente de oficina</p> |  |

**3.17 Modelo de informe del ensayo de Deformación Remanente por Compresión según la norma inen-iso-1856.**

|   |   |              |                                |
|---|---|--------------|--------------------------------|
|  | TÍTULO:<br><b>INFORME DEL ENSAYO DE DEFORMACIÓN REMANTE POR COMPRESIÓN SEGÚN LA NORMA INEN-ISO-1856</b> |              | CÓDIGO:<br><br>R-RR-DRC-FM-001 |
|   | No REVISIÓN:  | SUSTITUYE A: | RAZÓN DE REVISIÓN:             |

**INFORME DE ENSAYO N°- 01**

**OBJETIVO.**

Determinar el porcentaje de deformación remanente por compresión, material utilizado en Asientos de Vehículos, según la NORMA INEN ISO 1856.

**RECURSOS.**

**A. HERRAMIENTAS:**

- Horno.
- Cronómetro
- Calibrador pie de Rey.
- Porta probetas
- Probetas
- Cámara de acondicionamiento

**B. MATERIAL Y/O PROBETAS**

- Mínimo 5 probetas de cada material.

**C. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO**

El proceso general para el ensayo de deformación remanente por compresión se puede dividir en las siguientes etapas principales.

1. Preparar el equipo e instrumentos de medición.
2. Sacar la probeta a ser ensayada de la cámara de acondicionamiento.
3. Colocar la probeta en el porta-muestras.
4. Luego de regular la temperatura del horno a 70°C
5. Exponer la probeta durante 22 horas en el horno.

6. Extraer las probetas del horno y dejar a temperatura ambiente durante 30 min y tomar las mediciones correspondientes.
7. Elaborar la ficha de reporte del ensayo de deformación remanente por compresión según la NORMA INEN ISO 1856.

**D. DATOS GENERALES.**

FECHA DE ENSAYO : 24/11/2016  
 LABORATORIO : Facultad de Mecánica  
 RESPONSABLE DEL ENSAYO : Ricardo Loayza – Jairo Loayza

**DATOS DE LA MUESTRA.**

MATERIAL SIMPLE   
 MATERIAL COMPUESTO

MATERIAL O MATERIALES: .....

COLOR DEL MATERIAL:.....

TIPO DE UNIÓN: .....

ESPESOR (mm) .....

MÉTODO DE REDUCCIÓN (Si éste aplica).....

LONGITUD (mm).....ANCHURA (mm).....

**ENSAYO**

POSICIÓN DE LA MUESTRA: .....

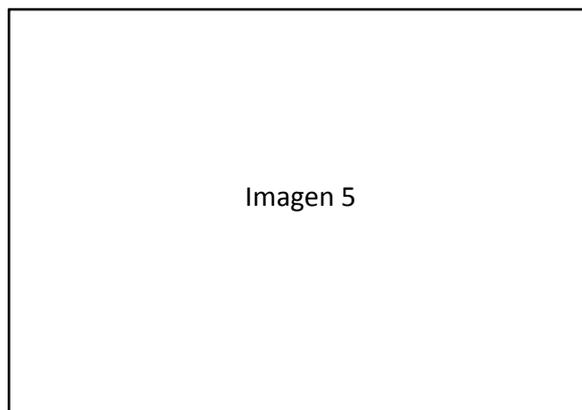
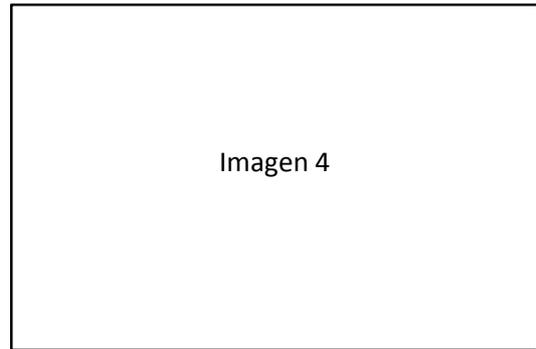
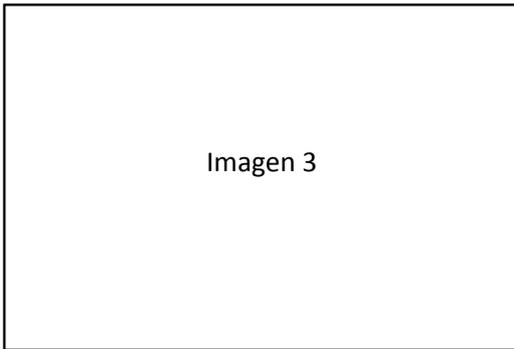
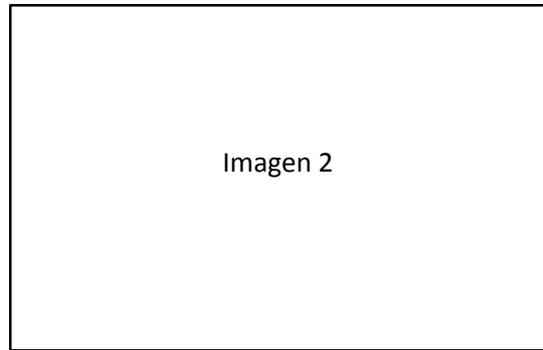
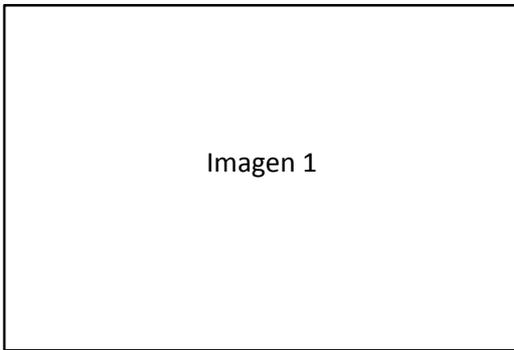
NÚMERO DE MUESTRAS: .....

Acondicionamiento Sí  No

**E. CONDICIONES REFERENTES A INEN ISO 1856**

Para realizar el acondicionamiento se debe regular la temperatura y la humedad del horno de acuerdo a lo establecido en la norma INEN – ISO 1856 y se debe mantener las probetas a ensayar por una duración de 16 a 24 horas.

**F. IMAGEN DEL MATERIAL PREVIO AL ENSAYO**



**G. MÉTODO DE CÁLCULO DE LA DEFORMACIÓN REMANENTE POR COMPRESIÓN EXPRESADA EN PORCENTAJE.**

Como mínimo se necesitan 5 probetas de cada material a ensayar, por lo cual se necesitará el espesor inicial y el espesor final de cada probeta a ensayar para verificar si el material cumple o no con la normativa expuesta en el procedimiento.

| ITEM               | Porcentaje de Deformación | APRUEBA<br>(Si - No) |  |
|--------------------|---------------------------|----------------------|--|
| 1                  |                           |                      |  |
| 2                  |                           |                      |  |
| 3                  |                           |                      |  |
| 4                  |                           |                      |  |
| 5                  |                           |                      |  |
| <b>%<br/>TOTAL</b> |                           |                      |  |

**D** = Se determina aplicando la ecuación siguiente.

$$D = \frac{t_o - t_c}{t_o} \times 100 \quad (8)$$

En donde:

D = Porcentaje de deformación permanente a la compresión, en %

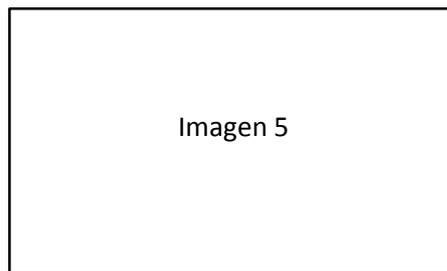
t<sub>o</sub> = espesor original de la muestra de ensayo, en mm.

t<sub>c</sub> = espesor final de la muestra de ensayo, en mm

|                |  |
|----------------|--|
| Observaciones: |  |
|----------------|--|

**H. CONCLUSIONES:**

ANEXAR FOTOGRAFÍAS DE CADA MATERIAL ENSAYADO CON TAMAÑO MÍNIMO DE  $(50 \pm 1)$ mm DE LONGITUD,  $(50 \pm 1)$ mm DE ANCHURA (NORMA INEN-ISO-1856)



**I. OBSERVACIONES:**

NOTA: En observaciones se dará a saber si el material no se deforma, o si se produjo alguna condición diferente a las explicadas en procedimientos.

.....  
TÉCNICO ENCARGADO DE REALIZAR EL ENSAYO.

**3.18 Modelo de solicitud de servicios de Determinación de Deformación Remanente por Compresión a espumas de poliuretano.**

|   |   |                     |                                   |
|---|---|---------------------|-----------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>MODELO DE SOLICITUD DE SERVICIOS DE DETERMINACIÓN DE DEFORMACIÓN REMANENTE POR COMPRESIÓN A ESPUMAS DE POLIURETANO</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br>R- S-DRC-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b>   | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>         |

**SOLICITUD DE SERVICIO N°- .....**

**FECHA:** .....

**ATENCIÓN:**

Por medio de la presente solicito a usted la realización del ensayo de deformación remanente por compresión de materiales utilizados en los asientos de vehículos, cuyos datos adjunto a continuación.

|   |  |
|---|--|
| <b>DATOS DEL MATERIAL</b>   |  |
| Nombre del Material   |  |
| Número de muestras  |  |
| Color de las muestras   |  |
| Espesor de las muestras   |  |
| Utilización del material en la carrocería   |  |
| <b>DATOS DE LA EMPRESA</b>  |  |
| Nombre de la Empresa  |  |
| RUC   |  |
| Representante legal   |  |
| Técnico responsable de la Empresa   |  |
| Teléfono  |  |
| E- Mail   |  |
| <b>ALCANCE DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE DEFORMACION REMANNETE POR COMPRESION.</b>   |  |
| El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas. |  |
| Observaciones:  |  |

Seguros de contar con la atención inmediata a nuestro requerimiento, le anticipamos nuestro agradecimiento.

.....  
**REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA**

**3.19 Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos.**

|   |   |                     |                                       |
|---|---|---------------------|---------------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><br><b>FORMATO PLAN DE REALIZACION DE ENSAYOS DE MATERIALES UTILIZADOS EN LOS ASIENTOS DE VEHÍCULOS</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br><br>R-PL-DRC-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b>   | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>             |

Plan de Evaluación N°-.....

Fecha: .....

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA        |  |
| DIRECCIÓN DE LA EMPRESA           |  |
| DOCUMENTOS LEGALES DE LA EMPRESA  |  |
| RUC                               |  |
| REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA |  |
| TELÉFONO                          |  |
| E-MAIL                            |  |

**EQUIPO EVALUADOR:**

El equipo evaluador está integrado por:.....(Técnico)

..... (Asistente)

| <b>ENSAYO</b>  | <b>NORMA</b>    | <b>ENSAYO A REALIZAR</b> |
|--|-----------------|--------------------------|
| Deformación Remanente por compresión                 | INEN – ISO 1856 |                          |
| Densidad aparente                                    | INEN – ISO 845  |                          |
| Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura | INEN – ISO 1798 |                          |
| Resistencia al Desgarre                              | INEN 2020       |                          |
| Determinación de la Porosidad                        | INEN 2020       |                          |
| Determinación de la Inflamabilidad                   | ISO 3795        |                          |

**ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:**

El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas.

Numeral 8.1 de la INEN-ISO-1856.

Numeral 11 de la INEN-ISO-5999.

**PROGRAMACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE MATERIALES.**

| <b>ACTIVIDAD</b>   | <b>DÍA</b> | <b>HORA</b> |
|--|------------|-------------|
| Recepción de Materiales  |            |             |
| Dimensionamiento de las muestras   |            |             |
| Ensayo   |            |             |
| Entrega de resultados  |            |             |
| <b>COMPROMISO:</b> La empresa solicitante del servicio se compromete a cancelar el costo del mismo de acuerdo a los valores establecidos mediante el convenio. |            |             |
| .....<br>REPRESENTANTE LEGAL EMPRESA (SELLO)   |            |             |

### 3.20 Formato para recepción de probetas para evaluación de Deformación Remanente por Compresión.

|   |  |                     |                                       |
|---|--|---------------------|---------------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><br><b>RECEPCIÓN DE PROBETAS PARA EVALUACIÓN DE DEFORMACIÓN REMANENTE POR COMPRESIÓN</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br><br>R-RM-DRC-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br><b>00</b>   | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>             |

Los materiales deben cumplir con las exigencias indicadas en requisitos y recomendaciones mostradas en el numeral 6.1 de la norma INEN ISO 1856

| N <sup>o</sup> | Nombre del material            | Color del material | Uso del material      | Longitud (mm) | Anchura (mm) | Espesor (mm) | Libre de Despellejaduras |    | Cumple con las especificaciones para hacer ensayo |    |
|----------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------|--------------------------|----|---|----|
|                |                                |                    |                       |               |              |              | SI                       | NO | SI  | NO |
| 1              | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos |               |              |              |                          |    |   |    |
| 2              | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos |               |              |              |                          |    |   |    |
| 3              | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos |               |              |              |                          |    |   |    |
| 4              | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos |               |              |              |                          |    |   |    |
| 5              | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos |               |              |              |                          |    |   |    |

-----  
Técnico Responsable

### 3.21 Modelo de registro de acondicionamiento de las muestras.

|   |  |                    |   |
|---|--|--------------------|---|
|  | TÍTULO:  |                    | CÓDIGO:                                 |
|   | <b>REGISTRO DE ACONDICIONAMIENTO DE LAS NUESTRAS</b> |                    | <b>R-RA-DRC-FM-001</b>                  |
| No REVISIÓN:  | SUSTITUYE A:   | RAZON DE REVISIÓN: | VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre 2016</b> |

Las muestras deben ser acondicionadas por lo menos 16 horas, con una humedad relativa de  $50 \pm 4\%$  a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Mantener a estas condiciones hasta el momento del ensayo

(Numeral 6.4 de la norma INEN ISO 1856)

| N° | Nombre del material            | Tiempo de acondicionamiento<br>(16 a 24) horas | Temperatura<br>( $23 \pm 2$ ) $^\circ\text{C}$ ) | Humedad Relativa ( $50 \pm 4$ )% | Cumple con el acondicionamiento |    |
|----|--------------------------------|--|--|----------------------------------|---------------------------------|----|
|    |                                |  |  |                                  | SI                              | NO |
| 1  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24   | 23 $^\circ\text{C}$                              | 50%                              |                                 |    |
| 2  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24   | 23 $^\circ\text{C}$                              | 50%                              |                                 |    |
| 3  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24   | 23 $^\circ\text{C}$                              | 50%                              |                                 |    |
| 4  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24   | 23 $^\circ\text{C}$                              | 50%                              |                                 |    |
| 5  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24   | 23 $^\circ\text{C}$                              | 50%                              |                                 |    |

-----  
Técnico Responsable

### 3.22 Formato de registro de preparación de instrumentos de medición.

|   |   |                     |                                       |
|---|---|---------------------|---------------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><br><b>PREPARACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br><br>R-PI-DRC-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br>00   | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>             |

Se deberá revisar el correcto funcionamiento de cada uno de los instrumentos llevando un registro de calibración con la última fecha que se realizó dicho requisito.

| Instrumentos               | Función   | Ultima fecha de Calibración y/o verificación | Es apto para realizar el ensayo |    |
|----------------------------|---|--|---------------------------------|----|
|                            |   |  | SI                              | NO |
| Horno de Acondicionamiento | Acondicionamiento de las probetas                   |  |                                 |    |
| Horno                      | Mantener las probetas a la temperatura indicada     |  |                                 |    |
| Pie de rey                 | Medición de las probetas antes y después del ensayo |  |                                 |    |
| Cronometro                 | Controlar el tiempo estipulado en el horno          |  |                                 |    |
| Porta probetas             | Sujeción de las probetas para ingresar al horno.    |  |                                 |    |

-----  
Técnico Responsable

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Para la comparación de resultados se realizó un acercamiento con la empresa ESPROM en donde se analizó cada uno de los ensayos y con ello concertar los resultados obtenidos. En este capítulo se realizó los cálculos respectivos de los siguientes ensayos:

- Deformación remanente por compresión.
- Determinación de la densidad aparente.
- Determinación de la resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura.
- Determinación de la resistencia al desgarre.
- Determinación de la porosidad.
- Determinación de la inflamabilidad.

A cada ensayo se le efectuaron los debidos cálculos con las fórmulas dadas, obteniendo así lo resultados que fueron comparados con los parámetros indicados en cada una de las normas.

Para realizar los cálculos correspondientes se ha tomaron mediciones a las probetas tanto antes como después de cada ensayo como se lo indica en las respectivas normas. Las mediciones se realizaron con instrumentos de medición tal como lo indican las respectivas normas.

El uso de tablas ayudaron a registrar de una mejor manera las mediciones iniciales y las mediciones finales, tales como: espesores, longitudes, masas, volúmenes, densidad, fuerzas aplicadas, porcentajes de deformación, áreas, resistencias a la tracción, resistencia al desgarre, porosidad, inflamabilidad.

Con los datos obtenidos y organizados en las tablas se procedió al realizar los cálculos para la obtención de los resultados, logrando determinar si las muestras de espumas de poliuretano cumplen con lo estipulado en las normas.

Cuando el resultado del ensayo esta en conformidad con la norma se dará la respectiva conclusión, en el caso de que el resultado del ensayo no cumpla con lo que nos indica la norma se dará la conclusión de porque no está cumpliendo con dicha norma.

#### 4.1 Cálculos y resultados del ensayo de Deformación Remanente por Compresión según la norma INEN – ISO 1856.

##### 4.1.1 *Informe del ensayo de Deformación Remanente por Compresión según la norma inen-iso-1856.*

|   |   |              |                                |
|---|---|--------------|--------------------------------|
|  | TÍTULO:<br><b>INFORME DEL ENSAYO DE DEFORMACIÓN REMANTE POR COMPRESIÓN SEGÚN LA NORMA INEN-ISO-1856</b> |              | CÓDIGO:<br><br>R-RR-DRC-FM-001 |
|   | No REVISIÓN:<br>00  | SUSTITUYE A: | RAZÓN DE REVISIÓN:             |

### INFORME DE ENSAYO N°- 01

#### OBJETIVO.

Determinar el porcentaje de deformación remanente por compresión, material utilizado en Asientos de Vehículos, según la NORMA INEN ISO 1856.

#### REFERENCIA A ESTA NORMA INTERNACIONAL.

ISO 1923 Plásticos y cauchos. Determinación de las dimensiones lineales.

#### RECURSOS.

##### A.- HERRAMIENTAS:

- Horno.
- Cronómetro.
- Calibrador pie de Rey.
- Porta probetas.
- Probetas.
- Cámara de acondicionamiento.

##### B.- MATERIAL Y/O PROBETAS

- Mínimo 5 probetas de cada material.

##### C.- PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

El proceso general para el ensayo de deformación remanente por compresión se puede dividir en las siguientes etapas principales.

1. Preparar el equipo e instrumentos de medición.
2. Sacar la probeta a ser ensayada de la cámara de acondicionamiento.
3. Colocar la probeta en el porta-muestras.
4. Luego de regular la temperatura del horno a 70°C
5. Exponer la probeta durante 22 horas en el horno.
6. Extraer las probetas del horno y dejar a temperatura ambiente durante 30 min y tomar las mediciones correspondientes.
7. Elaborar la ficha de reporte del ensayo de deformación remanente por compresión según la NORMA INEN ISO 1856.

#### **D.- DATOS GENERALES.**

**FECHA DE ENSAYO** : 24/11/2016

**LABORATORIO** : Facultad de Mecánica

**RESPONSABLE DEL ENSAYO** : Ricardo Loayza – Jairo Loayza

#### **E.- DATOS DE LA MUESTRA.**

**MATERIAL SIMPLE**

**MATERIAL COMPUESTO**

**MATERIAL O MATERIALES:** Espumas Flexibles de Poliuretano clase V y de tipo HM (Espuma moldeada alta resiliencia).

**COLOR DEL MATERIAL:** .....BLANCO.....

**TIPO DE UNIÓN:** .....Ninguna.....

**ESPESOR (mm)** ..... 25.....

**MÉTODO DE REDUCCIÓN (Si éste aplica)**.....Compresión.....

**LONGITUD(mm)**.....50.....**ANCHURA (mm)**.....50.....

**ENSAYO**

**POSICIÓN DE LA MUESTRA:** .....Horizontal.....

**NÚMERO DE MUESTRAS:** .....5.....

**F.- ACONDICIONAMIENTO**

Sí

No

Para realizar el acondicionamiento se debe regular la temperatura y la humedad de la cámara de acondicionamiento de acuerdo a lo establecido en la norma INEN – ISO 1856 la cual nos especifica que las probetas a ensayar deben estar a una temperatura de  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  y una humedad relativa de  $(50 \pm 5)\%$  por una duración de 16 horas.

**G.- IMAGEN DEL MATERIAL PREVIO AL ENSAYO.****Figura 51.** Probetas para el ensayo de deformación remanente por compresión**Fuente:** Autores**Tabla 1.** Espesores iniciales y finales de las Espumas Flexibles de Poliuretano.

| Ítem           | ESPESOR INICIAL (to) | ESPESOR FINAL (tc) |
|----------------|----------------------|--------------------|
| 1              | 24.80                | 22.60              |
| 2              | 24.90                | 22.90              |
| 3              | 24.00                | 22.40              |
| 4              | 24.10                | 21.90              |
| 5              | 24.60                | 22.60              |
| Promedio Total | 24.48                | 22.48              |

**Fuente:** Autores.

## H.- MÉTODO DE CÁLCULO DE LA DEFORMACIÓN REMANENTE POR COMPRESIÓN EXPRESADA EN PORCENTAJE.

Como mínimo se necesitan 5 probetas de cada material a ensayar, por lo cual se necesitará el espesor inicial y el espesor final de cada probeta a ensayar para verificar si el material cumple o no con la normativa expuesta en el procedimiento.

**Tabla 2.** Porcentaje de Deformación remanente por compresión.

| ITEM           | Porcentaje de Deformación | APRUEBA (Si - No) |  |
|----------------|---------------------------|-------------------|--|
| 1              | 8.87 %                    | X                 |  |
| 2              | 8.03 %                    | X                 |  |
| 3              | 6.67 %                    | X                 |  |
| 4              | 9.12 %                    | X                 |  |
| 5              | 8.13 %                    | X                 |  |
| <b>% TOTAL</b> | <b>8.16 %</b>             | <b>X</b>          |  |

**Fuente:** Autores.

Se determina aplicando la ecuación siguiente.

$$D = \frac{t_o - t_c}{t_o} \times 100 \qquad D = \frac{24.48 - 22.48}{24.48} \times 100 \qquad D = 8.16 \% \qquad (9)$$

En donde:

D = Porcentaje de deformación remanente por compresión, en %

t<sub>o</sub> = espesor original de la muestra de ensayo, en mm.

t<sub>c</sub> = espesor final de la muestra de ensayo, en mm.

**Deformación** = %(8.16%,22h, 70°C).

**La mediana de la deformación remanente**, en porcentaje es igual a 8.13 %

## I.- METODO DE ENSAYO UTILIZADO.

El método de ensayo utilizado es el Método A descrito en la norma INEN – ISO 1856.

|   |           |
|---|-----------|
| Numeral 8.1 de la INEN-ISO-1856.<br>Numeral 11 de la INEN-ISO-5999. | (D = 8 %) |
|---|-----------|

## J.- CONCLUSIONES:

- Luego del ensayo realizado se concluye que las probetas de Espumas Flexibles de Poliuretano clase V y de tipo HM (Espuma moldeada alta resiliencia), cumplen con lo estipulado en el numeral 11 de la norma INEN-ISO-5999 como se lo muestra en la tabla 2.
- Las probetas las cuales se les realizó el ensayo correspondiente sufrieron una deformación como se puede notar en la Figura 2.

ANEXAR FOTOGRAFÍAS DE CADA MATERIAL ENSAYADO CON TAMAÑO MÍNIMO DE  $(50 \pm 1)$ mm DE LONGITUD,  $(50 \pm 1)$ mm DE ANCHURA (NORMA INEN-ISO-1856).

**Figura 52.** Probetas después del ensayo de deformación remanente por compresión.



**Fuente:** Autores.

**K.- OBSERVACIONES:**

NOTA: En observaciones se dará a saber si el material no se deforma, o si se produjo alguna condición diferente a las explicadas en procedimientos.

.....  
TÉCNICO ENCARGADO  
DE REALIZAR EL ENSAYO

**4.1.2 Modelo de solicitud de servicios de determinación de deformación remanente por compresión a espumas de poliuretano.**

|   |   |                    |   |
|---|---|--------------------|---|
|  | TÍTULO:   |                    | CÓDIGO:                                 |
|   | <b>MODELO DE SOLICITUD DE SERVICIOS DE DETERMINACIÓN DE DEFORMACIÓN REMANENTE POR COMPRESION A ESPUMAS DE POLIURETANO</b> |                    | R- S-DRC-FM-001                         |
| No REVISIÓN:<br>00  | SUSTITUYE A:  | RAZÓN DE REVISIÓN: | VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre 2016</b> |

**SOLICITUD DE SERVICIO N°- 01**

**FECHA:** .....

**ATENCIÓN:**

Por medio de la presente solicito a usted la realización del ensayo de deformación remanente por compresión de materiales utilizados en los asientos de vehículos, cuyos datos adjunto a continuación.

| <b>DATOS DEL MATERIAL</b>   |  |
|---|--|
| <b>Nombre del Material</b>  | Espumas Flexibles de poliuretano                     |
| <b>Número de muestras</b>   | 5  |
| <b>Color de las muestras</b>  | Blanco   |
| <b>Espesor de las muestras</b>  | 25 mm  |
| <b>Utilización del material en la carrocería</b>  | Asientos   |
| <b>DATOS DE LA EMPRESA</b>  |  |
| Nombre de la Empresa  | ESPRON   |
| RUC   | 1891750338001  |
| Representante legal   | Sr. Santiago Proaño                                  |
| Técnico responsable de la Empresa   | Ing. Cristhian Córdova                               |
| Teléfono  | 032434129  |
| E- Mail   | <a href="mailto:info@espron.com">info@espron.com</a> |
| <b>ALCANCE DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE DEFORMACION REMANNETE POR COMPRESION.</b>   |  |
| El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas. |  |
| Numeral 8.1 de la INEN-ISO-1856.<br>Numeral 11 de la INEN-ISO-5999.   | (D = 8 %)  |

Seguros de contar con la atención inmediata a nuestro requerimiento, le anticipamos nuestro agradecimiento.

.....  
REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

**4.1.3 Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos.**

|   |   |                     |                                   |
|---|---|---------------------|-----------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>FORMATO PLAN DE REALIZACION DE ENSAYOS DE MATERIALES UTILIZADOS EN LOS ASIENTOS DE VEHÍCULOS</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br>R-PL-DRC-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br>00   | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>         |

Plan de Evaluación N°-.....

Fecha: .....

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA        | ESPROM PUR Cía. Ltda.                                |
| DIRECCIÓN DE LA EMPRESA           | Calle F s/n y Calle 3 Parque Industrial Ambato       |
| DOCUMENTOS LEGALES DE LA EMPRESA  |  |
| RUC                               | 1891750338001  |
| REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA | Sr. Santiago Proaño                                  |
| TELÉFONO                          | 032434129  |
| E-MAIL                            | <a href="mailto:info@esprom.com">info@esprom.com</a> |

**EQUIPO EVALUADOR:**

El equipo evaluador está integrado por:.....(Técnico)

..... (Asistente)

**Tabla 3.** Selección de ensayo

| ENSAYO   | NORMA           | ENSAYO A REALIZAR |
|--|-----------------|-------------------|
| Deformación Remanente por compresión                 | INEN – ISO 1856 | X                 |
| Densidad aparente                                    | INEN – ISO 845  |                   |
| Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura | INEN – ISO 1798 |                   |
| Resistencia al Desgarre                              | INEN 2020       |                   |
| Determinación de la Porosidad                        | INEN 2020       |                   |
| Determinación de la Inflamabilidad                   | ISO 3795        |                   |

**Fuente:** Autores.

**ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:**

El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas.

Numeral 8.1 de la INEN-ISO-1856.

Numeral 11 de la INEN-ISO-5999.

**PROGRAMACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE MATERIALES.**

| <b>ACTIVIDAD</b>  | <b>DÍA</b>           | <b>HORA</b> |
|---|----------------------|-------------|
| <b>Recepción de Materiales</b>  | Viernes 18/11/2016   | 09h00 AM    |
| <b>Dimensionamiento de las muestras</b>   | Lunes 21/11/2016     | 10h00 AM    |
| <b>Ensayo</b>   | Miércoles 23/11/2016 | 11h00 AM    |
| <b>Entrega de resultados</b>  | Martes 29/11/2016    | 10h00 AM    |
| COMPROMISO: La empresa solicitante del servicio se compromete a cancelar el costo del mismo de acuerdo a los valores establecidos mediante el convenio. |                      |             |
| .....<br>REPRESENTANTE LEGAL EMPRESA (SELLO)  |                      |             |

**4.1.4 Recepción de probetas para evaluación de deformación remanente por compresión.**

|   |  |                     |  |
|---|--|---------------------|--|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><br><b>RECEPCIÓN DE PROBETAS PARA EVALUACIÓN DE DEFORMACIÓN REMANENTE POR COMPRESIÓN</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br><br><b>R-RM-DRC-FM-001</b> |
|   | <b>No REVISIÓN:</b>  | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>                    |

Los materiales deben cumplir con las exigencias indicadas en requisitos y recomendaciones mostradas en el numeral 6.1 de la norma INEN ISO 1856

| N° | Nombre del material            | Color del material | Uso del material      | Longitud (mm) | Anchura (mm) | Espesor (mm) | Libre de Despellejadas |    | Cumple con las especificaciones para hacer ensayado |    |
|----|--------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------|------------------------|----|---|----|
|    |                                |                    |                       |               |              |              | SI                     | NO | SI  | NO |
| 1  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 50            | 50           | 25           | x                      |    | X   |    |
| 2  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 50            | 50           | 25           | x                      |    | X   |    |
| 3  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 50            | 50           | 25           | x                      |    | X   |    |
| 4  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 50            | 50           | 25           | x                      |    | X   |    |
| 5  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 50            | 50           | 25           | x                      |    | X   |    |

Nota: EL material debe estar libre de despellejaduras con lo indica el numeral 6.1 de la norma INEN ISO

-----  
Técnico Responsable

#### 4.1.5 Registro de acondicionamiento de las muestras.

|   |  |                    |   |
|---|--|--------------------|---|
|  | TÍTULO:  |                    | CÓDIGO:                                 |
|   | <b>REGISTRO DE ACONDICIONAMIENTO DE LAS NUESTRAS</b> |                    | R-RA-DRC-FM-001                         |
| No REVISIÓN:  | SUSTITUYE A:   | RAZÓN DE REVISIÓN: | VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre 2016</b> |

Las muestras deben ser acondicionadas por lo menos 16 horas, con una humedad relativa de  $50 \pm 4\%$  a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Mantener a estas condiciones hasta el momento del ensayo

(Numeral 6.4 de la norma INEN ISO 1856)

| N° | Nombre del material            | Tiempo de acondicionamiento (16 a 24) horas | Temperatura a ( $23 \pm 2$ )°C | Humedad Relativa ( $50 \pm 4$ )% | Cumple con el acondicionamiento |    |
|----|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----|
|    |                                |   |                                |                                  | SI                              | NO |
| 1  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                           | 50%                              | <b>X</b>                        |    |
| 2  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                           | 50%                              | <b>X</b>                        |    |
| 3  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                           | 50%                              | <b>X</b>                        |    |
| 4  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                           | 50%                              | <b>X</b>                        |    |
| 5  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                           | 50%                              | <b>X</b>                        |    |

-----  
Técnico Responsable

#### 4.1.6 Preparación de instrumentos de medición.

|   |  |                     |                                   |
|---|--|---------------------|-----------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>PREPARACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br>R-PI-DRC-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br><b>00</b>                                 | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>         |

Se deberá revisar el correcto funcionamiento de cada uno de los instrumentos llevando un registro de calibración con la última fecha que se realizó dicho requisito.

| Instrumentos               | Función   | Última fecha de Calibración y/o verificación | Es apto para realizar el ensayo |    |
|----------------------------|---|--|---------------------------------|----|
|                            |   |  | SI                              | NO |
| Horno de Acondicionamiento | Acondicionamiento de las probetas                   | 23/11/2016                                   | X                               |    |
| Horno                      | Mantener las probetas a la temperatura indicada     | 24/11/2016                                   | X                               |    |
| Pie de rey                 | Medición de las probetas antes y después del ensayo | 25/11/2016                                   | X                               |    |
| Cronometro                 | Controlar el tiempo estipulado en el horno          | 24/11/2016                                   | X                               |    |
| Porta probetas             | Sujeción de las probetas para ingresar al horno.    | 24/11/2016                                   | X                               |    |

-----  
 Técnico Responsable

## 4.2 Cálculos y resultados del ensayo de Densidad Aparente según la norma inen-iso-845.

### 4.2.1 Informe del ensayo de Densidad aparente según la norma INEN-ISO-845.

|   |  |                                  |   |
|---|--|----------------------------------|---|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>INFORME DEL ENSAYO DE DENSIDAD APARENTE SEGÚN LA NORMA INEN-ISO-845</b> | <b>CÓDIGO:</b><br>R-E-DDA-FM-006 |   |
| No REVISIÓN:<br>00  | SUSTITUYE A:   | RAZÓN DE REVISIÓN:               | VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre 2016</b> |

### INFORME DE ENSAYO N° - 02

#### OBJETIVO.

Determinar la densidad aparente en el material utilizado en Asientos de Vehículos, según la NORMA INEN ISO 845.

#### REFERENCIA A ESTA NORMA INTERNACIONAL.

ISO 1923 Plásticos y cauchos. Determinación de las dimensiones lineales.

ISO 291 Plásticos. Atmosferas normalizadas para acondicionamiento y ensayos.

#### RECURSOS.

##### A.- HERRAMIENTAS:

- Regla de acero.
- Balanza digital
- Calibrador pie de Rey.
- Probetas.
- Cámara de acondicionamiento

##### B.- MATERIAL Y/O PROBETAS

- Mínimo 5 probetas de cada material.

##### C.- PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

El proceso general para el ensayo de determinación de densidad aparente se puede dividir en las siguientes etapas principales.

1. Preparar el equipo e instrumentos de medición.

2. Sacar la probeta a ser ensayada de la cámara de acondicionamiento.
3. Colocar la probeta en la balanza digital y obtener el peso de la probeta en gramos.
4. Elaborar la ficha de reporte del ensayo de determinación de la densidad según la NORMA INEN ISO 845.

**D.- DATOS GENERALES.**

FECHA DE ENSAYO : 24/11/2016  
 LABORATORIO : Facultad de Mecánica  
 RESPONSABLE DEL ENSAYO : Ricardo Loayza – Jairo Loayza

**DATOS DE LA MUESTRA.**

MATERIAL SIMPLE   
 MATERIAL COMPUESTO

**MATERIAL:** Espumas Flexibles de Poliuretano clase V y de tipo HM (Espuma moldeada, alta resiliencia).

**COLOR DEL MATERIAL:** .....BLANCO.....

**TIPO DE UNIÓN:** .....Ninguna.....

**ESPESOR (mm)** ..... 50.....

**MÉTODO DE REDUCCIÓN (Si éste aplica)**.....No.....

**LONGITUD (mm)**...122.....**ANCHURA (mm)**.....57.....

**ENSAYO**

**POSICIÓN DE LA MUESTRA:** .....Horizontal.....

**NÚMERO DE MUESTRAS:** .....5.....

**E. ACONDICIONAMIENTO** Sí  No

Para realizar el acondicionamiento se debe regular la temperatura y la humedad de la cámara de acondicionamiento de acuerdo a lo establecido en la norma INEN – ISO 845 la cual nos especifica que las probetas a ensayar deben estar a una temperatura de  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  y una humedad relativa de  $(50 \pm 10)\%$  por una duración de 16 horas.

**F.- IMAGEN DEL MATERIAL PREVIO AL ENSAYO**

**Figura 53.** Probetas para realizar el ensayo de determinación de la densidad aparente



**Fuente:** Autores

**Tabla 4.** Masa y Volumen de las espumas flexibles de Poliuretano.

| <b>Ítem</b>       | <b>MASA<br/>(Kg)</b> | <b>VOLUMEN<br/>(m<sup>3</sup>)</b> |
|-------------------|----------------------|------------------------------------|
| 1                 | <b>0.01705</b>       | <b>0.0003536</b>                   |
| 2                 | <b>0.01639</b>       | <b>0.0003549</b>                   |
| 3                 | <b>0.01636</b>       | <b>0.0003421</b>                   |
| 4                 | <b>0.01697</b>       | <b>0.0003599</b>                   |
| 5                 | <b>0.01661</b>       | <b>0.0003624</b>                   |
| Promedio<br>Total | <b>0.01668</b>       | <b>0.0003546</b>                   |

**Fuente:** Autores

#### **g.- MÉTODO DE CÁLCULO DE LA DENSIDAD APARENTE EXPRESADA EN PORCENTAJE.**

Como mínimo se necesitan 5 probetas de cada material a ensayar, por lo cual se necesitará el volumen y masa de cada probeta a ensayar para verificar si el material cumple o no con la normativa expuesta en el procedimiento.

**Tabla 5.** Valores de la Densidad Aparente

| ITEM              | DENSIDAD<br>( Kg/m <sup>3</sup> ) | APRUEBA<br>(Si - No) |
|-------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 1                 | <b>48.22</b>                      | <b>X</b>             |
| 2                 | <b>46.19</b>                      | <b>X</b>             |
| 3                 | <b>47.81</b>                      | <b>X</b>             |
| 4                 | <b>47.15</b>                      | <b>X</b>             |
| 5                 | <b>45.83</b>                      | <b>X</b>             |
| PROMEDIO<br>TOTAL | <b>47.04</b>                      | <b>X</b>             |

**Fuente:** Autores.

Se determina aplicando la ecuación siguiente.

$$d = \frac{m}{V} \times 1000 \quad d = \frac{16.68}{354.6} \times 1000 \quad (10)$$

Dónde:

d = densidad, expresada en kg/m<sup>3</sup>

m = masa, expresado en g

v = volumen, expresado en cm<sup>3</sup>

El valor de la densidad global aparente o densidad de núcleo aparente es **D = 47.04 Kg/m<sup>3</sup>**

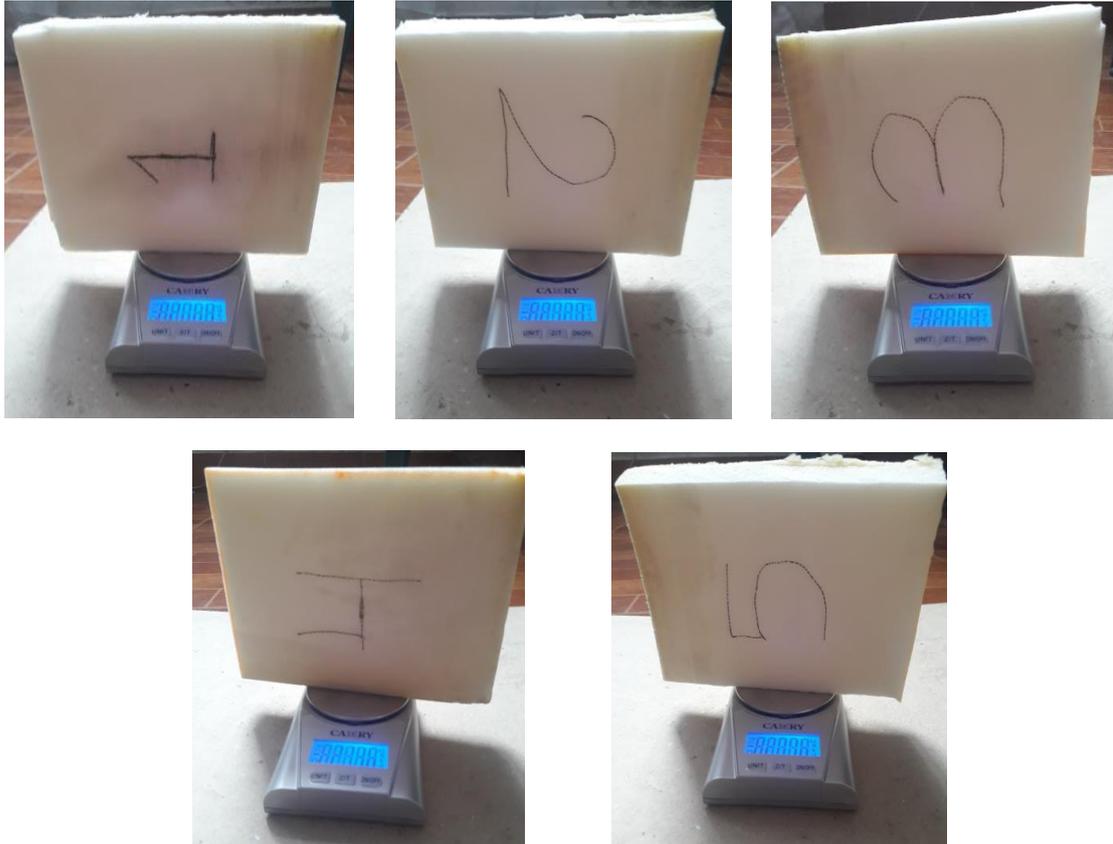
|   |  |
|---|--|
| Numeral 7 de la INEN-ISO-845.<br>Numeral 9 de la INEN-ISO-5999.<br>ESPRON | De acuerdo a los requerimientos del<br>proveedor |
|---|--|

#### **H.- CONCLUSIONES:**

- Luego del ensayo realizado se concluye que las probetas de Espumas Flexibles de Poliuretano clase V y de tipo HM (Espuma moldeada alta resiliencia), cumplen con lo estipulado en la norma INEN-ISO-845 como se lo indica en la tabla 2.
- Las probetas a las cuales se les realizó el ensayo correspondiente no sufrieron deformación alguna una como se puede apreciar en las Figura 2.
- No existió ningún tipo de desvío al realizar el mencionado ensayo ya que se cumplió con todos los pasos estipulados en la norma INEN – ISO 845.

ANEXAR FOTOGRAFÍAS DE CADA MATERIAL ENSAYADO EL CUAL DEBE TENER COMO MINIMO 100 cm<sup>3</sup> (NORMA INEN-ISO-845).

**Figura 54.** Probetas en el ensayo de determinación de la densidad aparente



**Fuente:** Autores.

**I.- OBSERVACIONES:**

NOTA: En observaciones se dará a saber si el material no se deforma, o si se produjo alguna condición diferente a las explicadas en procedimientos.

.....

TÉCNICO ENCARGADO

**4.2.2 Modelo de solicitud de servicios de determinación de la densidad aparente a espumas de poliuretano.**

|   |   |                     |                                    |
|---|---|---------------------|------------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>MODELO DE SOLICITUD DE SERVICIOS DE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE A ESPUMAS DE POLIURETANO</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br>R- S -DDA-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br>00   | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>          |

**SOLICITUD DE SERVICIO N°- 02**

**FECHA:** .....

**ATENCIÓN:**

Por medio de la presente solicito a usted la realización del ensayo de determinación de la densidad aparente de materiales utilizados en los asientos de vehículos, cuyos datos adjunto a continuación.

| <b>DATOS DEL MATERIAL</b>   |  |
|---|--|
| <b>Nombre del Material</b>  | Espumas Flexibles de poliuretano                     |
| <b>Número de muestras</b>   | 5  |
| <b>Color de las muestras</b>  | Blanco   |
| <b>Espesor de las muestras</b>  | 50 mm  |
| <b>Utilización del material en la carrocería</b>  | Asientos   |
| <b>DATOS DE LA EMPRESA</b>  |  |
| Nombre de la Empresa  | ESPRON   |
| RUC   | 1891750338001  |
| Representante legal   | Sr. Santiago Proaño                                  |
| Técnico responsable de la Empresa   | Ing. Cristian Córdoba.                               |
| Teléfono  | 032434129  |
| E- Mail   | <a href="mailto:info@espron.com">info@espron.com</a> |
| <b>ALCANCE DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE DENSIDAD APARENTE</b>   |  |
| El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas. |  |
| Numeral 9.1 de la INEN-ISO-5999.<br>Numeral 5.2 de la INEN-ISO-845  | De acuerdo a los requerimientos del proveedor        |

.....  
 REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

**4.2.3 Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos.**

|   |   |                     |                                       |
|---|---|---------------------|---------------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>FORMATO PLAN DE REALIZACIÓN DE ENSYOS MATERIALES UTILIZADOS EN LOS ASIENTOS DE VEHÍCULOS</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br><br>R-PL-DDA-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br>00   | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>             |

Plan de Evaluación N°-.....

Fecha: .....

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA        | ESPROM PUR Cía. Ltda.                                |
| DIRECCIÓN DE LA EMPRESA           | Calle F s/n y Calle 3 Parque Industrial Ambato.      |
| DOCUMENTOS LEGALES DE LA EMPRESA  |  |
| RUC                               | 1891750338001  |
| REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA | Sr. Santiago Proaño                                  |
| TELÉFONO                          | 032434129  |
| E-MAIL                            | <a href="mailto:info@esprom.com">info@esprom.com</a> |

**EQUIPO EVALUADOR:**

El equipo evaluador está integrado por:..... (Técnico)

..... (Asistente)

**Tabla 6.** Selección de ensayo

| ENSAYO   | NORMA           | ENSAYO A REALIZAR |
|--|-----------------|-------------------|
| Deformación Remanente por compresión                 | INEN – ISO 1856 |                   |
| Densidad aparente                                    | INEN – ISO 845  | <b>X</b>          |
| Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura | INEN – ISO 1798 |                   |
| Resistencia al Desgarre                              | INEN 2020       |                   |
| Determinación de la Porosidad                        | INEN 2020       |                   |
| Determinación de la Inflamabilidad                   | ISO 3795        |                   |

**Fuente:** Autores.

**ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:**

El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas.

Numeral 8.1 de la INEN-ISO-845.

Numeral 9.1 de la INEN-ISO-5999.

**PROGRAMACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE MATERIALES.**

| <b>ACTIVIDAD</b>  | <b>DÍA</b>           | <b>HORA</b> |
|---|----------------------|-------------|
| <b>Recepción de Materiales</b>  | Viernes 18/11/2016   | 09h00 AM    |
| <b>Dimensionamiento de las muestras</b>   | Lunes 21/11/2016     | 10h00 AM    |
| <b>Ensayo</b>   | Miércoles 23/11/2016 | 13h00 PM    |
| <b>Entrega de resultados</b>  | Jueves 24/11/2016    | 17h00 PM    |
| COMPROMISO: La empresa solicitante del servicio se compromete a cancelar el costo del mismo de acuerdo a los valores establecidos mediante el convenio. |                      |             |
| .....<br>f) REPRESENTANTE LEGAL EMPRESA (SELLO)   |                      |             |

**4.2.4 Recepción de materiales para evaluación de determinación de la densidad aparente.**

|   |   |                     |                                       |
|---|---|---------------------|---------------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><br><b>RECEPCIÓN DE MATERIALES PARA EVALUACIÓN DE DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br><br>R-RM-DDA-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br><b>00</b>  | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>             |

Los materiales deben cumplir con las exigencias indicadas en requisitos y recomendaciones mostradas en el numeral 6.1 de la norma INEN ISO 845

| N° | Nombre del material            | Color del material | Uso del material      | Longitud (mm) | Anchura (mm) | Espesor (mm) | Libre de Despellejadas |    | Cumple con las especificaciones para hacer ensayado |    |
|----|--------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------|------------------------|----|---|----|
|    |                                |                    |                       |               |              |              | SI                     | NO | SI  | NO |
| 1  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 122           | 57           | 50           | x                      |    | X   |    |
| 2  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 122           | 57           | 50           | x                      |    | X   |    |
| 3  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 120           | 56           | 50           | x                      |    | X   |    |
| 4  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 123           | 57           | 50           | x                      |    | X   |    |
| 5  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 123           | 57           | 51           | x                      |    | X   |    |

Nota: EL material debe estar libre de despellejaduras con lo indica el numeral 5.1 de la norma INEN ISO 845

-----  
Técnico Responsable

**4.2.5 Registro de acondicionamiento de las muestras.**

|   |  |                    |  |
|---|--|--------------------|--|
|  | TÍTULO:  |                    | CÓDIGO:  |
|   | <b>REGISTRO DE<br/>ACONDICIONAMIENTO DE LAS<br/>NUESTRAS</b> |                    | <b>R-RA-DDA-<br/>FM-001</b>                    |
| No REVISIÓN:<br><b>00</b>   | SUSTITUYE A:   | RAZÓN DE REVISIÓN: | VIGENTE<br>DESDE:<br><b>Noviembre<br/>2016</b> |

Las muestras deben ser acondicionadas por lo menos 16 horas, con una humedad relativa de  $50 \pm 4 \% a 23 \pm 2 ^\circ C$   
 Mantener a estas condiciones hasta el momento del ensayo.  
 (Numeral 5.3 de la norma INEN ISO 845)

| Nº | Nombre del material            | Tiempo de acondicionamiento (16 a 48) Horas | Temperatura ( $23 \pm 2$ )°C | Humedad Relativa ( $50 \pm 4$ )% | Cumple con el acondicionamiento |    |
|----|--------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----|
|    |                                |   |                              |                                  | SI                              | NO |
| 1  | Espuma Flexible de Poliuretano | 16  | 23°C                         | 50%                              | X                               |    |
| 2  | Espuma Flexible de Poliuretano | 16  | 23°C                         | 50%                              | X                               |    |
| 3  | Espuma Flexible de Poliuretano | 16  | 23°C                         | 50%                              | X                               |    |
| 4  | Espuma Flexible de Poliuretano | 16  | 23°C                         | 50%                              | X                               |    |
| 5  | Espuma Flexible de Poliuretano | 16  | 23°C                         | 50%                              | X                               |    |

-----  
 Técnico Responsable

**4.2.6 Preparación de instrumentos de medición.**

|   |   |              |                            |
|---|---|--------------|----------------------------|
|  | TÍTULO:<br><b>PREPARACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</b> |              | CÓDIGO:<br>R-PI-DDA-FM-001 |
|   | No REVISIÓN:<br><b>00</b>                                 | SUSTITUYE A: | RAZÓN DE REVISIÓN:         |

Se deberá revisar el correcto funcionamiento de cada uno de los instrumentos llevando un registro de calibración con la última fecha que se realizó dicho requisito.

| Instrumentos               | Función   | Ultima fecha de Calibración y/o verificación | Cumple |    |
|----------------------------|---|--|--------|----|
|                            |   |  | SI     | NO |
| Horno de Acondicionamiento | Acondicionamiento de las probetas                   | 23/11/2016                                   | X      |    |
| Pie de rey                 | Medición de las probetas antes y después del ensayo | 24/11/2016                                   | X      |    |
| Balanza digital            | Obtener el peso de la probeta                       | 24/11/2016                                   | X      |    |

-----

Técnico Responsable

#### 4.3 Cálculos y resultados del ensayo de Determinación de la Resistencia a la Tracción y Alargamiento a la Rotura según la norma INEN – ISO 1798.

##### 4.3.1 Informe del ensayo de resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura de según la norma inen-iso-1798.

|   |   |                    |   |
|---|---|--------------------|---|
|  | TÍTULO:   |                    | CÓDIGO:                                 |
|   | <b>INFORME DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ALARGAMIENTO A LA ROTURA DE SEGÚN LA NORMA INEN-ISO-1798</b> |                    | R-RR-DRT-FM-001                         |
| No REVISIÓN:<br>00  | SUSTITUYE A:  | RAZÓN DE REVISIÓN: | VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre 2016</b> |

### INFORME DE ENSAYO N°- 03

#### OBJETIVO.

Determinar el valor de la resistencia a la tracción y el porcentaje de alargamiento a la rotura del material utilizado en Asientos de Vehículos, según la NORMA INEN ISO 1798.

#### REFERENCIA A ESTA NORMA INTERNACIONAL.

- ISO 1923 Plásticos y cauchos. Determinación de las dimensiones lineales.
- ISO 7500 – 1: 2004 Materiales Metálicos. Verificación de máquinas de pruebas uniaxiales estáticas. Parte 1: Maquinas de prueba de tensión y compresión. Verificación y calibrado del sistema de medida de fuerza.
- ISO 9513 Materiales metálicos. Calibrado de extensómetros utilizados en pruebas uniaxiales.
- ISO 23529 Caucho. Procedimientos generales para la preparación y el acondicionamiento de probetas utilizados en métodos de prueba físicos.

#### RECURSOS.

##### A.- HERRAMIENTAS:

- Micrómetro.
- Troquel de acero.
- Cámara de acondicionamiento.
- Maquina universal.

## B.- MATERIAL Y/O PROBETAS

- Mínimo 5 probetas de cada material.

## C.- PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

El proceso general para el ensayo de determinar el valor de la resistencia a la tracción y el porcentaje de alargamiento a la rotura se puede dividir en las siguientes etapas principales.

1. Medir con precisión el espesor y el ancho de cada una de las muestras de ensayo en tres puntos separados a distancias iguales, a lo largo de la longitud de referencia.
2. Amordazar los extremos de la muestra de ensayo en las mandíbulas de la máquina universal, de tal manera que la distancia entre las mandíbulas sea de  $90 \pm 5$  mm.
3. Hacer funcionar la máquina universal hasta que la muestra de ensayo se parta.
4. Registrar la fuerza máxima aplicada, así como la distancia entre las líneas de referencia en el momento de la ruptura.
5. Realizar el ensayo en cada una de las cuatro muestras restantes.
6. Determinar el área promedio de la sección transversal, en  $\text{mm}^2$ .
7. Elaborar la ficha de reporte del ensayo de determinación de la resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según la NORMA INEN ISO 1798.

## D.- DATOS GENERALES.

FECHA DE ENSAYO : 24/11/2016  
LABORATORIO : Facultad de Mecánica  
RESPONSABLE DEL ENSAYO : Ricardo Loayza – Jairo Loayza

## DATOS DE LA MUESTRA.

MATERIAL SIMPLE

MATERIAL COMPUESTO

**MATERIAL O MATERIALES:** Espumas Flexibles de Poliuretano clase V y de tipo HM (Espuma moldeada alta resiliencia).

**COLOR DEL MATERIAL:** .....BLANCO.....

**TIPO DE UNIÓN:** .....Ninguna.....

**ESPESOR (mm)** ..... 12.5.....

**MÉTODO DE REDUCCIÓN (Si éste aplica)**.....No.....

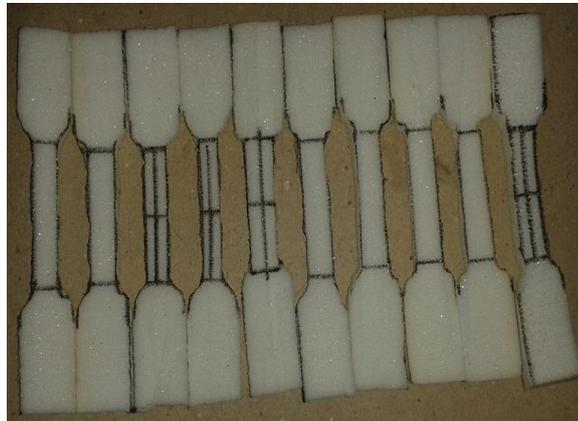
LONGITUD (mm).....152 .....ANCHURA (mm)..25...  
**ENSAYO**  
**POSICIÓN DE LA MUESTRA:** .....Vertical.....  
**NÚMERO DE MUESTRAS:** .....5.....

E.- Acondicionamiento Sí  No

Para realizar el acondicionamiento se debe regular la temperatura y la humedad de la cámara de acondicionamiento de acuerdo a lo establecido en la norma INEN – ISO 1798 la cual nos especifica que las probetas a ensayar deben estar a una temperatura de  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  y una humedad relativa de  $(50 \pm 5)\%$  por una duración de 16 horas.

**F.- IMAGEN DEL MATERIAL PREVIO AL ENSAYO.**

**Figura 55.** Probetas para realizar el ensayo de resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura



**Fuente:** Autores

**Tabla 7.** Dimensiones y Fuerza aplicada de las probetas antes del ensayo.

| Ítem           | Ancho Sección Angosta (mm) | Espesor (mm) | Área (mm) <sup>2</sup> | Fuerza ultima (N) |
|----------------|----------------------------|--------------|------------------------|-------------------|
| 1              | 13.24                      | 11.90        | 157.56                 | 14.17             |
| 2              | 13.50                      | 12.10        | 163.35                 | 14.17             |
| 3              | 13.30                      | 11.80        | 156.94                 | 15.00             |
| 4              | 13.42                      | 12.00        | 161.04                 | 15.83             |
| 5              | 13.30                      | 11.90        | 158.27                 | 17.50             |
| Promedio Total | 13.35                      | 11.94        | 159.43                 | 15.33             |

**Fuente:** Autores.

## G.- MÉTODO DE CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EXPRESADA EN KPA.

Como mínimo se necesitan 5 probetas de cada material a ensayar, por lo cual se necesitará el área transversal de cada probeta a ensayar para verificar si el material cumple o no con la normativa expuesta en el procedimiento.

**Tabla 8.** Resultado de la resistencia última a la tracción.

| ITEM                  | Resistencia Última a la tracción (KPa) | APRUEBA (Si - No) |  |
|-----------------------|--|-------------------|--|
| 1                     | 90                                     | X                 |  |
| 2                     | 86.4                                   | X                 |  |
| 3                     | 95.3                                   | X                 |  |
| 4                     | 98.6                                   | X                 |  |
| 5                     | 110.2                                  | X                 |  |
| <b>PROMEDIO TOTAL</b> | <b>96.1</b>                            | <b>X</b>          |  |

**Fuente:** Autores.

Se determina aplicando la ecuación siguiente.

$$R = \frac{F}{A} \quad R = \frac{15.33 \text{ N}}{159.43 \text{ mm}^2} \quad R = 0.096 \text{ MPa} \quad R = 96.1 \text{ KPa} \quad (11)$$

**En donde:**

R = Resistencia a la tracción, expresada en KPa.

F = Fuerza máxima aplicada, expresada en Newton.

A = Área promedio de la sección transversal, expresada en mm<sup>2</sup>

**Resistencia a la tracción** = 96.1 KPa

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <p>Numeral 7.1 de la INEN-ISO-1798.<br/>                 Numeral 11 de la INEN-ISO-5999.</p> | <p><b>R</b> = 50 KPa mínimo</p> |
|--|---------------------------------|

## H.- CONCLUSIONES:

- Luego del ensayo realizado se concluye que las probetas de Espumas Flexibles de Poliuretano clase V y de tipo HM (Espuma moldeada baja resiliencia), si cumplen con lo estipulado en el numeral 11 de la norma INEN-ISO-5999 como se lo muestra en la tabla 2.
- Las probetas a las cuales se les realizo el ensayo correspondiente no sufrieron deformación alguna por lo contrario si hubo rotura tal como se aprecia en la figura 2.

## I.- MÉTODO DE CÁLCULO DE LA DEFORMACIÓN A LA ROTURA EXPRESADA EN %.

Como mínimo se necesitan 5 probetas de cada material a ensayar, por lo cual se necesitará la distancia original de la longitud y la distancia al momento de la rotura de cada probeta a ensayar para verificar si el material cumple o no con la normativa expuesta en el procedimiento.

**Tabla 9.** Porcentaje de la Deformación a la Rotura.

| ITEM                  | Deformación a la rotura (%) | APRUEBA (Si - No) |          |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------|----------|
|                       |                             |                   |          |
| 1                     | 45.0                        |                   | X        |
| 2                     | 42.1                        |                   | X        |
| 3                     | 44.0                        |                   | X        |
| 4                     | 47.9                        |                   | X        |
| 5                     | 43.4                        |                   | X        |
| <b>PROMEDIO TOTAL</b> | <b>44.5</b>                 |                   | <b>X</b> |

Fuente: Autores

Se determina aplicando la ecuación siguiente.

$$\%A = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100 \quad (12)$$

En donde:

A = Porcentaje de alargamiento al punto de ruptura, expresado como %

L = Distancia entre las líneas de referencia en el momento de la ruptura.

L<sub>0</sub> = distancia original entre las líneas de referencia.

$$\%A = 44.5$$

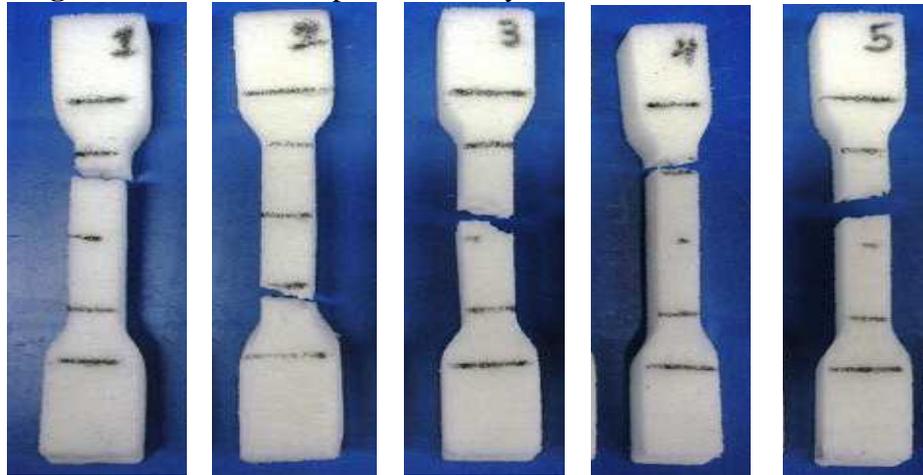
|   |             |
|---|-------------|
| Numeral 7.1 de la INEN-ISO-1798.<br>Numeral 11 de la INEN-ISO-5999. | %A = 90 min |
|---|-------------|

## J.- CONCLUSIONES:

- Luego del ensayo realizado se concluye que las probetas de Espumas Flexibles de Poliuretano clase V y de tipo HM (Espuma moldeada alta resiliencia), no cumple con lo estipulado en el numeral 11 de la norma INEN-ISO-5999 como se lo muestra en la tabla 3.
- Las probetas a las cuales se les realizo el ensayo correspondiente no sufrieron deformación alguna por lo contrario si hubo rotura tal como se aprecia en la figura 2.

ANEXAR FOTOGRAFÍAS DE CADA MATERIAL ENSAYADO CON TAMAÑO MÍNIMO DE 152 mm DE LONGITUD, 25 mm DE ANCHURA (NORMA INEN-ISO-1798)

**Figura 56.** Probetas después del ensayo de resistencia a la tracción.



**Fuente:** Autores

**Figura 57.** Ensayo de tracción realizado en una probeta de espuma de poliuretano



**Fuente:** Autores.

**K.- OBSERVACIONES:**

NOTA: En observaciones se dará a saber si el material no se deforma, o si se produjo alguna condición diferente a las explicadas en procedimientos.

.....  
TÉCNICO ENCARGADO DE REALIZAR EL ENSAYO

**4.3.2 Modelo de solicitud de servicios de determinación de resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura a espumas de poliuretano.**

|   |   |                    |   |
|---|---|--------------------|---|
|  | TÍTULO:   |                    | CÓDIGO:                                 |
|   | <b>MODELO DE SOLICITUD DE SERVICIOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ALARGAMIENTO A LA ROTURA A ESPUMAS DE POLIURETANO</b> |                    | R- S - DRT-FM-001                       |
| No REVISIÓN:<br>00  | SUSTITUYE A:  | RAZÓN DE REVISIÓN: | VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre 2016</b> |

**SOLICITUD DE SERVICIO N°- 03**

**FECHA:** .....

**ATENCIÓN:**

Por medio de la presente solicito a usted la realización del ensayo de determinación de resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura de materiales utilizados en los asientos de vehículos, cuyos datos adjunto a continuación.

| <b>DATOS DEL MATERIAL</b>  |  |
|--|--|
| <b>Nombre del Material</b>   | Espumas Flexibles de poliuretano                     |
| <b>Número de muestras</b>  | 5  |
| <b>Color de las muestras</b>   | Blanco   |
| <b>Espesor de las muestras</b>   | 12.5 mm  |
| <b>Utilización del material en la carrocería</b>   | Asientos   |
| <b>DATOS DE LA EMPRESA</b>   |  |
| Nombre de la Empresa   | ESPROM   |
| RUC  | 1891750338001  |
| Representante legal  | Sr. Santiago Proaño                                  |
| Técnico responsable de la Empresa  | Cristhian Córdoba.                                   |
| Teléfono   | 032434129  |
| E- Mail  | <a href="mailto:info@esprom.com">info@esprom.com</a> |
| <b>ALCANCE DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ALARGAMIENTO A LA ROTURA A ESPUMAS DE POLIURETANO</b> |  |
| El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas.                  |  |
| Numeral 7.1 de la INEN-ISO-1798.<br>Numeral 11 de la INEN-ISO-5999.  | <b>R = 40 KPa min</b><br><b>%A = 90 min</b>          |

.....  
REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

**4.3.3 Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos.**

|   |   |                    |   |
|---|---|--------------------|---|
|  | TÍTULO:   |                    | CÓDIGO:                                 |
|   | <b>FORMATO PLAN DE EVALUACIÓN DE MATERIALES UTILIZADOS EN LOS ASIENTOS DE VEHÍCULOS</b> |                    | R-PL-DRT-FM-001                         |
| No REVISIÓN:<br>00  | SUSTITUYE A:  | RAZÓN DE REVISIÓN: | VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre 2016</b> |

Plan de Evaluación N°-.....

Fecha: .....

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA        | ESPROM PUR Cía. Ltda.                           |
| DIRECCIÓN DE LA EMPRESA           | Calle F s/n y Calle 3 Parque Industrial Ambato. |
| DOCUMENTOS LEGALES DE LA EMPRESA  |   |
| RUC                               | 1891750338001                                   |
| REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA | Sr. Santiago Proaño                             |
| TELÉFONO                          | 032434129                                       |
| E-MAIL                            | info@esprom.com                                 |

**EQUIPO EVALUADOR:**

El equipo evaluador está integrado por:..... (Técnico)

..... (Asistente)

**Tabla 10.** Selección de ensayo

| ENSAYO   | NORMA           | ENSAYO A REALIZAR |
|--|-----------------|-------------------|
| Deformación Remanente por compresión                 | INEN – ISO 1856 |                   |
| Densidad aparente                                    | INEN – ISO 845  |                   |
| Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura | INEN – ISO 1798 | <b>X</b>          |
| Resistencia al Desgarre                              | INEN 2020       |                   |
| Determinación de la Porosidad                        | INEN 2020       |                   |
| Determinación de la Inflamabilidad                   | ISO 3795        |                   |

**Fuente:** Autores.

## ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:

El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas.

Numeral 7.1 de la INEN-ISO-1798.

Numeral 11 de la INEN-ISO-5999

## PROGRAMACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE MATERIALES.

| ACTIVIDAD  | DÍA                  | HORA     |
|--|----------------------|----------|
| <b>Recepción de Materiales</b>   | Viernes 18/11/2016   | 09h00 AM |
| <b>Dimensionamiento de las Muestras</b>  | Lunes 21/11/2016     | 10h00 AM |
| <b>Ensayo</b>  | Miércoles 23/11/2016 | 11h00 AM |
| <b>Entrega de resultados</b>   | Martes 29/11/2016    | 10h00 AM |
| <p>COMPROMISO: La empresa solicitante del servicio se compromete a cancelar el costo del mismo de acuerdo a los valores establecidos mediante el convenio.</p> <p>.....</p> <p>REPRESENTANTE LEGAL EMPRESA (SELLO)</p> |                      |          |

**4.3.4 Recepción de probetas para evaluación determinación de resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura a espumas de poliuretano.**

|   |  |                     |                                   |
|---|--|---------------------|-----------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>RECEPCIÓN DE PROBETAS PARA EVALUACIÓN DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ALARGAMIENTO A LA ROTURA A ESPUMAS DE POLIURETANO.</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br>R-RM-DRT-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br><b>00</b>   | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>         |

Los materiales deben cumplir con las exigencias indicadas en requisitos y recomendaciones mostradas en el numeral 6.1 de la norma INEN ISO 1856

| Nº | Nombre del material            | Color del material | Uso del material      | Longitud (mm) | Anchura (mm) | Espesor (mm) | Libre de Despellejaduras |    | Cumple con las especificaciones para hacer ensayado |    |
|----|--------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------|--------------------------|----|---|----|
|    |                                |                    |                       |               |              |              | SI                       | NO | SI  | NO |
| 1  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 152           | 25           | 12.5         | x                        |    | X   |    |
| 2  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 152           | 25           | 12.5         | x                        |    | X   |    |
| 3  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 152           | 25           | 12.5         | x                        |    | X   |    |
| 4  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 152           | 25           | 12.5         | x                        |    | X   |    |
| 5  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 152           | 25           | 12.5         | x                        |    | X   |    |

Nota: EL material debe estar libre de despellejaduras con lo indica el numeral 5.2 de la norma INEN ISO 1798

-----  
 Técnico Responsable.

### 4.3.5 Registro de acondicionamiento de las muestras.

|   |  |                    |   |
|---|--|--------------------|---|
|  | TÍTULO:  |                    | CÓDIGO:                                     |
|   | <b>REGISTRO DE<br/>ACONDICIONAMIENTO DE LAS<br/>NUESTRAS</b> |                    | <b>R-RA-DRT-<br/>FM-001</b>                 |
| No REVISIÓN:<br><b>00</b>   | SUSTITUYE A:   | RAZÓN DE REVISIÓN: | VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre<br/>2016</b> |

Las muestras deben ser acondicionadas por lo menos 22 horas, con una humedad relativa de  $50 \pm 4\%$  a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Mantener a estas condiciones hasta el momento del ensayo

(Numeral 5.4 de la norma INEN ISO 1798)

| N° | Nombre del material            | Tiempo de acondicionamiento | Temperatura ( $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ) | Humedad Relativa ( $50 \pm 4\%$ ) | Cumple con el acondicionamiento |    |
|----|--------------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|----|
|    |                                |                             |  |                                   | SI                              | NO |
| 1  | Espuma Flexible de Poliuretano | 16                          | 23°C                                     | 50%                               | X                               |    |
| 2  | Espuma Flexible de Poliuretano | 16                          | 23°C                                     | 50%                               | X                               |    |
| 3  | Espuma Flexible de Poliuretano | 16                          | 23°C                                     | 50%                               | X                               |    |
| 4  | Espuma Flexible de Poliuretano | 16                          | 23°C                                     | 50%                               | X                               |    |
| 5  | Espuma Flexible de Poliuretano | 16                          | 23°C                                     | 50%                               | X                               |    |

-----  
Técnico Responsable.

#### 4.3.6 Preparación de instrumentos de medición.

|   |  |                     |                                   |
|---|--|---------------------|-----------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>PREPARACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br>R-PI-DRT-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br><b>00</b>                                 | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>         |

Se deberá revisar el correcto funcionamiento de cada uno de los instrumentos llevando un registro de calibración con la última fecha que se realizó dicho requisito.

| Instrumentos               | Función  | Última fecha de Calibración y/o verificación | Es apto para realizar el ensayo |    |
|----------------------------|--|--|---------------------------------|----|
|                            |  |  | SI                              | NO |
| Horno de Acondicionamiento | Acondicionamiento de las probetas  | 23/11/2016                                   | X                               |    |
| Maquina Universal          | Determinar la resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura de las probetas | 24/11/2016                                   | X                               |    |
| Micrómetro                 | Medición de las probetas antes y después del ensayo                                | 25/11/2016                                   | X                               |    |

-----  
 Técnico Responsable

#### 4.4 Cálculos y resultados del ensayo de resistencia al desgarre según la norma NTE INEN 2020.

##### 4.4.1 Informe del ensayo de resistencia al desgarre según la norma NTE INEN 2020.

|   |   |                    |   |
|---|---|--------------------|---|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>INFORME DEL ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESGARRE SEGÚN LA NORMA NTE INEN 2020</b> |                    | <b>CÓDIGO:</b><br>R-RR-DRD-FM-001       |
| No REVISIÓN:<br>00  | SUSTITUYE A:  | RAZÓN DE REVISIÓN: | VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre 2016</b> |

### INFORME DE ENSAYO N°- 04

#### OBJETIVO.

Determinar la resistencia al desgarre del material utilizado en Asientos de Vehículos, según la NORMA NTE INEN 2020

#### REFERENCIA DE NORMAS INTERNACIONALES

- Norma técnica colombiana NTC 2019 Plásticos. Espumas flexibles de poliuretano. Instituto Colombiano de Normas Técnicas
- NORMA ASTM D 3770-79 Especificación para materiales celulares flexibles Poliuretano de alta resiliencia

#### RECURSOS.

##### A.- HERRAMIENTAS:

- Maquina universal
- Micrómetro
- Cámara de acondicionamiento

##### B.- MATERIAL Y/O PROBETAS

- 5 probetas (Tabla 6 de muestreo NTE INEN 2021)

##### C.- PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

El proceso general para el ensayo de resistencia al desgarre se puede dividir en las siguientes etapas principales.

1. Preparar el equipo e instrumentos de medición.

2. Sacar la probeta a ser ensayada de la cámara de acondicionamiento.
3. Amordazar los extremos de la nuestra de ensayo en la maquina universal, de tal manera que la distancia entre mandíbulas sea de  $90 \pm 5 \text{ mm}$
4. Hacer funcionar la máquina universal con un movimiento del brazo a 50mm/min
5. Registra la fuerza máxima aplicada, así como la distancia entre las líneas de referencia en el momento de ruptura; mínimo debe existir 50 mm de ruptura en la probeta
6. Repetir el mismo procedimiento a cada una de las probetas restantes.
7. Elaborar la ficha de reporte del ensayo de resistencia al desgarre según la NORMA NTE INEN 2020

**D.- DATOS GENERALES.**

FECHA DE ENSAYO : 25/11/2016  
 LABORATORIO : Facultad de Mecánica  
 RESPONSABLE DEL ENSAYO : Ricardo Loayza – Jairo Loayza

**DATOS DE LA MUESTRA.**

MATERIAL SIMPLE

MATERIAL COMPUESTO

**MATERIAL O MATERIALES:** Espumas Flexibles de Poliuretano clase V y de tipo HM (Espuma moldeada alta resiliencia).

**COLOR DEL MATERIAL:** .....BLANCO.....

**TIPO DE UNIÓN:** .....Ninguna.....

**ESPESOR (mm)** ...25... **ANCHO (mm)**...25... **ALTURA (mm)**...150...

**MÉTODO DE REDUCCIÓN (Si éste aplica)**.....No.....

**ENSAYO**

**POSICIÓN DE LA MUESTRA:** .....Horizontal.....

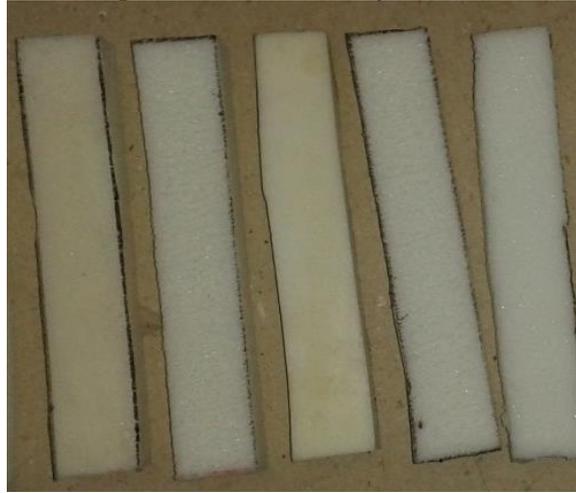
**NÚMERO DE MUESTRAS:** .....5.....

**E.- ACONDICIONAMIENTO** Sí  No

Para realizar el acondicionamiento se debe regular la temperatura y la humedad de la cámara de acondicionamiento de acuerdo a lo establecido en la norma INEN – 2020 la cual nos especifica que las probetas a ensayar deben estar a una temperatura de  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  y una humedad relativa de  $(50 \pm 4)\%$  por una duración de 16 horas.

## F.- IMAGEN DEL MATERIAL PREVIO AL ENSAYO

**Figura 58.** Probetas para realizar el ensayo de resistencia al desgarre



**Fuente:** Autores.

**Tabla 11.** Ancho y Fuerza máxima registrada en las probetas de espuma de poliuretano

| Ítem | ANCHO DE LA MUESTRA (mm) | FUERZA MÁXIMA REGISTRADA (N) |
|------|--------------------------|------------------------------|
| 1    | 25,20                    | 5,83                         |
| 2    | 26,70                    | 5,00                         |
| 3    | 25,10                    | 5,83                         |
| 4    | 25,00                    | 5,00                         |
| 5    | 26,10                    | 5,00                         |

**Fuente:** Autores.

## G.- MÉTODO DE CÁLCULO DE RESISTENCIA AL DESGARRE.

Se necesitaran las 5 probetas de cada material a ensayar, por lo cual se necesitará el ancho de la muestra y la fuerza máxima registrada para verificar si el material cumple o no con la normativa expuesta en el procedimiento.

**Tabla 12.** Resistencia al desgarre (N/mm) promedio total

| ITEM         | Resistencia al desgarre (N/mm) | APRUEBA (Si - No) |  |
|--------------|--------------------------------|-------------------|--|
| 1            | 0,23                           | X                 |  |
| 2            | 0,19                           | X                 |  |
| 3            | 0,23                           | X                 |  |
| 4            | 0,20                           | X                 |  |
| 5            | 0,19                           | X                 |  |
| <b>Total</b> | 0,21                           | X                 |  |

**Fuente:** Autores.

Se determina aplicando la ecuación siguiente.

$$R = \frac{F}{A} = \frac{8,83N}{25,20mm} = 0,21 \frac{N}{mm} \quad (13)$$

Re = resistencia al desgarre. N/mm

Fr = fuerza máxima registrada, N

Am = Ancho de la muestra, mm

**Resistencia al desgarre= 0,21 N/mm**

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Numeral 4.6 de la NTE INEN 2020<br>TABLA 5. De la NTE INEN 2021 | Valor aproximado a 0,263 N/mm |
|---|-------------------------------|

## **H.-CONCLUSIONES:**

- Luego del ensayo realizado se concluye que el material de espumas de poliuretano Clase 44 grado 12 (Espuma Flexible), cumple con lo estipulado en la TABLA 5 de la norma NTE INEN 2021 como se lo muestra en la Tabla 2
- Las probetas las cuales se les realizó el ensayo correspondiente sufrieron un desgarre mayor a 50 mm como se puede notar en la Figura 2 por ende el ensayo se realizó correctamente.

ANEXAR FOTOGRAFÍAS DE CADA MATERIAL ENSAYADO CON TAMAÑO MÍNIMO (150x25)  $\pm 1 \text{ mm}$  y  $25 \pm 1 \text{ mm}$  DE ESPESOR (NORMA NTE INEN-2020)

**Figura 59.** Probetas para realizar el ensayo de resistencia al desgarre



**Fuente:** Autores.

**L.- OBSERVACIONES:**

En observaciones se dará a saber si el material no se deforma, o si se produjo alguna condición diferente a las explicadas en procedimientos.

.....  
TÉCNICO ENCARGADO  
DE REALIZAR EL ENSAYO

**4.4.2 Modelo de solicitud de servicios de resistencia al desgarre a espumas de poliuretano.**

|   |   |              |                                   |
|---|---|--------------|-----------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>MODELO DE SOLICITUD DE SERVICIOS DE RESISTENCIA AL DESGARRE A ESPUMAS DE POLIURETANO</b> |              | <b>CÓDIGO:</b><br>R- S-DRD-FM-001 |
|   | No REVISIÓN:<br>00  | SUSTITUYE A: | RAZÓN DE REVISIÓN:                |

**SOLICITUD DE SERVICIO N°- 04**

**FECHA:** .....

**ATENCIÓN:**

Por medio de la presente solicito a usted la realización del ensayo de resistencia al desgarre de materiales utilizados en los asientos de vehículos, cuyos datos adjunto a continuación.

| DATOS DEL MATERIAL  |  |
|---|--|
| Nombre del Material   | Espumas Flexibles de poliuretano                     |
| Número de muestras  | 5  |
| Color de las muestras   | Blanco   |
| Espesor de las muestras   | 25 mm  |
| Utilización del material en la carrocería   | Asientos   |
| DATOS DE LA EMPRESA   |  |
| Nombre de la Empresa  | ESPROM   |
| RUC   | 1891750338001  |
| Representante legal   | Sr. Santiago Proaño                                  |
| Técnico responsable de la Empresa   |  |
| Teléfono  | 032434129  |
| E- Mail   | <a href="mailto:info@esprom.com">info@esprom.com</a> |
| ALCANCE DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE RESISTENCIA AL DESGARRE.   |  |
| El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas. |  |
| Numeral 4.6 de la NTE INEN 2020<br>TABLA 5. De la NTE INEN 2021   | Valor aproximado a 0,263 <i>N/mm</i>                 |

Seguros de contar con la atención inmediata a nuestro requerimiento, le anticipamos nuestro agradecimiento.

.....

REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

**4.4.3 Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos.**

|   |   |              |                                   |
|---|---|--------------|-----------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>FORMATO PLAN DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS DE MATERIALES UTILIZADOS EN LOS ASIENTOS DE VEHÍCULOS</b> |              | <b>CÓDIGO:</b><br>R-PL-DRD-FM-001 |
|   | No REVISIÓN:<br>00  | SUSTITUYE A: | RAZÓN DE REVISIÓN:                |

Plan de Evaluación N°-.....

Fecha: .....

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA        | ESPROM PUR Cía. Ltda.                           |
| DIRECCIÓN DE LA EMPRESA           | Calle F s/n y Calle 3 Parque Industrial Ambato. |
| DOCUMENTOS LEGALES DE LA EMPRESA  | 1   |
| RUC                               | 1891750338001                                   |
| REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA | Sr. Santiago Proaño                             |
| TELÉFONO                          | 032434129                                       |
| E-MAIL                            | info@esprom.com                                 |

**EQUIPO EVALUADOR:**

El equipo evaluador está integrado por:..... (Técnico)

..... (Asistente)

**Tabla 13.** Selección de ensayo

| ENSAYO   | NORMA           | ENSAYO A REALIZAR |
|--|-----------------|-------------------|
| Deformación Remanente por compresión                 | INEN – ISO 1856 |                   |
| Densidad aparente                                    | INEN – ISO 845  |                   |
| Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura | INEN – ISO 1798 |                   |
| Resistencia al Desgarre                              | INEN 2020       | <b>X</b>          |
| Determinación de la Porosidad                        | INEN 2020       |                   |
| Determinación de la Inflamabilidad                   | ISO 3795        |                   |

**Fuente:** Autores.

### **ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:**

El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas.

Numeral 4.6 de la NTE INEN 2020

TABLA 5. De la NTE INEN 2021.

### **PROGRAMACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE MATERIALES.**

| <b>ACTIVIDAD</b>   | <b>DÍA</b>         | <b>HORA</b> |
|--|--------------------|-------------|
| <b>Recepción de Materiales</b>   | Viernes 18/11/2016 | 09h00 AM    |
| <b>Dimensionamiento de las muestras</b>  | Lunes 21/11/2016   | 10h00 AM    |
| <b>Ensayo</b>  | Viernes 25/11/2016 | 14h00 AM    |
| <b>Entrega de resultados</b>   | Viernes /02/2016   | 11h00 AM    |
| <b>COMPROMISO:</b> La empresa solicitante del servicio se compromete a cancelar el costo del mismo de acuerdo a los valores establecidos mediante el convenio. |                    |             |
| .....<br>f) REPRESENTANTE LEGAL EMPRESA (SELLO)  |                    |             |

**4.4.4 Recepción de materiales para ensayo de resistencia al desgarre según la norma NTE INEN 2020.**

|   |  |                     |  |
|---|--|---------------------|--|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>RECEPCIÓN DE MATERIALES PARA ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESGARRE SEGÚN LA NORMA NTE INEN 2020</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br><b>R-RM-DRD-FM-001</b> |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br><b>00</b>   | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>                |

Los materiales deben cumplir con las exigencias indicadas en requisitos y recomendaciones mostradas en el numeral 3.2.2 de la norma NTE INEN 2020

| N° | Nombre del material            | Color del material | Uso del material       | Ancho (mm) | Espesor (mm) | Altura (mm) | Libre de Despellejaduras |    | Cumple con las especificaciones para hacer ensayado |    |
|----|--------------------------------|--------------------|------------------------|------------|--------------|-------------|--------------------------|----|---|----|
|    |                                |                    |                        |            |              |             | SI                       | NO | SI  | NO |
| 1  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asiento s de vehículos | 25         | 25           | 150         | x                        |    | X   |    |
| 2  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asiento s de vehículos | 25         | 25           | 150         | x                        |    | X   |    |
| 3  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asiento s de vehículos | 25         | 25           | 150         | x                        |    | X   |    |
| 4  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asiento s de vehículos | 25         | 25           | 150         | x                        |    | X   |    |
| 5  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asiento s de vehículos | 25         | 25           | 150         | x                        |    | X   |    |

Nota: EL material debe estar libre de despellejaduras con lo indica el numeral 3.2.2 de la norma INEN 2020

-----  
Técnico Responsable

#### 4.4.5 Registro de acondicionamiento de las muestras.

|   |  |                     |                                  |
|---|--|---------------------|----------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>REGISTRO DE ACONDICIONAMIENTO DE LAS NUESTRAS</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br>R-RA-DRD-FM-00 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br><b>00</b>                                       | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>        |

Las muestras deben ser acondicionadas por lo menos 16 horas, con una humedad relativa de  $50 \pm 4\%$  a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Mantener a estas condiciones hasta el momento del ensayo

(Numeral 3.2.1 de la norma NTE INEN 2020)

| N° | Nombre del material            | Tiempo de acondicionamiento (16 a 24) horas | Temperatura ( $23 \pm 2$ )°C) | Humedad Relativa ( $50 \pm 4$ )% | Cumple con el acondicionamiento |    |
|----|--------------------------------|---|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----|
|    |                                |   |                               |                                  | SI                              | NO |
| 1  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                          | 50%                              | <b>X</b>                        |    |
| 2  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                          | 50%                              | <b>X</b>                        |    |
| 3  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                          | 50%                              | <b>X</b>                        |    |
| 4  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                          | 50%                              | <b>X</b>                        |    |
| 5  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                          | 50%                              | <b>X</b>                        |    |

-----  
 Técnico Responsable

#### 4.4.6 Preparación de instrumentos de medición.

|   |  |                     |                                   |
|---|--|---------------------|-----------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>PREPARACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br>R-PI-DRD-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br><b>00</b>                                 | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>         |

Se deberá revisar el correcto funcionamiento de cada uno de los instrumentos llevando un registro de calibración con la última fecha que se realizó dicho requisito.

| Instrumentos               | Función   | Última fecha de Calibración y/o verificación | Es apto para realizar el ensayo |    |
|----------------------------|---|--|---------------------------------|----|
|                            |   |  | SI                              | NO |
| Horno de Acondicionamiento | Acondicionamiento de las probetas   | 24/11/2016                                   | X                               |    |
| Micrómetro                 | Instrumento de medición de longitud   | 25/11/2016                                   | X                               |    |
| Maquina universal          | Máquina para posible someter materiales a ensayos de tracción y compresión para medir sus propiedades | 25/11/2016                                   | X                               |    |

-----  
Técnico responsable

#### 4.5 Cálculos y resultados del ensayo de porosidad según la norma NTE INEN 2020.

##### 4.5.1 Informe del ensayo de determinación de porosidad según la norma NTE INEN 2020.

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|  | <b>TÍTULO:<br/>INFORME DEL ENSAYO DE<br/>DETERMINACIÓN DE POROSIDAD<br/>SEGÚN LA NORMA NTE INEN 2020</b> | <b>CÓDIGO:<br/>R-RR-DP-FM-<br/>001</b> |  |
| <b>No REVISIÓN:<br/>00</b>  | <b>SUSTITUYE A:</b>  | <b>RAZÓN DE<br/>REVISIÓN:</b>          | <b>VIGENTE<br/>DESDE:<br/>Noviembre<br/>2016</b> |

#### INFORME DE ENSAYO N° - 05

#### OBJETIVO.

Determinar el porcentaje de determinación de porosidad del material utilizado en Asientos de Vehículos, según la NORMA NTE INEN 2020

#### RECURSOS.

##### A.- HERRAMIENTAS:

- Manómetro
- Flujómetro
- Porta- probetas (porta-muestras)
- Probetas
- Cámara de acondicionamiento
- Compresor de aire

##### B.- MATERIAL Y/O PROBETAS

- 5 probetas (Tabla 6 de muestreo NTE INEN 2021)

##### C.- PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

El proceso general para el ensayo de porosidad se puede dividir en las siguientes etapas principales.

- Preparar el equipo e instrumentos de medición.
- Sacar la probeta a ser ensayada de la cámara de acondicionamiento.
- Colocar la probeta en el porta-muestras.

- Abrir el suministro de aire y regular el mismo para obtener una presión en el sistema 125 Pa
- Cuando la presión sea constante en el sistema, tomar nota de la velocidad de flujo.
- Repetir el mismo procedimiento a cada una de las probetas restantes.
- Elaborar la ficha de reporte del ensayo de determinación de porosidad según la NORMA NTE INEN 2020.

**D.- DATOS GENERALES.**

FECHA DE ENSAYO : 24/11/2016  
 LABORATORIO : Facultad de Mecánica  
 RESPONSABLE DEL ENSAYO : Ricardo Loayza – Jairo Loayza

**DATOS DE LA MUESTRA.**

MATERIAL SIMPLE

MATERIAL COMPUESTO

**MATERIAL O MATERIALES:** Espumas Flexibles de Poliuretano clase V y de tipo HM (Espuma moldeada alta resiliencia).

**COLOR DEL MATERIAL:** .....BLANCO.....

**TIPO DE UNIÓN:** .....Ninguna.....

**ESPESOR (mm)** .....25..... **DIÁMETRO (mm)**.....38.....

**MÉTODO DE REDUCCIÓN (Si éste aplica)**.....No.....

**ENSAYO**

**POSICIÓN DE LA MUESTRA:** .....vertical.....

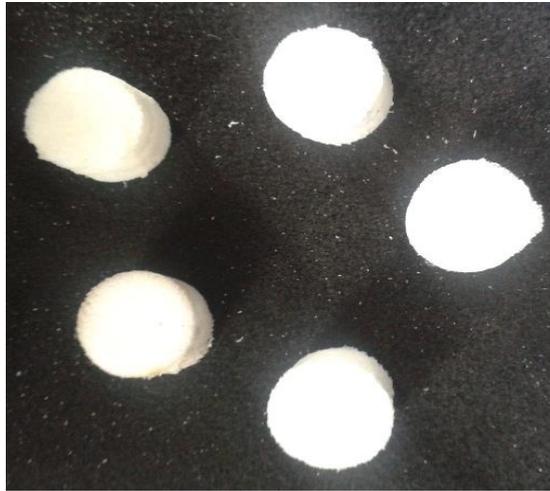
**NÚMERO DE MUESTRAS:** .....5.....

**E.- ACONDICIONAMIENTO** Sí  No

Para realizar el acondicionamiento se debe regular la temperatura y la humedad de la cámara de acondicionamiento de acuerdo a lo establecido en la norma INEN 2020 la cual nos especifica que las probetas a ensayar deben estar a una temperatura de  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  y una humedad relativa de  $(50 \pm 4)\%$  por una duración de 16 horas.

## F.- IMAGEN DEL MATERIAL PREVIO AL ENSAYO

**Figura 60.** Probetas para realizar el ensayo de Porosidad



**Fuente:** Autores

**Tabla 14.** Presión inicial y velocidad de flujo de salida del sistema y porta-probetas

| Ítem | PRESIÓN INICIAL (PA) | DIÁMETRO (m) | ÁREA ( $m^2$ ) | VELOCIDAD DE FLUJO DE SALIDA ( $\frac{m^3}{s}$ ) |
|------|----------------------|--------------|----------------|--|
| 1    | 125                  | 0,038        | 0,00113        | 0,0000125  |
| 2    | 124                  | 0,0375       | 0,00110        | 1,66E-5  |
| 3    | 125                  | 0,0385       | 0,00116        | 1,66E-5  |
| 4    | 125                  | 0,037        | 0,00107        | 0,0000125  |
| 5    | 126                  | 0,0375       | 0,00110        | 1,66E-5  |

**Fuente:** Autores

## G.- MÉTODO DE CÁLCULO DE DETERMINAR LA POROSIDAD EN PORCENTAJE.

Se necesitaran las 5 probetas de cada material a ensayar, por lo cual se necesitará la presión inicial y la velocidad de flujo de salida para verificar si el material cumple o no con la normativa expuesta en el procedimiento.

**Tabla 15.** Porcentaje de Porosidad de cada probeta de ensayo

| ITEM       | Porcentaje de porosidad (%) |
|------------|-----------------------------|
| 1          | 4,4                         |
| 2          | 3,2                         |
| 3          | 3,4                         |
| 4          | 4,2                         |
| 5          | 3,2                         |
| %<br>TOTAL | 3,7                         |

**Fuente:** Autores

Se determina aplicando la ecuación siguiente.

$$\text{Porosidad}, \frac{m^3}{s.m^2} = 2040F \quad (14)$$

$$Ap = \pi * \frac{D^2}{4} \quad (15)$$

$$\% \text{Porosidad} = \left( \frac{Ap}{\text{Porosidad}} \right) * 100 \quad (16)$$

Fv = régimen o velocidad del Flujo en  $\frac{m^3}{s}$

Ap = Área de la probeta

Di = Diámetro de la probeta

Porosidad % = 4.28%

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Numeral 4.10.4.1 del NTE INEN 2020<br>Requerimientos establecidos por la empresa<br>solicitante. | De acuerdo al proveedor. |
|--|--------------------------|

## H.- CONCLUSIONES:

Las probetas a las cuales se les realizó el ensayo correspondiente si hubo paso de fluido de aire a una presión de 125 Pa como lo establece la norma NTE INEN 2020, dando los resultados de porcentajes de porosidad de la tabla 2.

ANEXAR FOTOGRAFÍAS DE CADA MATERIAL ENSAYADO CON TAMAÑO MÍNIMO  $38 \pm 1 \text{ mm}$  DE DIÁMETRO y  $25 \pm 1 \text{ mm}$  DE ESPESOR (NORMA NTE INEN-2020)

**Figura 61.** Probeta de espuma de poliuretano después del ensayo



**Fuente:** Autores

**I.- OBSERVACIONES:**

En observaciones se dará a saber si el material no se deforma, o si se produjo alguna condición diferente a las explicadas en procedimientos.

.....

TÉCNICO ENCARGADO  
DE REALIZAR EL ENSAYO.

**4.5.2 Modelo de solicitud de servicios de determinación de porosidad a espumas de poliuretano.**

|   |  |                    |   |
|---|--|--------------------|---|
|  | TÍTULO:  |                    | CÓDIGO:                                 |
|   | <b>MODELO DE SOLICITUD DE SERVICIOS DE DETERMINACIÓN DE POROSIDAD A ESPUMAS DE POLIURETANO</b> |                    | R- S-DP-FM-001                          |
| No REVISIÓN:<br>00  | SUSTITUYE A:   | RAZÓN DE REVISIÓN: | VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre 2016</b> |

**SOLICITUD DE SERVICIO N°- 05**

**FECHA:** .....

**ATENCIÓN:**

Por medio de la presente solicito a usted la realización del ensayo de determinación de porosidad de materiales utilizados en los asientos de vehículos, cuyos datos adjunto a continuación.

|   |  |
|---|--|
| <b>DATOS DEL MATERIAL</b>   |  |
| Nombre del Material   | Espumas Flexibles de poliuretano                     |
| Número de muestras  | 5  |
| Color de las muestras   | Blanco   |
| Espesor de las muestras   | 25 mm  |
| Utilización del material en la carrocería   | Asientos   |
| <b>DATOS DE LA EMPRESA</b>  |  |
| Nombre de la Empresa  | ESPROM   |
| RUC   | 1891750338001  |
| Representante legal   | Sr. Santiago Proaño                                  |
| Técnico responsable de la Empresa   | Cristhian Córdoba                                    |
| Teléfono  | 032434129  |
| E- Mail   | <a href="mailto:info@esprom.com">info@esprom.com</a> |
| <b>ALCANCE DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE DETERMINACIÓN DE POROSIDAD.</b>   |  |
| El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas. |  |
| Numeral 4.10.4.1 del NTE INEN 2020  |  |

Seguros de contar con la atención inmediata a nuestro requerimiento, le anticipamos nuestro agradecimiento.

.....  
**REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA**

**4.5.3 Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos.**

|   |   |                     |                                  |
|---|---|---------------------|----------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>FORMATO PLAN DE EVALUACIÓN DE MATERIALES UTILIZADOS EN LOS ASIENTOS DE VEHÍCULOS</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br>R-PL-DP-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br>00   | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>        |

Plan de Evaluación N°-.....

Fecha: .....

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA        | ESPROM PUR Cía. Ltda.                           |
| DIRECCIÓN DE LA EMPRESA           | Calle F s/n y Calle 3 Parque Industrial Ambato. |
| DOCUMENTOS LEGALES DE LA EMPRESA  | cinco   |
| RUC                               | 1891750338001                                   |
| REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA | Sr. Santiago Proaño                             |
| TELÉFONO                          | 032434129                                       |
| E-MAIL                            | info@esprom.com                                 |

**EQUIPO EVALUADOR:**

El equipo evaluador está integrado por:.....(Técnico)

..... (Asistente)

**Tabla 16.** Selección de ensayo

| ENSAYO   | NORMA           | ENSAYO A REALIZAR |
|--|-----------------|-------------------|
| Deformación Remanente por compresión                 | INEN – ISO 1856 |                   |
| Densidad aparente                                    | INEN – ISO 845  |                   |
| Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura | INEN – ISO 1798 |                   |
| Resistencia al Desgarre                              | INEN 2020       |                   |
| Determinación de la Porosidad                        | INEN 2020       | <b>X</b>          |
| Determinación de la Inflamabilidad                   | ISO 3795        |                   |

**Fuente:** Autores.

**ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:**

El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas.

Numeral 4.10.4.1 del NTE INEN 2020.

**PROGRAMACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE MATERIALES.**

| <b>ACTIVIDAD</b>   | <b>DÍA</b>           | <b>HORA</b> |
|--|----------------------|-------------|
| <b>Recepción de Materiales</b>   | Viernes 18/11/2016   | 09h00 AM    |
| <b>Dimensionamiento de las muestras</b>  | Lunes 21/11/2016     | 10h00 AM    |
| <b>Ensayo</b>  | Miércoles 23/11/2016 | 11h00 AM    |
| <b>Entrega de resultados</b>   | Martes 29/11/2016    | 10h00 AM    |
| <b>COMPROMISO:</b> La empresa solicitante del servicio se compromete a cancelar el costo del mismo de acuerdo a los valores establecidos mediante el convenio. |                      |             |
| .....<br><b>REPRESENTANTE LEGAL EMPRESA (SELLO)</b>  |                      |             |

**4.5.4 Recepción de materiales para determinación de porosidad según la norma NTE INEN 2020.**

|   |  |                     |                                  |
|---|--|---------------------|----------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>RECEPCIÓN DE MATERIALES PARA DETERMINACIÓN DE DETERMINACIÓN DE POROSIDAD SEGÚN LA NORMA NTE INEN 2020</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br>R-RM-DP-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br><b>00</b>   | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>        |

Los materiales deben cumplir con las exigencias indicadas en requisitos y recomendaciones mostradas en el numeral 3.2.2 de la norma NTE INEN 2020

| N° | Nombre del material            | Color del material | Uso del material      | Diámetro (mm) | Espesor (mm) | Libre de Despellejaduras |    | Cumple con las especificaciones para hacer ensayado |    |
|----|--------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------------------|----|---|----|
|    |                                |                    |                       |               |              | SI                       | NO | SI  | NO |
| 1  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 38            | 25           | <b>X</b>                 |    | <b>X</b>  |    |
| 2  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 38            | 25           | <b>x</b>                 |    | <b>X</b>  |    |
| 3  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 38            | 25           | <b>x</b>                 |    | <b>X</b>  |    |
| 4  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 38            | 25           | <b>x</b>                 |    | <b>X</b>  |    |
| 5  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 38            | 25           | <b>x</b>                 |    | <b>X</b>  |    |

Nota: EL material debe estar libre de despellejaduras con lo indica el numeral 6.1 de la norma INEN ISO 1856

-----  
 Técnico Responsable

#### 4.5.5 Registro de acondicionamiento de las muestras.

|   |  |                    |   |
|---|--|--------------------|---|
|  | TÍTULO:  |                    | CÓDIGO:                                 |
|   | <b>REGISTRO DE<br/>ACONDICIONAMIENTO DE LAS<br/>NUESTRAS</b> |                    | R-RA-DP-<br>FM-001                      |
| No REVISIÓN:<br><b>00</b>   | SUSTITUYE A:   | RAZÓN DE REVISIÓN: | VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre 2016</b> |

Las muestras deben ser acondicionadas por lo menos 16 horas, con una humedad relativa de  $50 \pm 4\%$  a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Mantener a estas condiciones hasta el momento del ensayo

(Numeral 3.2.1 de la norma NTE INEN 2020)

| N° | Nombre del material            | Tiempo de acondicionamiento (16 a 24) horas | Temperatura a ( $23 \pm 2$ )°C | Humedad Relativa ( $50 \pm 4$ )% | Cumple con el acondicionamiento |     |
|----|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----|
|    |                                |   |                                |                                  | SI                              | N O |
| 1  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                           | 50%                              | <b>X</b>                        |     |
| 2  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                           | 50%                              | <b>X</b>                        |     |
| 3  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                           | 50%                              | <b>X</b>                        |     |
| 4  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                           | 50%                              | <b>X</b>                        |     |
| 5  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                           | 50%                              | <b>X</b>                        |     |

-----  
Técnico Responsable

#### 4.5.6 Preparación de instrumentos de medición

|   |  |                           |  |
|---|--|---------------------------|--|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>PREPARACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</b> |                           | <b>CÓDIGO:</b><br><b>R-PI-DP-FM-001</b>        |
| <b>No REVISIÓN:</b><br><b>00</b>  | <b>SUSTITUYE A:</b>  | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b> | <b>VIGENTE DESDE:</b><br><b>Noviembre 2016</b> |

Se deberá revisar el correcto funcionamiento de cada uno de los instrumentos llevando un registro de calibración con la última fecha que se realizó dicho requisito.

| Instrumentos               | Función                                     | Última fecha de Calibración y/o verificación | Es apto para realizar el ensayo |    |
|----------------------------|---|--|---------------------------------|----|
|                            |   |  | SI                              | NO |
| Horno de Acondicionamiento | Acondicionamiento de las probetas           | 23/11/2016                                   | X                               |    |
| Compresor de aire          | Suministrar aire a presión al sistema       | 24/11/2016                                   | X                               |    |
| Manómetro                  | Medir la presión que entra al sistema       | 24/11/2016                                   | X                               |    |
| Flujometro                 | Medir la velocidad de fluido del aire       | 24/11/2016                                   | X                               |    |
| Porta probetas             | Cámara de la probeta sellada herméticamente | 24/11/2016                                   | X                               |    |

-----  
Técnico responsable

#### 4.6 Cálculos y resultados del ensayo de inflamabilidad según la norma ISO 3795.

##### 4.6.1 Informe del ensayo de inflamabilidad según la norma ISO 3795.

|   |  |                    |   |
|---|--|--------------------|---|
|  | TÍTULO:<br><b>INFORME DEL ENSAYO DE INFLAMABILIDAD SEGÚN LA NORMA ISO 3795</b> |                    | CÓDIGO:<br><br>R-RR-DI-FM-001           |
| No REVISIÓN:<br>00  | SUSTITUYE A:   | RAZÓN DE REVISIÓN: | VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre 2016</b> |

### INFORME DE ENSAYO N°- 06

#### OBJETIVO.

Determinar la inflamabilidad en el material utilizado en Asientos de Vehículos, según la NORMA ISO 3795.

#### RECURSOS.

##### A.- HERRAMIENTAS:

- Regla de acero.
- Horno Mufla.
- Cronometro.
- Probetas.
- Cámara de acondicionamiento.

##### B.- MATERIAL Y/O PROBETAS

- Mínimo 5 probetas de cada material.

##### C.- PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

El proceso general para el ensayo de inflamabilidad se puede dividir en las siguientes etapas principales.

- Preparar el equipo e instrumentos de medición.
- Sacar la probeta a ser ensayada de la cámara de acondicionamiento.

- Colocar la probeta en la cámara para realizar el ensayo de inflamabilidad.
- Elaborar la ficha de reporte del ensayo de determinación de la densidad según la NORMA ISO 3795.

**D.- DATOS GENERALES.**

FECHA DE ENSAYO : 10/01/2017

LABORATORIO : Facultad de Mecánica

RESPONSABLE DEL ENSAYO : Ricardo Loayza – Jairo Loayza

**DATOS DE LA MUESTRA.**

MATERIAL SIMPLE

MATERIAL COMPUESTO

**MATERIAL O MATERIALES:** ... Espumas Flexibles de Poliuretano clase V y de tipo HM (Espuma moldeada alta resiliencia)...

**COLOR DEL MATERIAL:** .....BLANCO.....

**TIPO DE UNIÓN:** .....Ninguna.....

**ESPESOR (mm)** .....Max 13 .....

**MÉTODO DE REDUCCIÓN (Si éste aplica)**.....

**LONGITUD(mm)**.....356.....**ANCHURA (mm)**.....100 .....

**ENSAYO**

**POSICIÓN DE LA MUESTRA:** .....Horizontal.....

**NÚMERO DE MUESTRAS:** .....5.....

**E.- Acondicionamiento** Sí  No

Para realizar el acondicionamiento se debe regular la temperatura y la humedad del horno de acuerdo a lo establecido en la norma ISO 3795 y se debe mantener las probetas a ensayar por una duración de 24 horas.

**F.- IMAGEN DEL MATERIAL PREVIO AL ENSAYO.**

**Figura 62.** Probetas para realizar el ensayo de Inflamabilidad



**Fuente:** Autores

**Tabla 17.** Tiempo y distancia de quemado en cada probeta

| <b>Ítem</b> | <b>Tiempo (s)</b> | <b>Distancia (mm)</b> |
|-------------|-------------------|-----------------------|
| 1           | 23.64             | 17                    |
| 2           | 19.92             | 14                    |
| 3           | 22.12             | 16                    |
| 4           | 23.02             | 13                    |
| 5           | 20.39             | 19                    |

**Fuente:** Autores

## G.- MÉTODO DE CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE QUEMADO EXPRESADA EN MM/MIN

Como mínimo se necesitan 5 probetas de cada material a ensayar, por lo cual se necesitara la distancia y tiempo de quemado de cada probeta a ensayar para verificar si el material cumple o no con la normativa expuesta en el procedimiento.

**Tabla 18.** Velocidad de quemado en cada probeta y promedio total

| ITEM           | VELOCIDA DE QUEMADO ( mm/min) | APRUEBA (Si - No) |  |
|----------------|-------------------------------|-------------------|--|
| 1              | 43.15                         | X                 |  |
| 2              | 42.16                         | X                 |  |
| 3              | 43.40                         | X                 |  |
| 4              | 33.89                         | X                 |  |
| 5              | 55.91                         | X                 |  |
| PROMEDIO TOTAL | 43.70                         | X                 |  |

**Fuente:** Autores

**V<sub>q</sub> = 43.70 mm/min**

Se determina aplicando la ecuación siguiente.

$$Vq = \frac{dq}{t} \times 60 \quad (17)$$

Dónde:

dq = Distancia quemada expresada en mm

t = Tiempo de quemado expresado en min

vq = velocidad de quemado, expresado en mm/min

|                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| NORMA ISO-3795. | V=Menor a 100 mm/min |
|-----------------|----------------------|

## H.- CONCLUSIONES:

Luego del ensayo realizado se concluye que el resultado obtenido si cumplen con lo estipulado en la norma NTE 043 y ISO-3795

Las probetas a las cuales se les realizo el ensayo correspondiente no sufrieron deformación alguna una como se puede apreciar en las fotografías.

ANEXAR FOTOGRAFÍAS DE CADA MATERIAL ENSAYADO EL CUAL DEBE TENER COMO MAXIMO 13 mm de espesor (NORMA ISO-3795)

**Figura 63.** Probetas después del ensayo realizado.



**Fuente:** Autores

**I.- OBSERVACIONES:**

NOTA: En observaciones se dará a saber si el material no se deforma, o si se produjo alguna condición diferente a las explicadas en procedimientos.

.....

TÉCNICO ENCARGADO  
DE REALIZAR EL ENSAYO.

**4.6.2 Modelo de solicitud de servicios de determinación de la inflamabilidad a espumas de poliuretano.**

|   |  |                     |                                      |
|---|--|---------------------|--------------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>MODELO DE SOLICITUD DE SERVICIOS DE DETERMINACIÓN DE LA INFLAMABILIDAD A ESPUMAS DE POLIURETANO</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br><br>R- S-DI-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br>00  | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>            |

**SOLICITUD DE SERVICIO N°- 06**

**FECHA:** .....

**ATENCIÓN:**

Por medio de la presente solicito a usted la realización del ensayo de inflamabilidad de materiales utilizados en los asientos de vehículos, cuyos datos adjunto a continuación.

| <b>DATOS DEL MATERIAL</b>   |  |
|---|--|
| <b>Nombre del Material</b>  | Espumas Flexibles de Poliuretano clase V y de tipo HM (Espuma moldeada baja resiliencia) |
| <b>Número de muestras</b>   | 5  |
| <b>Color de las muestras</b>  | Blanco   |
| <b>Espesor de las muestras</b>  | Max 13 mm  |
| <b>Utilización del material en la carrocería</b>  | Asientos   |
| <b>DATOS DE LA EMPRESA</b>  |  |
| Nombre de la Empresa  | ESPROM   |
| RUC   | 1891750338001  |
| Representante legal   | Sr. Santiago Proaño  |
| Técnico responsable de la Empresa   | Cristhian Córdoba  |
| Teléfono  | 032434129  |
| E- Mail   | <a href="mailto:info@esprom.com">info@esprom.com</a>                                     |
| <b>ALCANCE DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE DETERMINACION DE LA INFLAMBILIDAD</b>   |  |
| El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas. |  |
| NORMA ISO-3795.   | V=Menor a 100 mm/min<br>V= Velocidad de quemado  |

Seguros de contar con la atención inmediata a nuestro requerimiento, le anticipamos nuestro agradecimiento.

.....  
REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

**4.6.3 Formato plan de evaluación de materiales utilizados en los asientos de vehículos.**

|   |   |                     |                                      |
|---|---|---------------------|--------------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>FORMATO PLAN DE EVALUACIÓN DE MATERIALES UTILIZADOS EN LOS ASIENTOS DE VEHÍCULOS</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br><br>R-PL-DI-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br>00   | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>            |

Plan de Evaluación N°-.....

Fecha: .....

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA        | ESPROM PUR Cía. Ltda.                           |
| DIRECCIÓN DE LA EMPRESA           | Calle F s/n y Calle 3 Parque Industrial Ambato. |
| DOCUMENTOS LEGALES DE LA EMPRESA  | Cinco.  |
| RUC                               | 1891750338001                                   |
| REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA | Sr. Santiago Proaño                             |
| TELÉFONO                          | 032434129                                       |
| E-MAIL                            | info@esprom.com                                 |

**EQUIPO EVALUADOR:**

El equipo evaluador está integrado por:.....(Técnico)

..... (Asistente)

**Tabla 19.** Selección de ensayo

| ENSAYO   | NORMA           | ENSAYO A REALIZAR |
|--|-----------------|-------------------|
| Deformación Remanente por compresión                 | INEN – ISO 1856 |                   |
| Densidad aparente                                    | INEN – ISO 845  |                   |
| Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura | INEN – ISO 1798 |                   |
| Resistencia al Desgarre                              | INEN 2020       |                   |
| Determinación de la Porosidad                        | INEN 2020       |                   |
| Determinación de la Inflamabilidad                   | ISO 3795        | <b>X</b>          |

**Fuente:** Autores

**ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:**

El alcance de la evaluación es verificar si el material cumple o no con los literales expuestos en las siguientes normas.

NORMA ISO-3795.

**PROGRAMACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE MATERIALES.**

| <b>ACTIVIDAD</b>  | <b>DÍA</b>           | <b>HORA</b> |
|---|----------------------|-------------|
| <b>Recepción de Materiales</b>  | Viernes 06/01/2017   | 09h00 AM    |
| <b>Dimensionamiento de las Muestras</b>   | Lunes 09/01/2017     | 10h00 AM    |
| <b>Ensayo</b>   | Martes 10/01/2017    | 15h00 PM    |
| <b>Entrega de resultados</b>  | Miércoles 11/01/2017 | 16h00 PM    |
| <p>COMPROMISO: La empresa solicitante del servicio se compromete a cancelar el costo del mismo de acuerdo a los valores establecidos mediante el convenio.</p> <p>.....</p> <p>f) REPRESENTANTE LEGAL EMPRESA (SELLO)</p> |                      |             |

**4.6.4 Recepción de materiales para evaluación de determinación de la inflamabilidad.**

|   |  |                     |                                      |
|---|--|---------------------|--------------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><br><b>RECEPCIÓN DE MATERIALES PARA EVALUACIÓN DE DETERMINACION DE LA INFLAMABILIDAD</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br><br>R-RM-DI-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br><b>00</b>   | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>            |

Los materiales deben cumplir con las exigencias indicadas en requisitos y recomendaciones mostradas en la norma ISO 3795

| Nº | Nombre del material            | Color del material | Uso del material      | Longitud (mm) | Anchura (mm) | Espesor (mm) | Libre de Despellejaduras |    | Cumple con las especificaciones para hacer ensayado |    |
|----|--------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------|--------------------------|----|---|----|
|    |                                |                    |                       |               |              |              | SI                       | NO | SI  | NO |
| 1  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 356           | 100          | 11           | x                        |    | X   |    |
| 2  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 356           | 100          | 11           | x                        |    | X   |    |
| 3  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 356           | 100          | 11           | x                        |    | X   |    |
| 4  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 356           | 100          | 11           | x                        |    | X   |    |
| 5  | Espuma Flexible de Poliuretano | Blanco             | Asientos de vehículos | 356           | 100          | 11           | x                        |    | X   |    |

Nota: EL material debe estar libre de despellejaduras con lo indica en la norma ISO-3795.

-----  
Técnico Responsable

#### 4.6.5 Registro de acondicionamiento de las muestras.

|   |  |                    |   |
|---|--|--------------------|---|
|  | TÍTULO:  |                    | CÓDIGO:                                     |
|   | <b>REGISTRO DE<br/>ACONDICIONAMIENTO DE LAS<br/>NUESTRAS</b> |                    | <b>R-RA-DI-FM-<br/>001</b>                  |
| No REVISIÓN:<br><b>00</b>   | SUSTITUYE A:   | RAZÓN DE REVISIÓN: | VIGENTE DESDE:<br><b>Noviembre<br/>2016</b> |

Las muestras deben ser acondicionadas por lo menos 24 horas, con una humedad relativa de  $50 \pm 4\%$  a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Mantener a estas condiciones hasta el momento del ensayo

(Numeral ISO 3795)

| N° | Nombre del material            | Tiempo de acondicionamiento (24 a 48) Horas | Temperatura ( $23 \pm 2$ )°C | Humedad Relativa ( $50 \pm 5$ )% | Cumple con el acondicionamiento |    |
|----|--------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----|
|    |                                |   |                              |                                  | SI                              | NO |
| 1  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                         | 50%                              | <b>X</b>                        |    |
| 2  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                         | 50%                              | <b>X</b>                        |    |
| 3  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                         | 50%                              | <b>X</b>                        |    |
| 4  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                         | 50%                              | <b>X</b>                        |    |
| 5  | Espuma Flexible de Poliuretano | 24  | 23°C                         | 50%                              | <b>X</b>                        |    |

-----  
Técnico Responsable

**4.6.6 Preparación de instrumentos de medición.**

|   |  |                     |                                  |
|---|--|---------------------|----------------------------------|
|  | <b>TÍTULO:</b><br><b>PREPARACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</b> |                     | <b>CÓDIGO:</b><br>R-PI-DI-FM-001 |
|   | <b>No REVISIÓN:</b><br><b>00</b>                                 | <b>SUSTITUYE A:</b> | <b>RAZÓN DE REVISIÓN:</b>        |

Se deberá revisar el correcto funcionamiento de cada uno de los instrumentos llevando un registro de calibración con la última fecha que se realizó dicho requisito.

| Instrumentos               | Función   | Ultima fecha de Calibración y/o verificación | Cumple |    |
|----------------------------|---|--|--------|----|
|                            |   |  | SI     | NO |
| Horno de Acondicionamiento | Acondicionamiento de las probetas                   | 09/01/2017                                   | X      |    |
| Regla                      | Medición de las probetas antes y después del ensayo | 10/01/2017                                   | X      |    |
| Horno Muffla               | Realizar el ensayo de inflamabilidad                | 10/01/2017                                   | X      |    |

-----  
 Técnico Responsable

## 4.7 CONCLUSIONES

Se determinó los tipos de ensayos necesarios para las espumas de poliuretano como son los siguientes:

- Densidad,
- Deformación Remanente por compresión,
- Resistencia a tracción y alargamiento a la ruptura,
- Resistencia al desgarre,
- Porosidad
- Inflamabilidad.

Se realizaron las mediciones correspondientes a las probetas para cada ensayo cumpliendo con la norma NTE INEN 2020.

se concluyo que las espumas flexibles de poliuretado de clase V y tipo HM de alta resiliencia cumplen con las especificaciones de las normas respectivas.

| ITEM | NOMBRE DEL ENSAYO                                    | NORMA           | ESPECIFICACION  | RESULTADO   | CUMPLE |    |
|------|--|-----------------|---|---|--------|----|
|      |  |                 |   |   | SI     | NO |
| 1    | Determinación de las medidas de la probetas          | INEN 2020       | Cumplir con la medidas estipuladas en la norma para cada una de la probetas a ensayar | Se cumplio con las medidas mencionadas en la norma para las probetas a ensayar. | X      |    |
| 2    | Deformacion remante por compresión.                  | INEN – ISO 1856 | 8 %   | 8.16 %  | X      |    |
| 3    | Densidad Aparente.                                   | INEN – ISO 845  | (47 a 49)Kg/m <sup>3</sup>  | 47.04 Kg/m <sup>3</sup>   | X      |    |
| 4    | Resistencia a la traccion y alargamiento a la rotura | INEN – ISO 1798 | 50 Kpa como mínimo  | 96.1 Kpa  | X      |    |
|      |  |                 | 90 %  | 44.5 %  |        | X  |
| 5    | Resistencia al desgarre.                             | INEN 2020       | 0.263 N/mm  | 0.21 N/mm   | X      |    |
| 6    | Porosidad  | INEN 2020       | De acuerdo al usuario   | 3.7 %   | X      |    |
| 7    | Inflamabilidad                                       | ISO 3795        | Menor a 100 mm/min  | 43.70 mm/min  | X      |    |

Se generó un sistema documental que aportó al desarrollo de los ensayos sobre espumas de poliuretano para entender el procedimiento que requieren los mismos

Se efectuó un sistema documental para la realización de ensayos para las espumas de poliuretano el cual fue implementado en la empresa ESPROM obteniendo resultados satisfactorios.

#### **4.8 RECOMENDACIONES.**

Para las correctas dimensiones en las probetas se recomienda la utilización de un troquel para el corte y así, evitar las despellejaduras, desgarres y cortes no uniformes que arrojarían resultados erróneos al momento de la realización de los ensayos propuestos.

Para la realización del ensayo de densidad se recomienda usar una balanza electrónica con una capacidad máxima de 100 gramos con una precisión de 0.01 gramos.

Para la realización del ensayo de porosidad se recomienda tener un correcto mantenimiento de los acoples del manómetro, flujómetro y entrada de aire del compresor hacia el equipo de ensayo, para evitar fugas en el sistema y mediciones erróneas.

Para la realización de ensayo de Inflamabilidad se recomienda encerar y calibrar el cronómetro, como a su vez revisar si no hay fugas de gas en el equipo de inflamabilidad.

Para la realización del ensayo de deformación remanente a la compresión se recomienda antes del uso del equipo de ensayo la limpieza de la porta probetas y el interior del horno ya que este consta de un sensor de temperatura muy sensible para controlar la temperatura al interior del horno

Para la realización del ensayo de resistencia a la tracción y resistencia al desgarre se recomienda calibrar y encerar la máquina universal antes de realizar dichos ensayos.

El personal técnico encargado, verificara los requerimientos de cada norma para el desarrollo correcto de las pruebas de ensayo y así elaborar las hojas de registro y verificación.

Usar el equipo de seguridad personal adecuado para la realización de cada uno de los ensayos propuestos, para garantizar la seguridad e integridad del personal, puesto que se va a trabajar con equipos los cuales pueden generar riesgos físicos.

Promover una mayor apertura en el estudio de espumas de poliuretano porque este material es utilizado en gran parte en la industria Automotriz ecuatoriana y transportes públicos por lo que se requiere desarrollar más estudios del material y así mejorar la calidad, seguridad y comodidad de los usuarios de automóviles y transporte público.

## 4.9 BIBLIOGRAFÍA.

**ATISAE ENSAYOS MECÁNICOS.** *Atisae*. [en línea]. 2016. [Consulta: 15 de Agosto de 2016.] Disponible en: <http://www.atisae.com/servicios/ensayos-mecanicos-materiales>.

**CONSTRUCCIONES, PROPIEDADES MATERIALES.** *Propiedades Materiales de Construcciones* [en línea]. 2013. [Consulta: 8 de Agosto de 2016.]. Disponible en: <http://propiedadesmaterialesdeconstruccin.blogspot.com/2013/04/propiedadesmecanica-de-los-materiales.html>.

**CONSTRUMÁTICA.** *Espuma de Poliuretano* [en línea]. 2016. [Consulta: 27 de Agosto de 2016.]. Disponible en: [http://www.construmatica.com/construpedia/Espuma\\_de\\_Poliuretano](http://www.construmatica.com/construpedia/Espuma_de_Poliuretano).

**DIETRICH, Alejandro Besednjak.** *Materiales compuestos*. [en línea]. Ecuapoliuretanos. 2015. [Consulta: 14 de Agosto de 2016.]. Disponible en: <http://www.ecuapoliuretanos.com/paneles-de-poliuretano>.

**ENSAYOS CON MATERIALES.** *Ensayos con materiales*. [En línea]. 2014. [Consulta: 14 de Septiembre de 2016.]. Disponible en: <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/09/ensayos.pdf>.

**FLORY, Paul J.** *Principles of Polymer Chemistry*. Boston. 1982. pp. 37-39.

**INDUSTRIAL, ESPUMA DE POLIURETANO COMO AISLANTE.** *Propiedades Físicas del Poliuretano*. [en línea]. Propiedades del Poliuretano 2014. [Consulta: 14 de Septiembre de 2016.]. Disponible en : <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pu/espuma.htm>.

**INDUSTRIALES, ESCUELA DE INGENIERIAS.** *Composicion del Poliuretano*. [en línea]. El Poliuretano. 2006. [Consulta: 16 de agosto de 2016.]. Disponible en: <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pu/inicio.htm>.

**INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACION. INEN.** [En línea].2017. [Consulta: 31 de Enero de 2017.] Disponible en: <http://www.normalizacion.gob.ec/resena-historica/>.

**INSUMOS, POLIURETANO.** *Tipos de Poliuretano.* [en línea]. Diferencias de Poliuretano. 2008. [Consulta: 2 de Octubre de 2016.]. Disponible en: <http://poliuretanoinsumos.com.ar/tipos-de-poliuretano/>.

**ISO 3795.** *Prueba de inflamabilidad para interiores de vehículos de motor.*

**LABORATORIOS APPLUS.** *Ensayos de reaccion al fuego.* [en línea]. Ensayos propiedades físicas.2013.[Consulta: 10 de Octubre de 2016.].Disponible en: [http://www.appluslaboratories.com/es/service/Ensayos\\_de\\_reaccion\\_al\\_fuego13282764](http://www.appluslaboratories.com/es/service/Ensayos_de_reaccion_al_fuego13282764)

**LIBRO BLANCO DEL POLIURETANO.** *Poliuretano proyectado e inyectado.* [En línea].2016. [Consulta: 2 de Septiembre de 2016.]. Disponible en: <http://www.atepa.org/PUR.pdf>.

**MACLA INFORMES.** *Informe tecnico poliuretano.* [En línea].Poliuretano.2009. [Consulta: 6 de Agostode 2016.]. Disponible en: [file:///C:/Users/Go\\_Store/Downloads/Poliuretano%20%20Ficha%20T%C3%A9cnica.df](file:///C:/Users/Go_Store/Downloads/Poliuretano%20%20Ficha%20T%C3%A9cnica.df)

**NTE- INEN 2020.** *Plásticos. Espumas flexibles de poliuretano. Métodos de ensayo.*

**NTE- INEN 2021.** *Plásticos. Espumas flexibles de Poliuretano para usos generales. Requisitos.*

**NTE INEN - ISO 5999.** *Materiales poliméricos celulares flexibles - espumas de poliuretano para aplicaciones bajo carga excluyendo refuerzos de alfombra - Requisitos.*

**NTE INEN - ISO 845.** *Plásticos y cauchos celulares. Determinación de la densidad aparente.*

**NTE INEN - ISO 1856.** *Materiales poliméricos celulares flexibles. Determinación de la deformación remanente por compresión.*

**NTE INEN - ISO 1798.** *Materiales poliméricos celulares flexibles. Determinación de la resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura.*

**OREGO, Ruben Dario.** *Diseño y construcción de un equipo para pruebas de porosidad.* [En línea] 2016. [Consulta: 5 de Octubre de 2016.]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/6721?show=full>.

**ORGANIZACION INTERNACIONA DE ESTANDARIZACIÓN.** *ISO 3795.*[En línea]. 1985. [Consulta: 18 de Agosto de 2016.]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:3795:ed-2:v1:en>.

**ORGANIZACION INTERNACIONAL DE ESTADARIZACIÓN.** *ISO.* [En línea].2017.[Consulta: 14 de Septiembre de 2016.]. Disponible en: <http://www.normas9000.com/que-es-iso-9000.html>.

**PADILLA PORRAS & SERRANO AGUIAR.** *Diseño y Construcción de un equipos para pruebas de inflamabilidad.* [En línea]. Equipos para inflamabilidad. 2013. [Consulta: 16 de Septiembre de 2016.].Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3597/1/15T00556.pdf>.

**PROMONEGOCIOS.** *Evaluacion de Proyectos.* [En línea]. Evaluaciones. 2010. [Cosulta: 20 de Agosto de 2016.] Disponible en: <https://www.promonegocios.net/proyecto/evaluacion-proyectos.html>.

**PROPIEDADES, MATERIA Y SUS.** *Porosidad.* [En línea]. Porosidad. 2011. [Consulta: 19 de Septiembre de 2016.]. Disponible en: <http://henrifernandez.blogspot.com/2011/02/la-materia-y-sus-propiedades.html>.

**QUIMINET.** *Elementos químicos.* [En línea].2006. [Consulta: 20 de Agosto de 2016.]. Disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/que-es-la-espuma-de-poliuretano-5539.htm>.

**SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACION.** *Reglamentos Tecnicos Ecuatorianos.* [En línea]. 2011. [Consultado: 20 de agosto de 2016.]. Disponible en: [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte\\_030.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_030.pdf).

**SIGNIFICADOS.** *Significado de Norma.* [En línea]. Normas. 2015. [Consulta: 20 de Agosto de 2016.]. Disponible en: <https://www.significados.com/norma/>.

**ZWICK/ROELL.** *Ensayo de traccion de plasticos.* [En línea]. Ensayos de plasticos.2016. [Consulta: 19 de Septiembre de 2016.]. Disponible en: <http://www.zwick.es/es/aplicaciones/plasticos/termoplasticos-compuestos-demoldeo/ensayo-detraccion.html>.