



POSGRADOS

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

RPC-S0-41-No.689-2018

OPCIÓN DE
TITULACIÓN:

PROYECTOS DE DESARROLLO

TEMA:

ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA MECÁNICA DE ESTANTES Y FUERZA DE APERTURA DE PUERTAS DE REFRIGERADORAS BASADO EN LA NORMA NTE INEN 2 206 4R, PARA UNA POSTERIOR ACREDITACIÓN SEGÚN ISO/IEC 17025 DE UNA EMPRESA DE ELECTRODOMÉSTICOS

AUTOR:

PAÚL ANDRÉS TOLA MALDONADO

XAVIER PATRICIO TORRES GARCÍA

DIRECTOR:

ADRIANA DEL PILAR GUAMÁN BUESTÁN

CUENCA - ECUADOR
2021



Paúl Andrés Tola Maldonado

Ingeniero Industrial

Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

paultola@hotmail.com



Xavier Patricio Torres García

Ingeniero Mecánico

Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

xavierptg@hotmail.es

Dirigido por:



Adriana del Pilar Guamán Buestán

Ingeniera Mecánica

Magister en Administración de Negocios

Doctora en Ingeniería Industrial

aguaman@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2021 Universidad Politécnica Salesiana.
CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA
TOLA MALDONADO PAÚL ANDRÉS
TORRES GARCÍA XAVIER PATRICIO

ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA MECÁNICA DE ESTANTES Y FUERZA DE APERTURA DE PUERTAS DE REFRIGERADORAS BASADO EN LA NORMA NTE INEN 2 206 4R, PARA UNA POSTERIOR ACREDITACIÓN SEGÚN ISO/IEC 17025 DE UNA EMPRESA DE ELECTRODOMÉSTICOS

DEDICATORIA:

A Dios, padre creador de todo quien ilumina mi vida, a el me encomiendo día a día para que me otorgue la sabiduría para afrontar los obstáculos de este mundo y disfrutar con toda la humildad de los triunfos alcanzados.

De igual manera, dedico este trabajo con mucho amor a mis amados padres Vichi y Chocha, quienes con cariño y esmero supieron guiarme hacia la consecución de una etapa mas de mi vida.

A mis hermanas, mi cuñado y mis sobrinos quienes estuvieron junto a mi en los duros momentos que me toco vivir, no existe palabras para agradecer su cariño.

A mi esposa la compañera que Dios puso en mi camino, quien con su ayuda ha sido fundamental para la culminación de este trabajo, ha sido el soporte en los momentos mas duros de mi vida cuando senti que ya no tenia fuerzas para seguir adelante gracias por tu apoyo amor.

A mi reina Tatita y mi princesa Rafita, no existe palabras en este mundo para decirles lo mucho que las amo, son el motor de mi vida, a quienes descuide durante este periodo de estudio, este trabajo va dedicado a ellas.

A mi angel que tengo junto al creador mi adorado xaviercito, tu temprana partida me destrozo mi alma en mil pedazos, pero se que desde el cielo tu me estas viendo y te sientes feliz de verme cumplir esta meta.

DEDICATORIA:

En memoria a mi padre, gracias a él y a su constante lucha por sacar a su familia adelante, a pesar de todas las adversidades que la vida le puso en frente, logró inculcar el valor del estudio en sus hijos, el valor del respeto, la honradez, la ética, pero por sobre todo nos enseñó a ser valientes en la vida y agradecer todo lo que Dios nos ha dado, en agradecimiento a todo su esfuerzo por darme una profesión y todo el cariño que un padre puede dar a un hijo, este logro te lo dedico a ti amado padre, espero me estés observando desde el cielo, a mi amada madre quien siempre ha estado a mi lado y a quien le agradezco por haberme dado la vida.

A Dios, a mis padres y hermanos.

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo el estudio de los métodos de ensayo de resistencia mecánica de estantes y fuerza de apertura de puertas de refrigeradoras basado en la norma NTE INEN 2 206 4R, para una posterior acreditación según la norma ISO/IEC 17025 de una empresa de electrodomésticos.

Una acreditación de laboratorio bajo normativa internacional es un mecanismo que permite mejorar la competitividad dentro del mercado global, ya que mejorará la imagen del producto de la Empresa hacia la comunidad y el mercado nacional e internacional, aumentando la confianza que la sociedad tiene de la información que proporcionan los Laboratorios de ensayo, tanto nacional como internacionalmente, amplía la posibilidad de Mercados o Negocios que tienen como requisito en la actualidad aceptar producto bajo la verificación de requisitos realizados por laboratorios acreditados.

Para el análisis de los métodos de ensayo, se establecieron las condiciones iniciales, luego se realizaron los ensayos de repetibilidad y reproducibilidad (lo cual nos permitió determinar si existe variación entre los resultados obtenidos entre una persona y otra) correspondientes para la verificación de los métodos mediante un análisis de varianzas (Anova), finalmente se procedió con el cálculo de la estimación de la incertidumbre de cada uno de los métodos de ensayo y se elaboró los procedimientos de los ensayos para la ejecución de los mismos dentro del laboratorio de Refrigeración de Indurama S.A.

La estimación de incertidumbre para el método de resistencia de abertura de puertas es de 0,122kg y para el método de resistencia mecánica de estantes y componentes similares la estimación de incertidumbre es 0,073mm; quedando todo el estudio documentado para un posterior alcance de acreditación en los métodos del presente estudio.

Palabras clave: Acreditación, Incertidumbre, Ensayos RyR, Anova, Validación.

ABSTRACT

The present investigation has the purpose of the study in the test methods based on the resistance shelves and the fridge door opening strength focus on the rule NTE INEN 2 206 4R, for a later certification based in the law ISO/IEC 17025 of home appliances factory.

An accreditation in the lab focus in the international rule is the mechanist that let us to improve the competitive in the global store, so it will improve the image in the product of the factory into the community and the national and international market, increasing the faith that the society has the correct information in order to give the testing Labs. National as International spread the possibility in markets, business which have the requirements nowadays to accept the product underneath the control and supervised made by authorized labs.

Fort he analysis of the question test, It will be the principal conditions and application at the same, then it will analyze the repeatability and reproducibility which allow us to determine that there is a variation between the results got into a person and other according to the validation of the methods trough an study in variances (Anova). Finally, it will proceed with the calculation of the approximation in the uncertainty in the test methods and it will elaborate the proceeds in the test in order to the application of each one in the Indurama Refrigeration Laboratory S.A.

The uncertainty estimate for the door opening resistance method is 0.122kg and for the mechanical resistance method for shelves and similar components the uncertainty estimate is 0.073mm; leaving the entire study documented for a later scope of accreditation in the methods of this study.

Keywords: Accreditation, Conformity assessment body, RyR tests, Anova.

INDICE

Tabla de contenido

INDICE	VIII
1 INTRODUCCION.	1
1.1 Situación problemática.....	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Justificación de la investigación.....	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
2 HIPÓTESIS	4
2.1 Hipótesis general	4
2.2 Hipótesis específicas	4
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1 Antecedentes de la investigación	4
3.1.1 ¿Qué es la acreditación?.....	6
3.1.2 Beneficios de la acreditación.....	6
3.2 Bases teóricas	7

3.2.1 Condiciones ambientales.....	7
3.2.2 Temperatura ambiente.....	7
3.2.3 Humedad relativa	7
3.2.4 Local de ensayo	7
3.2.5 Definiciones básicas.....	8
3.2.5.1 Estadística básica.....	8
3.2.5.2 Población.....	8
3.2.5.3 Muestra.....	8
3.2.5.4 Variable	9
3.2.5.5 Sesgo	9
3.2.5.6 Desviación estándar.....	9
3.2.5.7 Varianza	9
3.2.5.8 Prueba F.....	9
3.2.5.9 Prueba T de student.....	10
3.2.5.10 Qué son los ensayos R&R.....	10
3.2.5.11 Ensayos cualitativos	10
3.3 Incertidumbre en las mediciones.....	11
3.3.1 Magnitud	11
3.3.2 Medición.....	11
3.3.3 Mensurando.....	11

3.3.4 Magnitud de influencia.....	11
3.3.5 Incertidumbre	11
3.3.6 Fuentes posibles de incertidumbre	11
3.3.7 Ecuación matemática.....	12
3.3.8 Incertidumbre de los factores de influencia	13
3.3.8.1 Incertidumbre tipo A	13
3.3.8.2 Incertidumbre tipo B	13
3.3.8.3 Distribuciones de probabilidad.....	13
3.4 Infraestructura de calidad y de evaluación de la conformidad	14
3.4.1 Ley del sistema ecuatoriano de la calidad	16
3.4.2 Reglamento general a la ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad	16
3.4.3 Organización y funcionamiento del Sistema Ecuatoriano de la Calidad	16
3.4.4 Instituto Ecuatoriano de Normalización-INEN.....	16
3.4.5 Servicio de Acreditación Ecuatoriano.....	17
3.4.5.1 Misión del SAE.....	17
3.4.5.2 Objetivo estratégico del SAE	17
3.4.6 Reglamentación Técnica	17
3.4.7 La evaluación de la conformidad	18
3.4.8 Objetivos de la certificación de la conformidad.....	18
4. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido. 9

4.1 Tipo, diseño y nivel de investigación	19
4.2 Tratamiento de la Información	19
4.3 Metodología de la Investigación	19
4.3.1 Unidad de análisis	20
4.3.2 Población	20
4.3.3 Tamaño de la Muestra	21
4.3.4 Selección de la Muestra.....	21
4.3.5 Ensayo de la fuerza de abertura de las puertas.....	21
4.3.6 Mapeo donde se aplica la fuerza de abertura de puertas	22
4.4 Ensayo de la fuerza de abertura de las puertas Variando la temperatura ambiente y Humedad relativa.....	25
4.5 Ensayos de la fuerza de abertura de las puertas desplazando la ventosa	27
4.5.1 Ensayos Desplazando la ventosa 2 cm a la parte superior	27
4.5.2 Ensayos Desplazando la ventosa 2 cm a la parte inferior	29
4.5.3 Ensayos Desplazando la ventosa 2 cm a la derecha.....	31
4.6 Verificación del método de ensayo fuerza de abertura de las puertas	33
4.6.1 Ensayos de repetibilidad.....	34
4.6.2 Ensayos de reproducibilidad	34
4.7 Metodología para la estimación de la incertidumbre	36
4.7.1 Fuentes de incertidumbre	36
4.7.2 Ecuación matemática fuerza de abertura de puertas	37

4.7.3 Cálculo de los coeficientes de sensibilidad 39

4.7.4 Influencia de la temperatura ambiente y la humedad relativa en la estimación de la incertidumbre 39

4.7.5 Influencia del desplazamiento de la ventosa en la estimación de la incertidumbre 42

4.7.6 Distribuciones de Probabilidad 44

4.7.6.1 Distribución normal aplicada a la incertidumbre 44

4.7.7 Determinar el factor de cobertura k..... 45

4.8 Ensayo de Resistencia mecánica de los estantes y componetes similares 46

4.8.1 Equipos utilizados 46

4.8.2 Mapeo como medir la deformación 47

4.9 Verificación del ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares ... 51

4.9.1 Ensayos de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares variando la temperatura ambiente 51

4.9.2 Ensayos de reproducibilidad 52

4.10 Metodología para la estimación de la incertidumbre 54

4.10.1 Fuentes de incertidumbre 54

4.10.2 Ecuación matemática ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares 54

4.10.3 Influencia de la temperatura ambiente en la estimación de la incertidumbre 55

4.10.4 Determinar el factor de cobertura k..... 58

5. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS 58

5.1 Análisis de la influencia de la temperatura ambiente y humedad relativa en el ensayo de fuerza de abertura de puertas.....	58
5.1.1 Cálculo del aporte de la incertidumbre variando la temperatura ambiente y la humedad relativa.....	60
5.2 Verificación y estimación de la incertidumbre de la Fuerza de abertura de puertas.....	61
5.2.1 Criterios para la verificación del método de abertura de puertas.....	62
5.2.2 Aporte de la incertidumbre desplazando la ventosa.....	65
5.3 Cálculo de la incertidumbre de la fuerza de abertura de puertas	67
5.3.1 Aporte de la incertidumbre por repetibilidad y reproducibilidad.....	67
5.4 Análisis del método de resistencia mecánica de estantes y componentes similares	69
5.4.1 Análisis de la influencia de la temperatura ambiente y humedad relativa en el método de resistencia mecánica de estantes y componentes similares.....	69
5.4.2 Aporte de la incertidumbre variando la temperatura ambiente	71
5.4.3 Criterios para la verificación del método de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares	71
5.4.4 Aporte de incertidumbre por repetibilidad y reproducibilidad.....	74
5.5 Procedimientos de ensayos.....	76
6 CONCLUSIONES	77
7 RECOMENDACIONES	79
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
9 ANEXOS.....	83

Lista de Tablas

Tabla 1. Equipos utilizados para verificar método de abertura de puertas	22
Tabla 2. Ensayos realizados a 25,3°C	26
Tabla 3. Ensayos realizados a 21,4°C	26
Tabla 4. Ensayos realizados a 16,5°C	27
Tabla 5. Ensayos desplazando la ventosa 2cm parte superior realizados por “Xavier Torres”	28
Tabla 6. Ensayos desplazando la ventosa 2cm parte superior realizados por “Andres Robles” ...	29
Tabla 7. Ensayos desplazando la ventosa 2cm parte superior realizados por “Henry Lozano” ...	29
Tabla 8. Ensayos desplazando la ventosa 2cm parte inferior realizados por “Xavier Torres”	30
Tabla 9. Ensayos desplazando la ventosa 2cm parte inferior realizados por “Andres Robles”	31
Tabla 10. Ensayos desplazando la ventosa 2cm parte inferior realizados por “Henry Lozano	31
Tabla 11. Ensayos desplazando la ventosa 2cm a la derecha realizados por “Xavier Torres”	32
Tabla 12. Ensayos desplazando la ventosa 2cm a la derecha realizados por “Andres Robles”	33
Tabla 13. Ensayos desplazando la ventosa 2cm a la derecha realizados por “Henry Lozano”	33
Tabla 14. Ensayos de Repetibilidad realizado por "Xavier Torres"	34
Tabla 15. Ensayos de Reproducibilidad realizado por "Andres Robles"	35
Tabla 16. Ensayos de Reproducibilidad realizado por "Henry Lozano"	35
Tabla 17. Valores obtenidos variando la temperatura ambiente	40
Tabla 18. Valores obtenidos variando la humedad relativa	41

Tabla 19. Valores obtenidos variando la ubicación de la ventosa	43
Tabla 20. Valores de la incertidumbre Tipo B que influyen en el método	44
Tabla 21. Equipos utilizados para el ensayo de resistencia mecánica	46
Tabla 22. Ensayos de resistencia mecánica a 32°C.....	52
Tabla 23. Ensayos de resistencia mecánica a 17°C.....	52
Tabla 24. Ensayos de reproducibilidad Andres Robles.....	53
Tabla 25. Ensayos de reproducibilidad Henry Lozano	53
Tabla 26. Resultados de la deformación variando la temperatura ambiente.....	56
Tabla 27. Valores de la incertidumbre Tipo B que influyen en el método	57
Tabla 28. Anova entre Xavier Torres versus Andres Robles	63
Tabla 29. Anova entre Xavier Torres versus Henry Lozano.....	64
Tabla 30. Anova entre Andres Robles versus Henry Lozano	64
Tabla 31. Valor de incertidumbre para el método fuerza de abertura de puertas.....	68
Tabla 32. Anova Xavier Torres versus Andres Robles.....	73
Tabla 33. Anova Xavier Torres versus Henry Lozano.....	73
Tabla 34. Valor de incertidumbre para el método resistencia mecánica de parrillas	75

Lista de Figuras

Figura 1. Beneficios de la acreditación	6
Figura 2. Divisiones para restringir la circulación de aire "Dimensiones en metros"	8
Figura 3. Infraestructura de la calidad.....	15
Figura 4. Proceso de la Investigación.....	20
Figura 5. Zona de aplicación de la fuerza de abertura "Punto c"	22
Figura 6. Zona media de la puerta del compartimiento refrigerador	23
Figura 7. Geometría de la contrapuerta del artefacto	23
Figura 8. Medida del noyo al filo de la puerta	24
Figura 9. Mapeo del área donde se debe ejercer la fuerza	24
Figura 10. Ejecución del ensayo	25
Figura 11. Ejecución del ensayo desplazando la ventosa "2cm superior"	28
Figura 12. Ejecución del ensayo desplazando la ventosa "2cm inferior"	30
Figura 13. Ejecución del ensayo	32
Figura 14. Identificación de fuentes de incertidumbre.....	36
Figura 15. Correlación entre Temperatura ambiente versus Fuerza abertura	40
Figura 16. Correlación entre Humedad relativa versus Fuerza abertura.....	42
Figura 17. Correlación entre Desplazamiento vs. Fuerza abertura	43
Figura 18. Distribución de carga en parrilla.....	47
Figura 19. Medición de gabinete interior con palpador	47

Figura 20. Medición de longitud de palpador con la ayuda de un flexómetro.....	48
Figura 21. Punto medio del gabinete.....	48
Figura 22. Punto medio de la parrilla.....	49
Figura 23. Serigrafiado del Punto medio de la parrilla	49
Figura 24. Serigrafiado del Punto medio de la parrilla	50
Figura 25. Medida inicial con pesas.....	50
Figura 26. Medida final sin pesas.....	51
Figura 27. Identificación de fuentes de incertidumbre.....	54
Figura 28. Correlación entre Temperatura ambiente y la deformación de la parrilla	56
Figura 29. Prueba de normalidad temperatura ambiente 25,3°C	59
Figura 30. Prueba de normalidad temperatura ambiente 31,4°C	59
Figura 31. Prueba de normalidad temperatura ambiente 16,5°C	60
Figura 32. Prueba de normalidad Andres Robles.....	61
Figura 33. Prueba de normalidad Henry Lozano	62
Figura 34. Prueba de normalidad desplazado 2cm a la parte superior.....	65
Figura 35. Prueba de normalidad desplazado 2 cm a la derecha.....	66
Figura 36. Prueba de normalidad 2 cm a la parte inferior.....	66
Figura 37. Contribuciones de incertidumbre para el método fuerza de abertura de puertas	68
Figura 38. Prueba de normalidad a 32°C	70
Figura 39. Prueba de normalidad a 17°C	70

Figura 40. Prueba de normalidad Andres Robles.....	71
Figura 41. Prueba de normalidad Henry Lozano	72
Figura 42. Contribuciones de incertidumbre para el método resistencia mecánica de parrillas....	75
Figura 43. Simulación deformación del vidrio.....	76

1. INTRODUCCION:

1.1 Situación problemática:

Una de las claves que ha permitido a la empresa Indurama S.A se mantenga como líder en el mercado es la reingeniería constante de sus procesos productivos y la implantación de un sistema de gestión, es por eso que en el año 2013 la empresa implementó y acreditó el sistema de gestión de los laboratorios de cocinas y refrigeradoras con la norma ISO/IEC 17025.

Dentro del laboratorio de Refrigeración se tiene acreditado tres métodos (consumos de energía, determinación de volúmenes y temperaturas de almacenamiento) de un total de trece, faltando por acreditar diez métodos, por tal motivo se planteará el estudio para una futura acreditación en los ensayos de resistencia mecánica de estantes y fuerza de abertura de puertas en refrigeradoras.

El poco recurso humano, la poca disponibilidad de tiempo y el factor económico ha repercutido que el alcance del laboratorio de Indurama S.A permanezca sin avance en el tema de acreditación con los métodos antes mencionados. Este año la alta dirección ha designado el presupuesto para ampliar el alcance, esto será de gran beneficio a la empresa porque se puede certificar los productos de línea blanca que se fabrica.

En lo posterior la certificación contribuirá para que la filial Marcimex S.A pueda importar artefactos de refrigeración y la certificación de esta importación se realice en el laboratorio en base a un esquema de certificación 5 (la toma periódica de muestras de producto ya sea en el punto de producción o en el mercado o en ambas, y someterlos a actividades de determinación) cuyo ente certificador vendría a ser el INEN, lo que genera un ahorro representativo al grupo Consenso ya que los mismos no se enviaran a certificar en laboratorios externos.

Al mantener el sistema de gestión ISO/IEC 17025, hace posible que la empresa, tenga una infraestructura de laboratorios robusta basada en el aseguramiento metrológico y el conocimiento del personal, lo que nos permite adoptar herramientas destinadas al mejoramiento continuo, la infraestructura implementada servirá de aporte para el sistema de evaluación de la conformidad de productos.

1.2 Formulación del problema:

1.2.1 Problema general

¿Es posible realizar un estudio de los métodos de ensayo de resistencia mecánica de estantes y fuerza de apertura de puertas de refrigeradoras basado en la norma NTE INEN 2 206 4R, para una posterior acreditación según ISO/IEC 17025 de una empresa de electrodomésticos?

1.2.2 Problemas específicos:

- ¿Se podrá establecer las condiciones iniciales para ejecutar los métodos de ensayo de resistencia mecánica de estantes y fuerza de apertura de puertas de refrigeradoras basado en la norma NTE INEN 2 206 4R?
- ¿Es posible realizar los ensayos de laboratorio y analizar los resultados para estimar un valor de incertidumbre de los métodos de resistencia mecánica de estantes y fuerza de apertura de puertas de refrigeradoras basado en la norma NTE INEN 2 206 4R?
- ¿Se podrá documentar los procedimientos de ensayo de los métodos ensayo de resistencia mecánica de estantes y fuerza de apertura de puertas de refrigeradoras basado en la norma NTE INEN 2 206 4R de acuerdo al análisis de resultados?

1.3. Justificación de la investigación:

“En las circunstancias actuales, con un dinámico y cambiante entorno empresarial, es primordial el desarrollar las capacidades necesarias para adaptarse adecuadamente al cambio, valiéndose de la anticipación y capacidad de generar e impulsar ideas emprendedoras.” (Manene, 2013).

Las cuales deben estar alineadas a las políticas de la empresa, es así que:

“Parte fundamental de la estrategia empresarial de cualquier organización consiste en la determinación de sus prioridades competitivas, las cuales deben alinearse con su visión de futuro y que representan sus cartas de sostenibilidad en el mercado ". (Calidad, 2016)

Bajo éste contexto de calidad, se propone en la presente investigación realizar ensayos de Repetibilidad y Reproducibilidad basándose en normas de estandarización como la ISO/IEC 17025 y NTE INEN 2 206 4R, donde permite analizar los resultados obtenidos utilizando diferentes técnicas estadísticas, para estimar los valores de incertidumbre del método y la redacción de los procedimientos propuestos con sus respectivos alcances.

En la actualidad la empresa Indurama S.A en el laboratorio de refrigeración cuenta con la acreditación de tres métodos (consumos de energía, determinación de volúmenes y temperaturas de almacenamiento), por lo tanto es necesario la acreditación de los ensayos restantes para ser referente a nivel nacional siendo la única empresa que posea dicha acreditación para realizar ensayos en artefactos de línea blanca.

1.4. Objetivos:

1.4.1 Objetivo general:

Elaborar un estudio de los métodos de ensayo de resistencia mecánica de estantes y fuerza de abertura de puertas de refrigeradoras basado en la norma NTE INEN 2 206 4R, para una posterior acreditación según ISO/IEC 17025 de una empresa de electrodomésticos.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Establecer las condiciones iniciales para ejecutar los métodos de ensayo de resistencia mecánica de estantes y fuerza de abertura de puertas de refrigeradoras basado en la norma NTE INEN 2 206 4R.
- Realizar los ensayos de laboratorio y analizar los resultados para estimar un valor de incertidumbre de los métodos de resistencia mecánica de estantes y fuerza de abertura de puertas de refrigeradoras basado en la norma NTE INEN 2 206 4R.
- Elaborar de acuerdo al análisis de los resultados los procedimientos de ensayos de los métodos de resistencia mecánica de estantes y fuerza de abertura de puertas de refrigeradoras basado en la norma NTE INEN 2 206 4R.

2. HIPÓTESIS

2.1 Hipótesis general:

Es posible desarrollar un estudio de los métodos de ensayo de resistencia mecánica de estantes y fuerza de abertura de puertas de refrigeradoras basado en la norma NTE INEN 2 206 4R, para una posterior acreditación según ISO/IEC 17025 de una empresa de electrodomésticos.

2.2. Hipótesis específicas:

- Las condiciones iniciales influyen en los resultados de los métodos de ensayo de resistencia mecánica de estantes y fuerza de abertura de puertas de refrigeradoras basado en la norma NTE INEN 2 206 4R.
- La realización de los ensayos de laboratorio y análisis de los resultados permitirá estimar un valor de incertidumbre de los métodos de resistencia mecánica de estantes y fuerza de abertura de puertas de refrigeradoras basado en la norma NTE INEN 2 206 4R.
- El análisis de resultados de los métodos de resistencia mecánica de estantes y fuerza de apertura de puertas de refrigeradoras basado en la Norma NTE INEN 2 206 4R permitirá establecer un procedimiento para una posterior auditoría de acreditación de la ISO/IEC 17025.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de investigación

El INEN ha desarrollado normas en favor del consumidor final y una de ellas es la NTE INEN 2206 4R 2019-02, proporcionando los requisitos y métodos de ensayo destinados para aparatos de refrigeración domésticos, siendo su alcance el enlistado a continuación: (Normalización, 2019).

- Aparatos de refrigeración domésticos con o sin escarcha;
- Aparatos de refrigeración domésticos con o sin compartimiento de baja temperatura, con o sin compartimiento de enfriamiento;

- Refrigeradores – congeladores.

La empresa Indurama S.A cuenta con sistemas de gestión en ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, OSHAS, los productos llevan el sello INEN, que son auditados insitu de acuerdo al programa delineado a inicios de año con el personal del INEN, la línea de cocinas es auditado bajo la norma INEN 2 259 y la línea de refrigeración con la norma NTE INEN 2 206 4R.

En busca de esa mejora continua la empresa optó que sus laboratorios sean acreditados en base a la norma IEC 17025, requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

“En Ecuador, el órgano oficial de la acreditación es el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), entidad anexa al Ministerio de Industrias y Productividad. El organismo cuyo fuerte es acreditar a tres sectores distintos: laboratorios, organismos de inspección y organismos de certificación, en su conjunto se llaman *organismos de evaluación de la conformidad* (OEC). Un OEC se acredita dentro de una o varias áreas técnicas específicas de un sector, llamadas *alcance de acreditación*. (¿Qué es la acreditación?, s. f.)

A su vez, al SAE y a entidades similares en otros países los evalúan diferentes organismos. A nivel regional, la institución es miembro pleno de la Cooperación Interamericana de Acreditación (IAAC, en inglés). A nivel mundial, es designatario de acuerdos de reconocimiento de los dos organismos internacionales de acreditación: la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC) y el Foro Internacional de Acreditación (IAF). (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, 2020)

La acreditación de organismos de evaluación de la conformidad es una herramienta valiosa que permite demostrar que los productos, servicios y personas cumplen con especificaciones de calidad definidas, responden a requisitos de protección ambiental y seguridad ocupacional, convirtiéndose en apoyo para las autoridades reguladoras y para las entidades que protegen al consumidor.

Fortalecer la infraestructura ecuatoriana de la calidad con la acreditación, mejora las oportunidades de exportación de productos ecuatorianos al mercado internacional y hace efectiva

la vigilancia de mercado, para generar confianza al momento de adquirir productos o servicios que cuentan con una marca o un certificado de conformidad que avalan su calidad y seguridad. (Corporativo, Servicio de acreditación Ecuatoriano, 2018)

Como se especificó, los beneficios que se adquieren al momento de acreditar los laboratorios en base a la ISO/IEC 17025 son cuantiosos, los informes emitidos son reconocidos al momento de exportar, y se pueden certificar como primera parte en base de un convenio de cooperación mutua.

3.1.1 ¿Qué es la acreditación?

Evaluación independiente de los *Organismos de Evaluación de la Conformidad*, en cumplimiento de estándares reconocidos para garantizar su imparcialidad y competencia para llevar a cabo actividades específicas, tales como ensayos, calibraciones, certificaciones e inspecciones. (Norma ISO/IEC 17000, 2004).

3.1.2 Beneficios de la acreditación

Los beneficios de la acreditación son varios, entre ellos los indicados en la Figura 1.

Figura 1

Beneficios de la acreditación



Fuente: Capacitación de Certificación impartida por Felipe Carrasco.

Una acreditación de laboratorio bajo normativa internacional es un elemento de competitividad dentro del mercado global y mejorará la imagen del producto de la empresa hacia la comunidad y el mercado nacional e internacional, aumentará la confianza, que la sociedad tiene de la

información que proporcionan los OEC “Organismos de la Evaluación de la Conformidad” (Laboratorios de ensayo, etc.) tanto nacional como internacionalmente.

Por tanto, amplía la posibilidad de Mercados o Negocios que tienen como requisito en la actualidad aceptar producto bajo la verificación de requisitos realizados por laboratorios acreditados.

3.2. Bases teóricas

3.2.1 Condiciones Ambientales

Dentro de la norma NTE INEN 2206 4R 2019-02 los ítems que se debe controlar para la satisfacción de los resultados son los que se detalla a continuación:

3.2.2 Temperatura Ambiente

La temperatura ambiente para el ensayo debe estar entre +16 °C y 32°C.

3.2.3 Humedad Relativa

La humedad relativa para el ensayo debe ser menor al 75%.

3.2.4 Local de ensayo

Cada artefacto debe ser colocado sobre una plataforma sólida de madera, pintada de negro mate, abierta para la circulación libre de aire bajo la plataforma. La parte superior de la plataforma debe estar a 0,3 m sobre el piso del local de ensayo, pero no mayor de 0,6 m, aislado por todos los lados del artefacto, excepto en la parte posterior donde debe extenderse a la división vertical.

La circulación de aire en relación al artefacto debe estar restringida al contorno del artefacto, por medio de tres divisiones verticales, pintadas de negro mate, dispuestas como se indica a continuación:

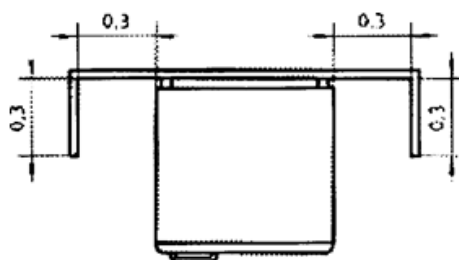
Una de las divisiones debe estar localizada paralela a la parte posterior del artefacto, contra las paredes o a la distancia especificada por el fabricante en conexión con el espacio total requerido;

Las otras dos divisiones deben ser paralelas a los lados del mueble, y deben estar fijas sobre la plataforma a 0,3 m de los lados del mueble; y estos también deben ser de 0,3 m de ancho. (NTE INEN 2206 4R APARATOS DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICOS. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO.pdf, s. f.)

La estructura total de divisiones debe tener la forma y dimensiones indicadas en Figura 2.

Figura 2

Divisiones para restringir la circulación de aire "Dimensiones en metros"



Fuente: NTE INEN 2206 Cuarta revisión.

3.2.5 Definiciones básicas.

3.2.5.1 Estadística básica.

La estadística descriptiva es una disciplina que se encarga de recoger, almacenar, ordenar, realizar tablas o gráficos y calcular parámetros básicos sobre el conjunto de datos. (Lopez, 15)

3.2.5.2 Población.

Es el conjunto sobre el que se está interesado en obtener conclusiones (hacer inferencia). Normalmente es demasiado grande para poder abarcarlo. (VILAR, 2019).

3.2.5.3 Muestra.

Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. Hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas,

lógica y otros que se verá más adelante. La muestra es una parte representativa de la población. (LOPEZ, 2004).

3.2.5.4 Variable.

Una variable estadística es el conjunto de valores que puede tomar cierta característica de la población sobre la que se realiza el estudio estadístico y sobre la que es posible su medición. (Serra, 2014).

3.2.5.5 Sesgo.

El sesgo en la recolección de datos ocurre cuando seleccionamos de manera errónea los sujetos que pertenecerán a la muestra aleatoria objeto del análisis. (AVELLAN, 2019).

3.2.5.6 Desviación estándar.

La desviación estándar es la medida de dispersión más común, que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media. Mientras mayor sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de los datos. (MINITAB, 2019).

3.2.5.7 Varianza.

La Varianza es una medida de dispersión que se utiliza para representar la variabilidad de un conjunto de datos respecto de la media aritmética de los mismos. Así, se calcula como la suma de los residuos elevados al cuadrado y divididos entre el total de observaciones. No obstante, se trata de una medida que también puede calcularse como la desviación típica al cuadrado (DELSOL, 2021).

3.2.5.8 Prueba f.

Es una prueba estadística empleada para la comparación de varianzas, sus aplicaciones son:

- Comprobar que dos métodos son igual de precisos.

- Comprobar que las varianzas son iguales para ver qué tipo de test de comparación de medias utilizar posteriormente.
- Comparar que en la reproducibilidad no intervienen factores distintos a los encontrados en los estudios de reproducibilidad. (VILAR, 2019).

3.2.5.9 Prueba t de Student.

Comparación de valores medios de dos conjuntos de datos y sus aplicaciones son las siguientes:

- Comparación del valor medio obtenido para un material de referencia aplicando un determinado método y el valor de un certificado.
- Comparación de los resultados obtenidos con un método en desarrollo y uno de referencia. (VILAR, 2019).

3.2.5.10 Ensayos R&R.

Son principios básicos por los que es posible confirmar ensayos, para establecer estándares de medición. Se trata de obtener resultados bajo las mismas condiciones y comprobar la veracidad de un ensayo.

Por otro lado, repetibilidad y reproducibilidad (R&R) sobre calibres por variables puede ser ejecutado usando diferentes técnicas. Los más comunes son Método de los rangos, Método de los promedios y rangos, Método de ANOVA. (Corporativo, Maquinas y Equipos, 2021; Corporativo, Maquinas y Equipos, 2021)

3.2.5.11 Ensayos cualitativos.

Para resultados cualitativos, si se usan métodos estadísticos, tienen que ser apropiados a la naturaleza de las respuestas. Para los datos cualitativos, la técnica apropiada es comparar el resultado de un participante con el valor asignado. Si son idénticos, el desempeño es aceptable. Si no son idénticos, se necesita un juicio experto para determinar si el resultado es apto para su uso previsto. (VILAR, 2019)

3.3 Incertidumbre en las mediciones

3.3.1 Magnitud

Todo aquello que se puede medir. (*vim-cem-2012web.pdf*, s. f., p. 11,12)

3.3.2 Medición

Conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud. (*vim-cem-2012web.pdf*, s. f., p. 11,12)

3.3.3 Mensurando

Magnitud particular sujeta a medición. (*vim-cem-2012web.pdf*, s. f., p. 27)

3.3.4 Magnitud de influencia

Magnitud que no es el mensurando pero que afecta el resultado de una medición. (*vim-cem-2012web.pdf*, s. f., p. 42)

3.3.5 Incertidumbre

Parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al mensurando. (Marqués, 2004)

3.3.6 Fuentes posibles de incertidumbre

Una vez determinados el mensurando, el principio, el método y el procedimiento de medición, se identifican las posibles fuentes de incertidumbre. (Marqués, 2004)

- Definición incompleta del mensurando
- Muestra no representativa del mensurando

- Lectura sesgada de instrumentos analógicos
- Conocimiento incompleto de los efectos de las condiciones ambientales sobre la medición, o medición imperfecta de dichas condiciones ambientales
- Resolución finita del instrumento de medida o umbral de discriminación
- Valores inexactos de los patrones o de los materiales de referencia
- Valores inexactos de constantes y otros parámetros
- Aproximaciones e hipótesis establecidas
- Variaciones en las observaciones repetidas del mensurando en condiciones aparentemente idénticas.

3.3.7 Ecuación matemática

Permite materializar en forma numérica el resultado de la medición, debe constar en forma explícita todos los factores que se consideren de influencia, y existe casos en donde un factor de influencia difícilmente puede ser considerado en forma explícita en el modelo matemático.(Marqués, 2004)

$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, \dots \dots x_N)$	(1)
----------------------------------------------	-----

Donde:

Y= Resultado de la medición

x_i = Factor de influencia.

3.3.8 Incertidumbre de los factores de influencia

3.3.8.1 Incertidumbre tipo A.

Método para evaluar la incertidumbre mediante el análisis estadístico de una serie de observaciones, incertidumbre tipo A es la desviación estándar de la media.(Marqués, 2004)

3.3.8.2 Incertidumbre tipo B.

Método para evaluar la incertidumbre por otro medio que no sea el análisis estadístico de una serie de observaciones.

Para la estimación x_i , de una magnitud de entrada X_i que no ha sido obtenida a partir de observaciones repetidas, la incertidumbre se establece mediante decisiones científicas basadas en toda la información disponible acerca de la variabilidad posible de X_i . El conjunto de la información puede comprender:

- Resultados de medidas anteriores
- La experiencia o el conocimiento general del comportamiento y propiedades de los materiales y los instrumentos utilizados
- Las especificaciones del fabricante
- Los datos suministrados por certificados de calibración u otros certificados
- La incertidumbre asignada a valores de referencia procedentes de libros y manuales

Son incertidumbres Tipo B las siguientes: Certificados, asumir distribuciones (rectangular, triangular, normal), resolución, histéresis y excentricidades.(Marqués, 2004)

3.3.8.3 Distribuciones de probabilidad.

La cuantificación de una fuente de incertidumbre incluye la asignación de un valor y la determinación de la distribución a la cual se refiere este valor. Las distribuciones más frecuentes son: (Marqués, 2004, p. 9)

a) Distribución normal

Los resultados de una medición repetida afectada por magnitudes de influencia que varían aleatoriamente, generalmente siguen en buena aproximación una distribución normal. En particular, la distribución de la media de una serie de mediciones repetidas se aproxima a una normal independientemente de la distribución de las lecturas individuales. También la incertidumbre indicada en certificados de calibración se refiere generalmente a una distribución normal. (Marqués, 2004, p. 10)

b) Distribución rectangular

En una distribución rectangular cada valor en un intervalo dado tiene la misma probabilidad, o sea la función de densidad de probabilidad es constante en este intervalo. Ejemplos típicos son la resolución de un instrumento digital o la información técnica sobre tolerancias de un instrumento. En general, cuando exclusivamente hay conocimiento de los límites superior e inferior del intervalo de variabilidad de la magnitud de entrada, lo más conservador es suponer una distribución rectangular. (Marqués, 2004, p. 10)

c) Distribución triangular

Si además del conocimiento de los límites superior e inferior, hay evidencia de que la probabilidad es más alta para valores en el centro del intervalo y se reduce hacia los límites, puede ser más adecuado basar la estimación de la incertidumbre en una distribución triangular. Por ejemplo, en un baño termostático, que se utiliza para medir la densidad de un líquido, la temperatura puede tener una ligera deriva. Si se mide la temperatura antes y después de la medición de la densidad (resultando en T_1 y T_2), se puede suponer para el momento de la medición de la densidad una temperatura de $(T_1+T_2)/2$ con una distribución triangular entre T_1 y T_2 . (Marqués, 2004, p. 10)

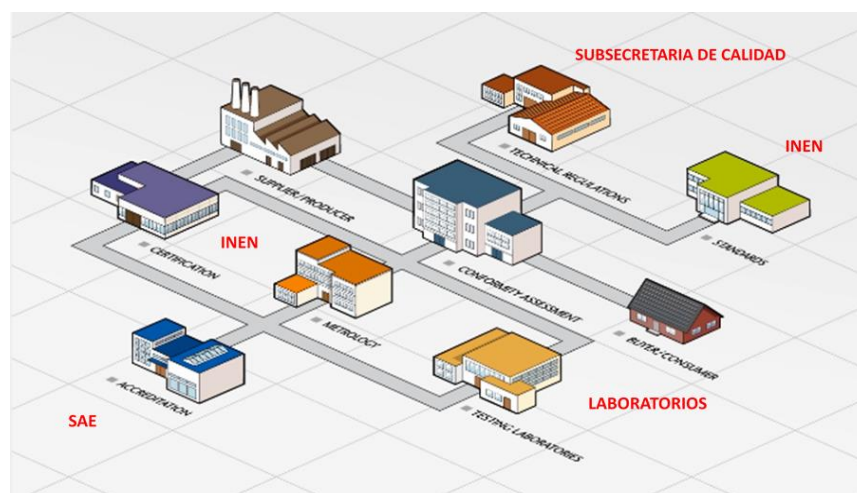
3.4 Infraestructura de calidad y de evaluación de la conformidad.

En la Figura 3 se presenta gráficamente la configuración de infraestructura de la calidad con los elementos determinantes como son: la acreditación, la normalización y la evaluación de la

conformidad; hace que las mediciones, ensayos y certificaciones que responden a normas y reglamentos técnicos, que se realizan de manera invisible para el consumidor, generen un alto nivel de confianza en ellos porque reciben resultados confiables y productos sanos y seguros. (Corporativo, Servicio de acreditación Ecuatoriano, 2018)

Figura 3

Infraestructura de la calidad.



Fuente: Capacitación de Certificación impartida por Felipe Carrasco.

En el país la infraestructura de la calidad viene dada por los siguientes entes gubernamentales:

- a) Comité Interministerial de la Calidad;
- b) El Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN;
- c) El Organismo de Acreditación Ecuatoriano, OAE; y,
- d) Las entidades e instituciones públicas que en función de sus competencias, tienen la capacidad de expedir normas, reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad.
- e) Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO).

El Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), será la institución rectora del Sistema Ecuatoriano de la Calidad. (*Ley del sistema Ecuatoriano de la calidad*, 2014, p. 3,4)

3.4.1 Ley del sistema ecuatoriano de la calidad

Esta Ley tiene como objetivo establecer el marco jurídico del sistema ecuatoriano de la calidad, destinado a: i) regular los principios, políticas y entidades relacionados con las actividades vinculadas con la evaluación de la conformidad, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales en ésta materia; ii) garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente, la protección del consumidor contra prácticas engañosas y la corrección y sanción de estas prácticas; y, iii) Promover e incentivar la cultura de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad ecuatoriana. (*Ley del sistema Ecuatoriano de la calidad*, 2014, p. 2)

3.4.2 Reglamento general a la ley del sistema ecuatoriano de la calidad

El Reglamento General contiene la normativa para una adecuada aplicación de la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, con el objeto de viabilizar y facilitar la investigación y aplicación de las normas y reglamentos técnicos, metrología, acreditación y evaluación de la conformidad que promueven y protegen la calidad de bienes y servicios, en busca de la eficiencia, el mejoramiento de la competitividad; el incremento de la productividad; y, el bienestar de los consumidores y usuarios. (Delgado, 2014, p. 2)

3.4.3 Organización y funcionamiento del sistema ecuatoriano de la calidad

El sistema ecuatoriano de la calidad es el conjunto de procesos, procedimientos e instituciones públicas responsables de la ejecución de los principios y mecanismos de la calidad y la evaluación de la conformidad. (*Ley del sistema Ecuatoriano de la calidad*, 2014, p. 3)

3.4.4 Instituto Ecuatoriano de Normalización-INEN

Constitúyese al Instituto Ecuatoriano de Normalización -INEN, como una entidad técnica de Derecho Público, adscrita al Ministerio de Industrias y Productividad, con personería jurídica, patrimonio y fondos propios, con autonomía administrativa, económica, financiera y operativa; con sede en Quito y competencia a nivel nacional, descentralizada y desconcentrada, por lo que

deberá establecer dependencias dentro del territorio nacional y, se regirá conforme a los lineamientos y prácticas internacionales reconocidas y por lo dispuesto en la presente Ley y su reglamento. (*Ley del sistema Ecuatoriano de la calidad*, 2014, p. 6)

3.4.5 Servicio de acreditación ecuatoriano

De acuerdo a la Ley del Sistema Nacional de la Calidad, Art.20: El SAE es el órgano oficial en materia de acreditación y una entidad técnica de derecho público con personería jurídica, patrimonio y fondos propios, con autonomía administrativa, económica, financiera y operativa.

3.4.5.1 Misión del SAE.

A continuación damos a conocer la misión del SAE, garantizar la seguridad y calidad de productos y servicios para el consumo y comercialización nacional e internacional, fortaleciendo la infraestructura de la calidad del país mediante la acreditación de la competencia técnica de los organismos de evaluación de la conformidad. (*Misión, visión, principios y valores – Servicio de Acreditación Ecuatoriano*, s. f.)

3.4.5.2 Objetivo estratégico del SAE.

A continuación se indica el objetivo del SAE incrementar la infraestructura de la calidad en el Ecuador acreditando organismos de evaluación de la conformidad necesarios para el desarrollo de la producción de bienes y servicios priorizados y el cambio de la Matriz Productiva. (Bedón, 2018).

3.4.6 Reglamentación Técnica

La reglamentación técnica comprende la elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos necesarios para precautelar los objetivos relacionados con la seguridad, la salud de la vida humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente y la protección del consumidor contra prácticas engañosas. (*Ley del sistema Ecuatoriano de la calidad*, 2014, p. 11)

3.4.7 La evaluación de la conformidad

La evaluación de la conformidad se regirá por los siguientes principios:

- a) La independencia y ausencia de conflictos de intereses de los organismos o personas que intervengan en la certificación, auditorías, consultoría, capacitación, asesoría y en la evaluación de la conformidad, respecto de los productores, vendedores y compradores de productos y de los proveedores de servicios;
- b) La uniformidad de las reglas de acreditación, así como de las reglas y métodos de investigación, inspección, ensayo y medición cuando se ejecuten evaluaciones obligatorias de la conformidad, independientemente del tipo o de la particularidad de las transacciones;
- c) La prohibición de restringir la competencia a través de los procedimientos de acreditación o de certificación;
- d) La prohibición de combinar las funciones de acreditación y certificación en la misma persona o entre personas vinculadas, entendiéndose por tales a la matriz respecto de la sucursal; a todas aquellas en las que una persona posea el 50% o más del capital social de la otra; a las que ejerzan la dirección o la administración de la empresa o en la que tienen injerencia directa en las decisiones; y,
- e) La prohibición de que el financiamiento de las actividades de supervisión y control provengan de parte interesada. (*Ley del sistema Ecuatoriano de la calidad*, 2014, p. 12)

3.4.8 Objetivos de la certificación de la conformidad.

- a) Certificar que un producto o servicio, un proceso o método de producción, de almacenamiento, operación o utilización de un producto o servicio, cumple con los requisitos de un reglamento técnico;
- b) Facilitar el acceso de los productos ecuatorianos a los mercados internacionales a través de acuerdos o convenios de reconocimiento mutuo;
- c) Evitar la aplicación de los requerimientos de evaluación obligatoria de la conformidad a los productos o servicios que no están afectados por los reglamentos técnicos;
- d) Permitir que los certificados puedan exhibir marcas de conformidad o sellos de calidad, de acuerdo con las reglas y procedimientos aplicables a la certificación; y,

e) Prohibir que productos o servicios sean marcados o etiquetados con logos, sellos de calidad o marcas de conformidad, si no se ha demostrado que cumplen con los requisitos establecidos en los reglamentos técnicos. (*Ley del sistema Ecuatoriano de la calidad*, 2014, p. 12)

4. MÉTODOS Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo, diseño y nivel de investigación

En el presente trabajo, la investigación es de tipo aplicada estableciendo procedimientos que satisfagan los requerimientos del método de ensayo para una posterior acreditación por el SAE.

Es de enfoque cuantitativo ya que se analizarán datos como fuerza de abertura, posición de utillaje, abertura, entre otros.

En relación a los métodos de abertura de puertas y tapas, variación del desplazamiento de parrillas, ubicación de pesos y material de parrillas será de carácter experimental donde se aplicará la metodología R&R, ya que se realizará ensayos de repetibilidad y reproducibilidad.

4.2 Tratamiento de la Información

Los datos preliminares para el análisis se anotó en el registro de datos primarios de acuerdo a las iteraciones realizadas, se transpararon en el excel en la hoja de cálculo, para el análisis estadístico se utilizó el SOFTWARE MINITAB version 15.

4.3 Metodología de la Investigación

La Figura 4 presenta el método de investigación utilizado, donde en la revisión de la literatura explica temas relacionados con la ley de la calidad, normativas INEN vigentes, los organismos internacionales que reconocen al SAE, y la documentación que exige el SAE para extender el alcance de laboratorios de Indurama S.A.



Fuente: Elaboración propia de los Autores

Posteriormente se verificó los métodos normalizados de acuerdo a los procedimientos establecidos.

Se realizaron los ensayos en un modelo patrón de refrigerador en base al parámetro de desempeño de precisión ensayo R&R (repetibilidad y reproducibilidad). Se analizó los resultados obtenidos para estimar el valor de incertidumbre de los métodos y finalmente se han redactado los métodos de ensayos de acuerdo a la Norma NTE INEN 2 206 4R de convenio a la necesidad del laboratorio de Indurama S.A.

4.3.1 Unidad de análisis

La Unidad de análisis serán todos los artefactos con o sin escarcha: refrigeradores, refrigeradores-congeladores, congeladores verticales y/o horizontales y vitrinas para los que se solicite su verificación.

4.3.2 Población

Si bien el programa de producción es lanzado al inicio de cada mes, y dicha planificación contempla la fabricación mensual de un promedio de 18000 artefactos entre refrigeradoras

domésticas, vitrinas comerciales, congeladores verticales y horizontales, la fabricación de estos artefactos vendría a ser la población si se procurara elegir una muestra para realizar ensayos con la finalidad de evaluar la conformidad del producto basado en los requisitos mínimos de una Norma para certificar bajo sello INEN un lote de producción.

Pero la finalidad de este estudio es la verificación de métodos y la estimación de la incertidumbre, para satisfacer la necesidad de los clientes, por lo tanto, la población no interviene en este estudio.

4.3.3 Tamaño de la Muestra

En base a la experiencia en la acreditación de los métodos vigentes: tres de refrigeradoras y catorce de cocinas (ver alcance de laboratorio en la página del SAE), además a ello súmele la participación en pruebas de aptitud donde se evalúa el desempeño de laboratorio realizando comparaciones, el tamaño de la muestra es un artefacto donde se realizaron los diferentes ensayos para estimar el valor de incertidumbre para el método de abertura de puertas y la resistencia mecánica de estantes.

4.3.4 Selección de la Muestra

La muestra que se definió para realizar la investigación es un artefacto RI 375 L con número de serie: **E01011339300890321**, color croma, con volumen nominal bruto total de 256 litros, volumen de almacenamiento total 245 litros, volumen de almacenamiento congelador 67 litros, consumo de energía 365 kW.h/año, ancho 62cm, alto 158 cm, profundidad 67 cm, área de parrilla de almacenamiento 102,1 dm².

4.3.5 Ensayo de la fuerza de abertura de las puertas

La norma establece los requisitos mínimos que se deben cumplir en el diseño de artefactos, la finalidad del ensayo de abertura de puertas, es determinar si un niño desde el interior del artefacto pueda abrir la puerta. La fuerza que se aplica para vencer esa inercia es de 70 N (7,13 kgf) como máximo.

En base a las directrices que se establece en el punto 6.4.2 literal a) de la norma INEN 2 206 4R, donde menciona que la fuerza aplicada se debe realizar en el punto medio del borde más lejano desde el eje de la bisagra en una dirección perpendicular al plano de la puerta o tapa, para realizar el ensayo se empleó los equipos que se detallan a continuación, ver Tabla 1.

Tabla 1
Equipos utilizados para verificar método de abertura de puertas.

Nombre	Marca	No. Certificado	Modelo	Código	Fecha de Calibración
Dinamómetro	WEIHENG	N/A	N/A	2750	21/04/2021
Higrotermometro	TESTO	LTEM-21-168-THG	608-H2	30050248	10/03/2021
Artefacto de Prueba	Indurama	N/A	RI-375 L Croma	N/A	N/A
Flexómetro	STANLEY	SECM-EL-2021-095	33-231	F-LB-CH	29/03/2021

Fuente: Elaboración propia de los Autores

Cabe recalcar que cada uno de los equipos empleados cuenta con su certificado de calibración vigente.

4.3.6 Mapeo donde se aplica la fuerza de abertura de puertas

En el mercado existe artefactos de refrigeración compuestos por dos puertas que adopta el nombre de puerta del congelador y refrigerador, la norma exige que el ensayo se realice en la puerta del refrigerador, en la Figura 5 se indica como están ubicadas las bisagras inferior y central de la puerta de un artefacto; para el mapeo del área donde se aplicará la fuerza nos referimos desde la bisagra central debemos trasladarnos al extremo mas lejano que seria el punto c.

Figura 5

Zona de aplicación de la fuerza de abertura "Punto c"



Fuente: Elaboración propia de los autores

Como siguiente paso se procedió a medir la longitud de la puerta del compartimiento del refrigerador, la misma que tiene una dimensión de 102 cm, siendo su punto medio 51 cm, ver Figura 6.

Figura 6

Zona media de la puerta del compartimiento refrigerador



Fuente: Elaboración propia de los autores

En la Figura 7 se muestra la geometría de la contrapuerta, si un niño queda atrapado en el interior, la fuerza a ejercer para abrir la puerta lo debe realizar en el área pintada de café, la distancia que existe del noyo hacia el filo de la puerta es de: 61 mm, ver Figura 8, esta medida se traslapa hacia la parte exterior, la misma que se toma como referencia el filo de la puerta hacia la derecha y se mapéo el área donde se debe ejercer la fuerza.

Figura 7

Geometría de la contrapuerta del artefacto



Fuente: Elaboración propia de los autores

Figura 8.

Medida del noyo al filo de la puerta



Fuente: Elaboración propia de los autores

Una vez trazado los ejes se proyectó el diámetro de la ventosa que es de 4 cm, se serigrafió un APE (A prueba de error), que sirvió de ayuda visual para que cuando se aplique la fuerza de abertura todas las repeticiones sean en el mismo punto. ver Figura 9.

Figura 9

Mapeo del área donde se debe ejercer la fuerza



Fuente: Elaboración propia de los autores

Una vez que se encontró el área, se realizó los ensayos de abertura con la ayuda del dinamómetro y se registró la máxima fuerza ejercida para abrir el artefacto. Ver Figura 10.

Figura 10*Ejecución del ensayo*

Fuente: Elaboración propia de los autores

4.4 Ensayo de la fuerza de abertura de las puertas variando la temperatura ambiente y humedad relativa

En base a las consultorías impartidas por el ingeniero René Chanchay (SELCAMet), y del ingeniero Víctor Hugo Largo (VILAR) en el año 2013, que se realizó la primera fase para la acreditación de los métodos antes mencionados, la alta dirección de los laboratorios, en el grupo primario estableció que el número de ensayos que se realicen para la verificación de métodos sean siete, los mismos que estadísticamente son confiables y el costo de ejecución no es alto.

Por acotar un poco y poner en consideración el costo beneficio en la acreditación de métodos, cuando se acreditaron los métodos de consumo de energía y almacenamiento de temperaturas, la duración de estos ensayos es de diez horas aproximadamente, con un costo de ejecución por ensayo de 678 dólares americanos. Sin contar la mano de obra del técnico, en base a este rubro se justificó los números de ensayos antes mencionados.

Según el objetivo específico 1 se estableció realizar ensayos de repetibilidad, de acuerdo a la NTE INEN 2 206 cuarta revisión, en donde menciona que en el ensayo de la fuerza de abertura de las puertas y tapas punto 6.4.2, la temperatura ambiente debe estar entre $+16^{\circ}\text{C}$ y $+32^{\circ}\text{C}$, por lo tanto en la verificación del método se realizó ensayos a temperaturas de $+16.5^{\circ}\text{C}$, 25.30°C y 31.40°C , los ensayos fueron realizados por Xavier Torres en lo que se refiere a repetibilidad, el

técnico cuenta con una experiencia de diez años en la ejecución de ensayos acreditados, y lo respaldamos con el formato competencia técnica del personal ver Anexo 1.

En la Tabla 2 se presentan los ensayos realizados a una temperatura ambiente de 25,3°C y una humedad relativa de 65%, el mismo que fue realizado por Xavier Torres el día 22-03-2021.

Tabla 2
Ensayos realizados a 25,3°C.

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,54
2	2,62
3	2,58
4	2,6
5	2,59
6	2,57
7	2,58
Media	2,58

Fuente: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 3, se presenta los ensayos realizados a una temperatura ambiente de 31,4°C y una humedad relativa de 41,4%, realizado por Xavier Torres el día 26-03-2021.

Tabla 3
Ensayos realizados a 21,4°C

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,54
2	2,44
3	2,38
4	2,39
5	2,49
6	2,58
7	2,47
Media	2,47

Fuente: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 4 se presenta los ensayos de repetibilidad realizados a una temperatura ambiente de 16,5°C y una humedad relativa de 72%, realizado por Xavier Torres el día 29-03-2021.

Tabla 4

Ensayos realizados a 16,5°C

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,82
2	2,72
3	2,78
4	2,77
5	2,69
6	2,76
7	2,79
Media	2,76

Fuente: Elaboración propia de los autores

4.5 Ensayos de la fuerza de abertura de las puertas desplazando la ventosa

Se realizó las pruebas variando la temperatura ambiente y la humedad relativa este aporte se cuantificará al momento de estimar la incertidumbre, otra variable que nos puede aportar al cálculo es el desplazamiento de la ventosa, por tal motivo se corrió ensayos desplazando la misma en diferentes direcciones determinando cual es el de mayor aporte.

4.5.1 Ensayos desplazando la ventosa 2 cm a la parte superior

Como se mencionó vamos a correr ensayos desplazando la ventosa, las primera iteración es con el desplazamiento 2 cm a la parte superior. Se estableció realizar ensayos de repetibilidad y reproducibilidad, en la Figura 11 se puede apreciar la ventosa desplazada a la parte superior.

Figura 11

Ejecución del ensayo desplazando la ventosa “2cm superior”



Fuente: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 5 se presenta los ensayos de repetibilidad realizados a una temperatura ambiente de 24,5°C y una humedad relativa de 29,5%, realizado por Xavier Torres el día 24-03-2021.

Tabla 5

Ensayos desplazando la ventosa 2cm parte superior realizados por “Xavier Torres”

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,67
2	2,59
3	2,73
4	2,78
5	2,66
6	2,71
7	2,68
Media	2,69

Fuente: Elaboración propia de los autores

Los ensayos de reproducibilidad fueron realizados por los técnicos Andres Robles y Henry Lozano, el personal goza de una experiencia de siete y seis años respectivamente en la ejecución de métodos acreditados y lo respaldamos con el formato de competencia técnica del personal ver Anexo 1. En la Tabla 6 se presenta los ensayos de reproducibilidad realizados a una temperatura ambiente de 25°C y una humedad relativa de 64,5%, realizado por Andres Robles el día 05-04-2021.

Tabla 6

Ensayos desplazando la ventosa 2cm parte superior realizados por “Andres Robles”

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,78
2	2,67
3	2,65
4	2,67
5	2,65
6	2,56
7	2,72
Media	2,67

Fuente: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 7 se presenta los ensayos de reproducibilidad realizados a una temperatura ambiente de 25,4°C y una humedad relativa de 64,6%, realizado por Henry Lozano el día 08-04-2021.

Tabla 7

Ensayos desplazando la ventosa 2cm parte superior realizados por “Henry Lozano”

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,69
2	2,62
3	2,68
4	2,63
5	2,63
6	2,68
7	2,61
Media	2,65

Fuente: Elaboración propia de los autores

4.5.2 Ensayos Desplazando la ventosa 2 cm a la parte inferior.

La siguiente iteración que se estableció es realizar ensayos de repetibilidad y reproducibilidad, desplazando la ventosa 2 cm a la parte inferior. En la Figura 12, se puede observar la ventosa desplazada a su eje inferior, se corren los ensayos de repetibilidad y reproducibilidad con los técnicos antes mencionados.

Figura 12

Ejecución del ensayo desplazando la ventosa “2cm inferior”



Fuente: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 8 se presenta los ensayos de repetibilidad realizados a una temperatura ambiente de 25°C y una humedad relativa de 62%, realizado por Xavier Torres el día 25-03-2021.

Tabla 8

Ensayos desplazando la ventosa 2cm parte inferior realizados por “Xavier Torres”

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,7
2	2,68
3	2,76
4	2,75
5	2,78
6	2,76
7	2,77
Media	2,74

Fuente: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 9 se presenta los ensayos de reproducibilidad realizados a una temperatura ambiente de 25,6°C y una humedad relativa de 63,9%, realizado por Andres Robles el día 07-04-2021.

Tabla 9

Ensayos desplazando la ventosa 2cm parte inferior realizados por “Andres Robles”

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,81
2	2,8
3	2,67
4	2,81
5	2,73
6	2,79
7	2,57
Media	2,74

Fuente: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 10 se presenta los ensayos de reproducibilidad realizados a una temperatura ambiente de 25,7°C y una humedad relativa de 54,7%, realizado por Henry Lozano el día 13-04-2021.

Tabla 10

Ensayos desplazando la ventosa 2cm parte inferior realizados por “Henry Lozano”

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,76
2	2,68
3	2,65
4	2,68
5	2,69
6	2,68
7	2,66
Media	2,69

Fuente: Elaboración propia de los autores

4.5.3 Ensayos Desplazando la ventosa 2 cm a la derecha.

La última iteración que se estableció realizar fueron ensayos de repetibilidad y reproducibilidad, desplazando la ventosa 2 cm a la derecha. En la Figura 13, se puede observar la ventosa con esta consideración, se corren los ensayos de repetibilidad y reproducibilidad con los técnicos antes

mencionados, no se considero desplazar hacia la izquierda ya que en la contrapuerta presenta los noyos positivos y no se puede ejercer una fuerza en la misma.

Figura 13

Ejecución del ensayo



Fuente: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 11 se presenta los ensayos de repetibilidad realizados a una temperatura ambiente de 25°C y una humedad relativa de 61%, realizado por Xavier Torres el día 24-03-2021.

Tabla 11

Ensayos desplazando la ventosa 2cm a la derecha realizados por "Xavier Torres"

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,81
2	2,76
3	2,68
4	2,74
5	2,61
6	2,76
7	2,7
Media	2,72

Fuente: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 12 se presenta los ensayos de reproducibilidad realizados a una temperatura ambiente de 25,1°C y una humedad relativa de 63,1%, realizado por Andres Robles el día 06-04-2021.

Tabla 12

Ensayos desplazando la ventosa 2cm a la derecha realizados por “Andres Robles”

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,76
2	2,7
3	2,68
4	2,84
5	2,69
6	2,73
7	2,74
Media	2,73

Fuente: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 13 se presenta los ensayos de reproducibilidad realizados a una temperatura ambiente de 25,5°C y una humedad relativa de 63,9%, realizado por Henry Lozano el día 09-04-2021.

Tabla 13

Ensayos desplazando la ventosa 2cm a la derecha realizados por “Henry Lozano”

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,78
2	2,54
3	2,65
4	2,66
5	2,73
6	2,7
7	2,78
Media	2,69

Fuente: Elaboración propia de los autores

4.6 Verificación del método de ensayo de la fuerza de abertura de las puertas

El laboratorio debe validar, métodos no normalizados, métodos desarrollados por el laboratorio, métodos normalizados modificados o fuera de alcance, cuando un método es normalizado se realiza una verificación, que es una aportación de evidencia objetiva de que un ítam dado satisface los requisitos especificados, en base a esta indagación vamos a verificar los métodos.

4.6.1 Ensayos de repetibilidad

Como se mencionó anteriormente se definió que la verificación se va a realizar por el método R&R, análisis estadístico de varianzas, para el análisis del ensayo de repetibilidad realizado bajo las mismas condiciones de medición, aplicando un mismo procedimiento, a un mismo artefacto, por el mismo técnico, en periodos cortos de tiempo, en el mismo lugar, con los mismos equipos, ver anexo 2 procedimiento verificación de métodos

Los ensayos de repetibilidad fueron realizados por el inspector Xavier Torres a una temperatura ambiente de 25,3°C y una humedad relativa de 65%, realizado el 22-03-2021 ver los resultados en la Tabla 14.

Tabla 14
Ensayos de Repetibilidad realizado por “Xavier Torres”

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,54
2	2,62
3	2,58
4	2,6
5	2,59
6	2,57
7	2,58
Media	2,58

Fuente: Elaboración propia de los autores

4.6.2 Ensayos de reproducibilidad

Los ensayos de reproducibilidad se ejecutaron aplicando un mismo procedimiento, a un mismo artefacto, por diferentes técnicos, en periodos cortos de tiempo, en el mismo lugar, con los mismos equipos, en la investigación la variable que modificamos fueron los técnicos, los ensayos fueron realizados por los inspectores de laboratorio Andres Robles y Henry Lozano, (Anexo 1 competencia técnica del personal).

En la Tabla 15 se indica los resultados de los ensayos de reproducibilidad a una temperatura ambiente de 25,9°C y una humedad relativa de 43,2 % este ensayo fue realizado por Andres Robles, relizado el 23-03-2021.

Tabla 15

Ensayos de Reproducibilidad realizado por “Andres Robles”

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,6
2	2,58
3	2,58
4	2,61
5	2,62
6	2,64
7	2,66
Media	2,61

Fuente: Elaboración propia de los autores

En la tabla 16 se indica los resultados de los ensayos de reproducibilidad a una temperatura ambiente de 24,8°C y una humedad relativa de 46,8 % el mismo que fue realizado por Henry Lozano, realizado el 23-03-2021.

Tabla 16

Ensayos de Reproducibilidad realizado por “Henry Lozano”

Número de ensayo	Valor obtenido
1	2,6
2	2,54
3	2,52
4	2,62
5	2,6
6	2,63
7	2,63
Media	2,59

Fuente: Elaboración propia de los autores

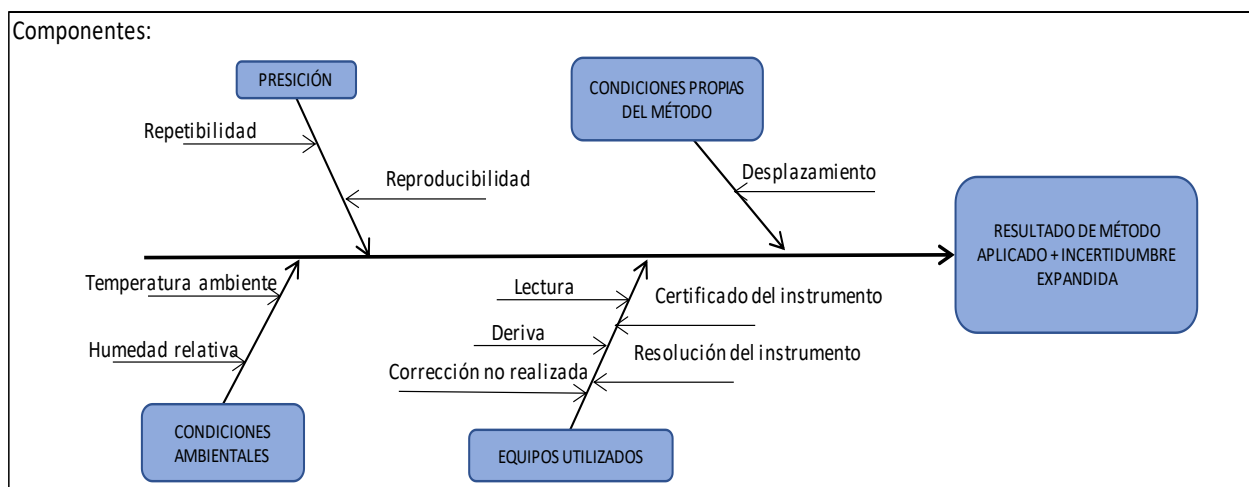
4.7 Metodología para la estimación de la incertidumbre

4.7.1 Fuentes de incertidumbre

Realizada la verificación del método, el procedimiento y determinado el mensurando, se identifica las posibles fuentes de incertidumbre, tenemos el aporte por precisión dada por los ensayos de repetibilidad y reproducibilidad, las condiciones ambientales cuantificar el aporte de la influencia de la temperatura ambiente y la humedad relativa, los equipos utilizados para la ejecución del método, y el desplazamiento de la ventosa, las mismas que contribuyen a la incertidumbre de la medida. Ver Figura 14.

Figura 14

Identificación de fuentes de incertidumbre



Fuente: Elaboración propia de los autores

No se recomienda eliminar ninguna fuente de incertidumbre por el supuesto de que es poco significativo sin una cuantificación previa de su contribución, comparada con las demás, y apoyada en mediciones. Es preferible la inclusión de un exceso de fuentes que ignorar algunas entre las cuales pudiera descartarse una importante. Wolfgang A. Schmid y Ruben J. Lazos Martinez 2004. (P7)

4.7.2 Ecuación Matemática fuerza de abertura de puertas

Una vez identificadas las fuentes de incertidumbre, se desarrolló la ecuación matemática que relaciona las magnitudes de entrada con el mensurando, el modelo matemático permite materializar en forma numérica el resultado de la medición. Debe constar en forma explícita todos los factores que se consideren de influencia.

$$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, \dots \dots x_N) \quad (1)$$

Donde:

Y= Resultado de la medición

x_i = Factor de influencia.

Para la estimación de la incertidumbre de la fuerza de abertura de puertas vamos a establecer la ecuación matemática, la misma se basa en todos los aportes posibles que intervienen en el método a ejecutar, quedando de la siguiente manera:

$$F \text{ de abertura} = f(L_r + \Delta L + \Delta Res + \Delta Deriva + \Delta CNR + \Delta Rep + \Delta Repr + \Delta T_{amb} + \Delta \%HR + \Delta des) \quad (2)$$

Donde:

R = Resultado de la medición (F de abertura)

L_r = Lectura realizada;

ΔL = Corrección sistemática del instrumento;

ΔRes = Corrección por Resolución del equipo;

$\Delta Deriva$ = Corrección por deriva del instrumento;

ΔCNR = Corrección por corrección no realizada.

$\Delta Rep.$ = Corrección por Repetitividad;

$\Delta Repr$ = Corrección por Reproducibilidad;

$\Delta Tamb$ = Corrección por la variación de la temperatura ambiente.

$\Delta \% HR$ = Corrección por la variación de la humedad relativa.

Δdes = Corrección por el desplazamiento de la ventosa.

Se calcula la incertidumbre típica asociada a cada magnitud de entrada evaluada según corresponda: Evaluación tipo A ó Evaluación tipo B. La evaluación tipo A esta basado en evaluar la incertidumbre mediante el análisis estadístico de una serie de mediciones, es la desviación estándar de la media.

$$x = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_j - x)^2} \quad (4)$$

$$u(x_i) = \sigma_{xi} = \frac{\sigma x}{\sqrt{n}}(x) \quad (5)$$

En este estudio se calculó la incertidumbre estándar de repetibilidad aplicando la ecuación (6), para este caso quedaría de la siguiente manera:

$$u_{rept} = \frac{\sigma Rept}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

Donde:

$\sigma Rept$: es la desviación estándar de los datos de la Tabla 14 ensayos de repetibilidad realizado por Xavier Torres.

n = número de ensayos para nuestro estudio 7 ensayos.

De la misma forma se calculó la incertidumbre estándar de reproducibilidad aplicando la ecuación (7), para nuestro estudio quedaría de la siguiente manera:

$$u_{repr} = \frac{\sigma Repr}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

$\sigma Repr$: es la desviación estándar de los datos de la Tabla 15 y 16, ensayos de reproducibilidad realizado por los inspectores Andres Robles y Henry Lozano.

4.7.3 Cálculo de los coeficientes de sensibilidad

El coeficiente de sensibilidad relaciona el efecto que tiene la incertidumbre de una magnitud de entrada X_i en el mensurando Y . De esa manera determina que tan grande es la variabilidad del mensurando como resultado de la variabilidad de esta magnitud de entrada.

En la investigación el coeficiente de sensibilidad se determinó a partir de una relación funcional, en donde: si el modelo matemático para el mensurando $Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_N)$ describe la influencia de la magnitud de entrada X_i , el coeficiente de sensibilidad se calcula por la derivada parcial de f con respecto a X_i . Ruben J. Lazos Martínez 2004. (P12-24)

4.7.4 Influencia de la temperatura ambiente y la humedad relativa en la estimación de la incertidumbre.

De acuerdo a la NTE INEN 2206 cuarta revisión, el ensayo de la fuerza de abertura de las puertas y tapas punto 6.4.2 menciona que la temperatura ambiente debe estar entre $+16^\circ\text{C}$ y $+32^\circ\text{C}$, por lo tanto en la verificación del método se realizó ensayos de repetibilidad a temperaturas de $+16.5^\circ\text{C}$, 25.30°C y 31.40°C .

Con las medias de las mediciones, ver Tabla 17, se procedió a encontrar el coeficiente de sensibilidad entre la temperatura ambiente versus la fuerza de abertura.

Tabla 17

Valores obtenidos variando la temperatura ambiente

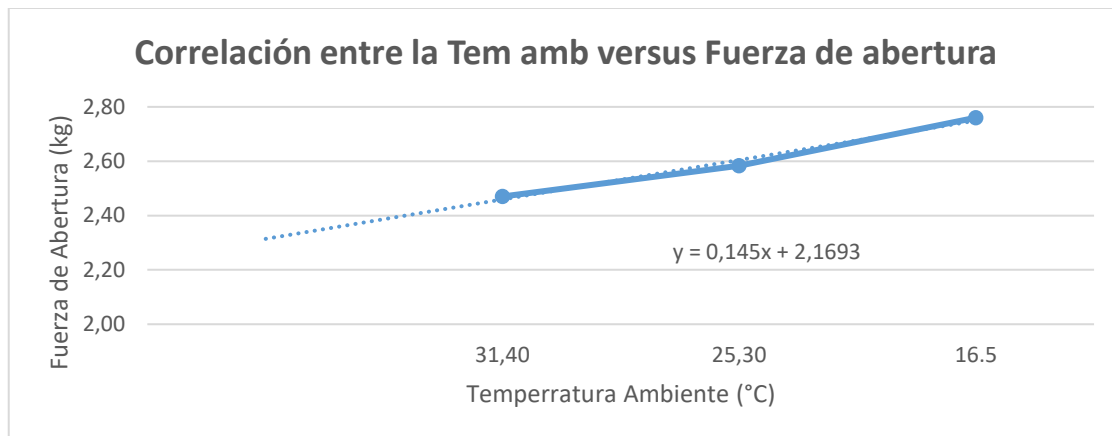
número de ensayo	Temperatura ambiente °C	Fuerza de Apertura kg
1	31,40	2,47
2	25,30	2,58
3	16.5	2,76

Fuente: Elaboración propia de los autores

En la figura 15, se observa la correlación de la temperatura ambiente y la fuerza de abertura.

Figura 15.

Correlación entre Tamb versus Fuerza abertura



Fuente: Elaboración propia de los autores

Para estimar el valor de incertidumbre que aporta la temperatura ambiente se calcula en función del modelo matemático (8).

$$uFuerza_{Tamb} = \frac{\partial Fuerza}{\partial Temp. amb} \times \mu(sensor temp. amb) \quad (8)$$

Donde:

$\frac{\partial \text{Fuerza}}{\partial \text{Temp.amb}}$: es la derivada de la fuerza con respecto a la temperatura ambiente.

$\mu(\text{sensor temp. amb})$: es el valor de incertidumbre estándar del equipo que viene dada en el certificado.

$$u\text{Fuerza}_{T_{amb}} = 0,145 \times 0,40$$

De acuerdo a la NTE INEN 2206 cuarta revisión, en el literal 6.2.2.3 menciona que a menos que se especifique lo contrario, la humedad relativa no debe exceder el 75% por lo tanto en la verificación del método se realizó ensayos a 41.40%, 65% y a 72% , para determinar el valor de incertidumbre que ésta variación de la humedad aporta al análisis.

Con las medias de las mediciones, ver Tabla 18, se procedió a encontrar el coeficiente de sensibilidad entre la temperatura ambiente vs la fuerza de abertura.

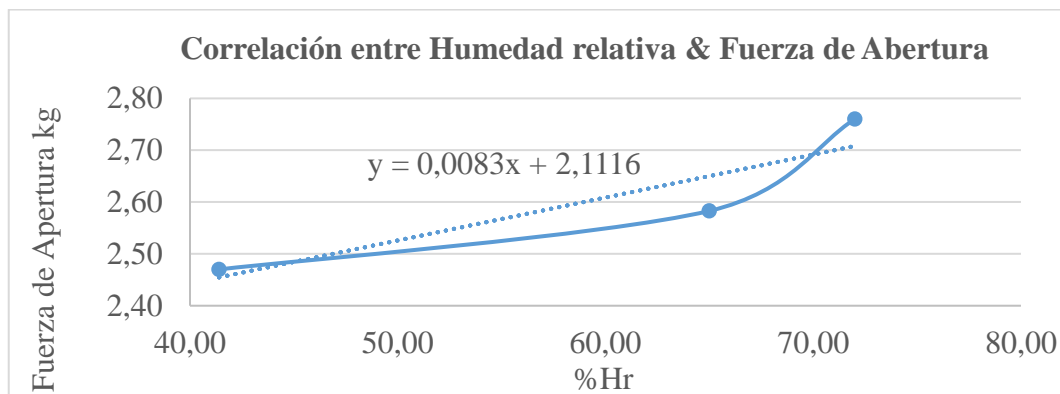
Tabla 18

Valores obtenidos variando la humedad relativa

Número de ensayo	Humedad Relativa %	Fuerza de Apertura kg
1	41,40	2,47
2	65,00	2,58
3	72,00	2,76

Fuente: Elaboración propia de los autores

En la Figura 16, se observa la correlación de la humedad relativa y la fuerza de abertura.

Figura 16*Correlación entre Humedad relativa versus Fuerza abertura*

Fuente: Elaboración propia de los autores

Para estimar el valor de incertidumbre que aporta la humedad relativa se calcula en función del modelo matemático (9).

$$u_{fuerza\%Hr} = \frac{\partial Fuerza}{\partial \%H_R} \times \mu(\text{sensor de humedad}) \quad (9)$$

Donde:

$\frac{\partial Fuerza}{\partial T\%HR}$: es la derivada de la fuerza con respecto a la humedad relativa.

$\mu(\text{sensor de humedad})$: es el valor de incertidumbre estándar del equipo que viene dada en el certificado.

$$u_{Fuerza\%HR} = 0,0083 \times 1,14$$

4.7.5 Influencia del desplazamiento de la ventosa en la estimación de la incertidumbre

De acuerdo a la NTE INEN 2206 cuarta revisión, en el literal 6.4.2 literal a) indica que la fuerza de abertura se debe ejercer en el punto medio del borde más lejano al eje de la bisagra, en una dirección perpendicular al plano de la puerta o tapa.

Una vez mapeado este punto en el artefacto de prueba se procedió a desplazar la ventosa 2 cm a la parte superior, 2 cm a la derecha y 2 cm a la parte inferior, para determinar el valor de incertidumbre que ésta aporta al análisis. Con las medias de las mediciones ver Tabla 19, se procedió a encontrar el coeficiente de sensibilidad entre el desplazamiento de la ventosa vs la fuerza de abertura ver Figura 17.

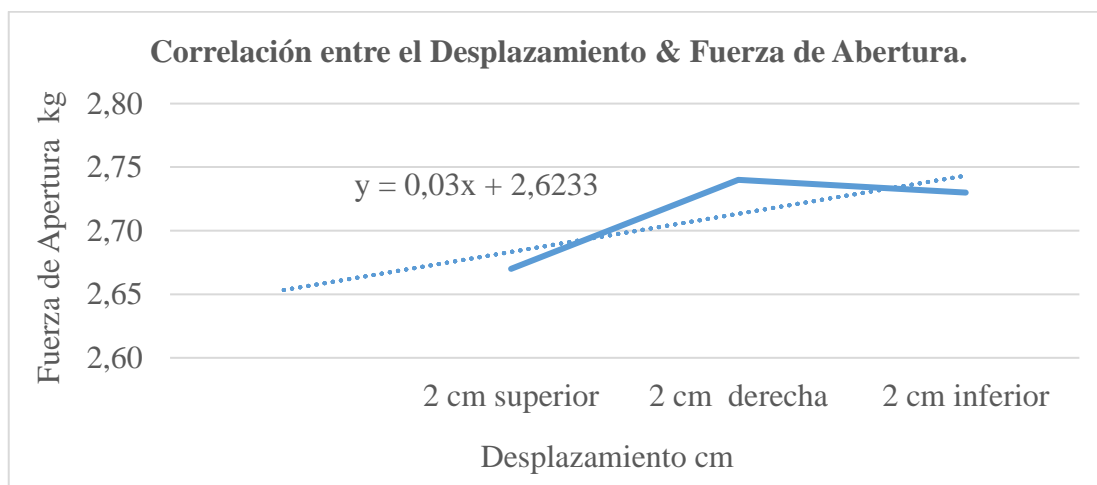
Tabla 19
Valores obtenidos variando la ubicación de la ventosa

número de ensayo	Desplazamientos cm	Fuerza de Apertura kg
1	2 cm superior	2,69
2	2 cm derecha	2,72
3	2 cm inferior	2,74

Fuente: Elaboración propia de los autores

En la Figura 17, se observa la correlación del desplazamiento de la ventosa y la fuerza de abertura.

Figura 17
Correlación entre Desplazamiento vs. Fuerza abertura



Fuente: Elaboración propia de los autores

Para estimar el valor de incertidumbre que aporta el desplazamiento de la ventosa se calcula en función del modelo matemático (10).

$$u_{fuerza\ des} = \frac{\partial Fuerza}{\partial desplazamiento} \times \mu(\text{flexometro}) \quad (10)$$

Donde:

$\frac{\partial Fuerza}{\partial desplazamiento}$: es la derivada de la fuerza con respecto al desplazamiento.

$\mu(\text{flexometro})$: es el valor de incertidumbre estandar del equipo que viene dada en el certificado.

$$u_{Fuerza\%_{HR}} = 0,0083 \times 1,14$$

A continuación se determinó la Evaluación tipo B, método para evaluar la incertidumbre por otro medio que no sea el análisis estadístico de una serie de observaciones, y estos son los datos suministrados por certificados de calibración u otros certificados ver Tabla 20.

Tabla 20

Valores de la incertidumbre Tipo B que influyen en el método

e incertidumbre del equipo

Código	Nombre	U _{certificado}	Resolución	*Error	k	$u(\Delta L) = \frac{U}{k}$	$u(\Delta Res) = \frac{Res}{2\sqrt{3}}$	$u(\Delta CNR) = \frac{error}{\sqrt{3}}$	$u(\Delta Deriva) = \frac{U}{\sqrt{3}}$	Incertidumbre de equipo
						u(ΔL)	u(ΔRes)	u(ΔCNR)	u(ΔDeriva)	u _{xi}
30050248	Termo-higrómetro Temperatura	0,45	0,1	0,34	2	0,2250	0,0289	0,1963	0,2598	0,40
30050248	Termo-higrómetro Humedad	0,97	0,1	1,5	2	0,4850	0,0289	0,8660	0,5600	1,14
F-LB-CH	Flexometro	0,31	1	0,14	2	0,1550	0,2887	0,0808	0,1790	0,38

Fuente: Elaboración propia de los autores

4.7.6 Distribuciones de Probabilidad

4.7.6.1 Distribución normal aplicada a la incertidumbre.

A continuación los resultados de una medición repetida afectada por magnitud de influencia que varían aleatoriamente, generalmente sigue en buena aproximación una distribución normal. En particular, la distribución de la media de una serie de mediciones repetidas se aproxima a una normal, independiente de la distribución de las lecturas individuales ésta afirmación está justificada por el teorema del límite central. También la incertidumbre indicada en certificados de

calibración se refiere generalmente a una distribución normal. Wolfgang A. Schmid y Ruben J. Lazos Martinez 2004. (P10).

En base a capacitaciones y revisión de la literatura, el laboratorio de Indurama S.A adoptó una distribución normal para el cálculo de las incertidumbres.

4.7.7 Determinar el factor de cobertura k

La incertidumbre estándar u_c , tiene un valor igual a la desviación estándar de la función de distribución del mensurando. El intervalo centrado en el mejor estimado del mensurando contiene el valor verdadero con una probabilidad p de 68% aproximadamente, bajo la suposición de que los posibles valores del mensurando siguen una distribución normal. Generalmente se desea una probabilidad mayor a 68%, lo que se obtiene expandiendo este intervalo por un factor K , llamado factor de cobertura. El resultado se llama incertidumbre expandida U ecuación (11).

$$U_{\text{método}} = K \times u_{\text{método}} \quad (11)$$

La incertidumbre expandida U indica entonces un intervalo, llamado intervalo de confianza, que representa una fracción p de los valores que puede probablemente tomar el mensurando. El valor p es llamado nivel de confianza y puede ser elegido a conveniencia. En el medio industrial, a menudo se elige el nivel de confianza de manera tal que corresponda a un factor de cobertura como un número entero de desviaciones estándar en una distribución normal, $k=1$ corresponde a $p=68,27\%$, $k=2$ corresponde a $p=95,45\%$ y $k=3$ corresponde a $p=99,73\%$. Wolfgang A. Schmid y Ruben J. Lazos Martinez 2004. (P97).

En la revisión por la alta dirección de los laboratorios al inicio de la acreditación se definió que el factor de cobertura que adopta Indurama S.A es $k=2$.

4.8 Ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares

Los estantes, recipientes y componentes similares deben tener una resistencia mecánica adecuada. Aquellos que se utilizan para el almacenamiento de alimentos deben resistir los ensayos de carga sin mostrar una distorsión tal que ya no puedan cumplir con su función prevista. En particular los componentes deslizables o giratorios deben ser capaces de desarrollar su movimiento completo cuando están cargados. Los estantes, recipientes y componentes similares destinados a ser removibles, se deben remover fácilmente.

4.8.1 Equipos utilizados

Para realizar los ensayos de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares se utilizaron los equipos que se detallan a continuación. Ver Tabla 21, cabe recalcar que cada uno de los equipos empleados cuenta con su certificado de calibración vigente.

Tabla 21
Equipos utilizados para el ensayo de resistencia mecánica

Nombre	Marca	No. Certificado	Modelo	Código	Fecha de Calibración
Artefacto de Prueba	Indurama	N/A	RI-375 L Croma	N/A	N/A
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-86	
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-21	
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-42	
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-13	
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-80	
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-10	
				PL-28	
PESAS	N/A	VI-2103-PESAS-LBR-01	N/A	PL-84	21/03/2021
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-19	
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-15	
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-33	
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-25	
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-20	
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-17	
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-13	
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-32	
		VI-2103-PESAS-LBR-01		PL-29	
Higrotermometro	TESTO	LTEM-21-168-THG	608-H2	30050248	10/03/2021
Palpador pequeño	N/A	N/A	N/A	N/A	PMIR01
Palpador mediano	N/A	N/A	N/A	N/A	PMIR02
Flexómetro	STANLEY	SECM-EL-2021-095	33-231	F-LB-CH	29/03/2021
Calibrador Digital	INSIZE	N/A	1108-300	1212171476	10/08/2021

Fuente: Elaboración propia de los autores

4.8.2 Mapeo como medir la deformación

El objetivo del método de ensayo de resistencia mecánica de parrillas y estantes, busca cuantificar la deformación, la misma que se presenta al colocar cilindros con una masa de 1 Kg, dicho peso debe cubrir todo el área de la parrilla ver Figura 18. La deformación se va a ponderar entre la diferencia de longitudes, longitud inicial con peso y longitud final sin peso.

Figura 18

Distribución de carga en parrilla



Fuente: Elaboración propia de los autores

Para medir la longitud se realizó un poka yoke de la siguiente manera:

- Medir el ancho del gabinete con la ayuda de un palpador de interiores, cuyo rango de operación es de 350 mm a 800 mm, como se indica en la Figura 19.

Figura 19

Medición de gabinete interior con palpador



Nota: Elaboración propia de los autores

- Una vez dimensionada el ancho se procedió a cuantificar su medida siendo un valor de 498 mm, de acuerdo a la Figura 20.

Figura 20

Medición de longitud de palpador con la ayuda de un flexómetro



Fuente: Elaboración propia de los autores

- El valor obtenido se realiza una división para dos; para en la parrilla del artefacto serigrafiar el punto medio, el mismo que sirve de referencia para cuantificar el punto máximo de deformación, este punto está situado a 249 mm.
- En la Figura 21, se observa como se toma el punto medio de la medida de 249 mm con la ayuda de un palpador de interiores cuya resolución es de 150 a 350 mm.

Figura 21

Punto medio del gabinete



Fuente: Elaboración propia de los autores

Con esta medida se fue al artefacto patrón y desde la cara lateral del gabinete se serigrafió el punto medio de la parrilla como se observa Figura 22.

Figura 22

Punto medio de la parrilla



Nota: Elaboración propia de los autores

Con la ayuda de una escuadra de precisión, el palpador de interiores se coloca de forma perpendicular con respecto a la parrilla según la Figura 23, se rotula el diámetro del palpador tanto en la parrilla como en el cielo del gabinete ver Figura 24,

Figura 23

Serigrafiado del Punto medio de la parrilla



Fuente: Elaboración propia de los autores

Figura 24

Serografiado del Punto medio de la parrilla



Fuente: Elaboración propia de los autores

Una vez encontrado los puntos se procedió a realizar los ensayos de repetibilidad y reproducibilidad, los mismos fueron realizados una vez terminado las pruebas de almacenamiento, se colocó las pesas como se mencionó anteriormente en la parrillas ver Figura 25.

Figura 25

Medida inicial con pesas



Fuente: Elaboración propia de los autores

Como se puede apreciar en la Figura 25, el palpador está entre la parrilla y el cielo, se retira y con la ayuda de un calibrador digital, se cuantifica la longitud; luego de una hora retiramos las pesas y repetimos el proceso anterior para medir la longitud final sin las pesas ver Figura 26.

Figura 26*Medida final sin pesas*

Nota: Elaboración propia de los autores

4.9 Verificación del ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares

4.9.1 Ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares variando la temperatura ambiente

El ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares en el punto 6.6 especifica que el propósito de este ensayo es verificar la resistencia mecánica de los componentes utilizados para el almacenamiento, la temperatura ambiente debe estar entre $+16^{\circ}\text{C}$ y 32°C . Para establecer el aporte al presupuesto de incertidumbre, debido a la variación de la temperatura ambiente, se realiza dos ensayos a 17°C y 32°C . En la Tabla 22 se presenta los ensayos realizados a una temperatura ambiente de 32°C y una humedad relativa de 62%, realizado por Xavier Torres entre los días 6 al 13-05-2021.

Tabla 22
Ensayos de resistencia mecánica a 32°C

Número de ensayo	Valor obtenido
1	0,53
2	0,52
3	0,33
4	0,43
5	0,45
6	0,39
7	0,39
Media	0,43

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En la Tabla 23 se presenta los ensayos de repetibilidad realizados a una temperatura ambiente de 17°C y una humedad relativa de 53%. realizado por Xavier Torres entre los días 14,17 y 18-05 – 7, 8, 9 y 10 - 06-2021.

Tabla 23
Ensayos de resistencia mecánica a 17°C

Número de ensayo	Valor obtenido
1	0,38
2	0,48
3	0,51
4	0,47
5	0,37
6	0,42
7	0,42
Media	0,44

Fuente: Elaboración propia de los autores.

4.9.2 Ensayos de reproducibilidad

En la Tabla 24 se indica los resultados de los ensayos de reproducibilidad a una temperatura ambiente de 32°C y una humedad relativa de 53%, este ensayo fue realizado por el inspector de laboratorio Andres Robles entre los días 11, 14, 15, 16, 17, 18 y 21 - 06-2021.

Tabla 24*Ensayos de reproducibilidad resistencia mecánica por Andres Robles*

Número de ensayo	Valor obtenido
1	0,39
2	0,38
3	0,33
4	0,35
5	0,32
6	0,31
7	0,39
Media	0,35

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En la Tabla 25 se indica los resultados de los ensayos de reproducibilidad a una temperatura ambiente de 32°C y una humedad relativa de 62 % el mismo que fue realizado por el inspector de laboratorio Henry Lozano 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28 - 06-2021.

Tabla 25*Ensayos de reproducibilidad resistencia mecánica por Henry Lozano*

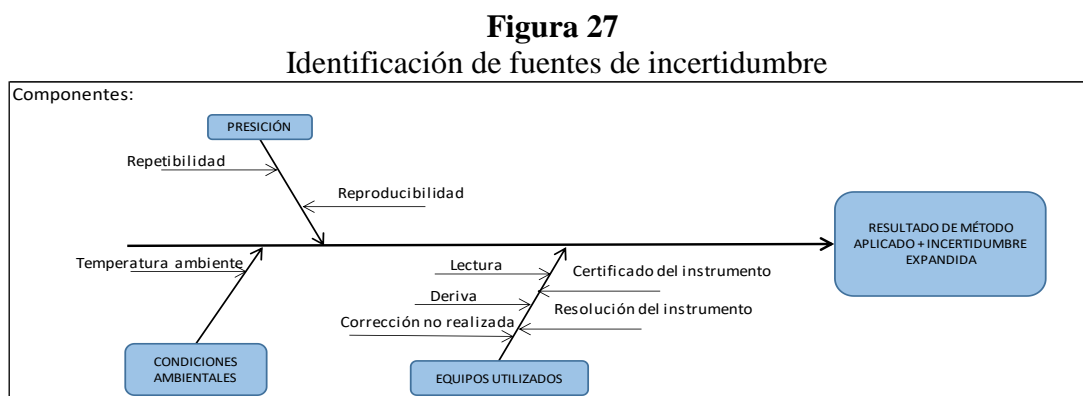
Número de ensayo	Valor obtenido
1	0,41
2	0,43
3	0,42
4	0,44
5	0,42
6	0,49
7	0,31
Media	0,42

Nota: Elaboración propia de los autores.

4.10 METODOLOGIA ESTIMACION DE LA INCERTIDUMBRE

4.10.1 Fuentes de incertidumbre

Realizada la verificación del método, el procedimiento, y determinado el mensurando se identifica las posibles fuentes de incertidumbre, las mismas que contribuyen a la incertidumbre de la medida, como se puede apreciar en la Figura 27.



Fuente: Elaboración propia de los autores.

4.10.2 Ecuación Matemática ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares

La ecuación matemática planteada para la estimación de la incertidumbre de la resistencia mecánica es la que se indica en la ecuación (12) la misma que se basa en todos los aportes posibles que puede afectar al valor de la incertidumbre.

$$\text{Fuerza de apertura} = f(L_r + \Delta L + \Delta Res + \Delta Deriva + \Delta CNR + \Delta Rep + \Delta Repr + \Delta T_{amb}) \quad (12)$$

Donde:

R = Resultado de la medición (F de abertura)

L_r = Lectura realizada;

ΔL = Corrección sistemática del instrumento;

ΔRes = Corrección por Resolución del equipo;

Δ Deriva= Corrección por deriva del instrumento;

Δ CNR = Corrección por corrección no realizada.

Δ Rep. = Corrección por Repetitividad;

Δ Repr = Corrección por Reproducibilidad;

Δ Tamb = Corrección por la variación de la temperatura ambiente.

Según la ecuación (6) se calcula la incertidumbre típica asociada a cada magnitud de entrada evaluada según corresponda: Evaluación tipo A

$$u_{rept} = \frac{\sigma Rept}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

Donde;

$\sigma Rept$: es la desviación estándar de los datos de la Tabla 22 ensayos de repetibilidad realizado por Xavier Torres.

n = número de ensayos para nuestro estudio 7 ensayos.

De la misma forma se calculó la incertidumbre estándar de reproducibilidad aplicando la ecuación (7) para este estudio quedaría de la siguiente manera:

$$u_{repr} = \frac{\sigma Repr}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

$\sigma Repr$: es la desviación estándar de los datos de la Tabla 24 y 25 de ensayos de reproducibilidad realizado por los inspectores de laboratorio Andres Robles y Henry Lozano.

4.10.3 Influencia de la temperatura ambiente en la estimación de la incertidumbre.

De acuerdo a la NTE INEN 2206 cuarta revisión, el ensayo de la fuerza de abertura de las puertas y tapas punto 6.4.2, menciona que la temperatura ambiente debe estar entre +16°C y +32°C, por lo tanto en la verificación del método se realizó ensayos de repetibilidad a temperaturas de 16.5°C, 25.30°C y 31.40°C.

Con las medias de las mediciones como se evidencia en la Tabla 26 se procedió a encontrar el coeficiente de sensibilidad entre la temperatura ambiente versus resistencia mecánica de parrillas.

Tabla 26

Resultados de la resistencia mecánica variando la temperatura ambiente

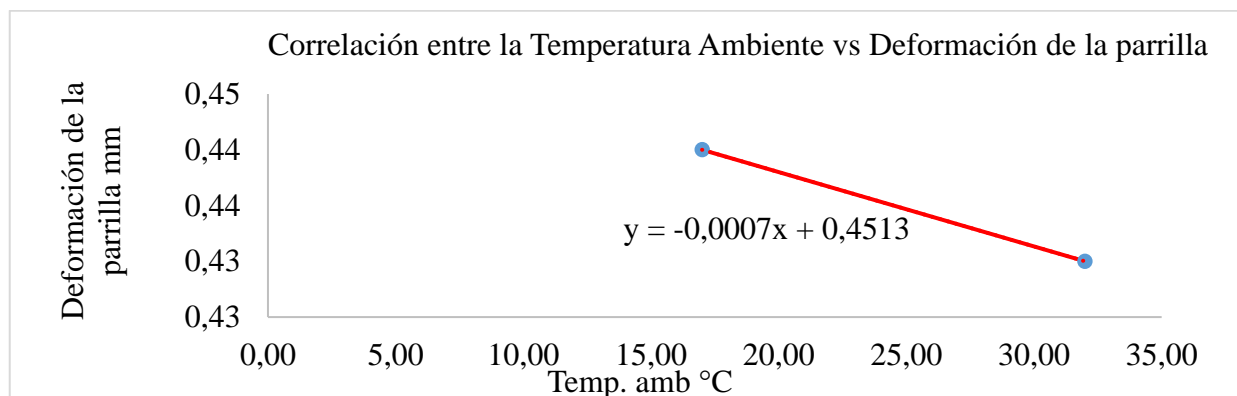
Ensayo	Temperatura ambiente °C	Deformación mm
1	32,00	0,43
2	17,00	0,44

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En la Figura 28, se presenta la correlación entre la temperatura ambiente y la deformación de la parrilla.

Figura 28

Correlación entre Temperatura ambiente y la deformación de la parrilla



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Para estimar el valor de incertidumbre que aporta la temperatura ambiente se calcula en función del modelo matemático (13).

$$u_{Resistencia_{T_{amb}}} = \frac{\partial Resistencia}{\partial Temp. amb} \times \mu(sensor temp. amb) \quad (13)$$

Donde:

$\frac{\partial Resistencia}{\partial Temp. amb}$: es la derivada de la fuerza con respecto a la temperatura ambiente.

$\mu(sensor temp. amb)$: es el valor de incertidumbre estándar del equipo que viene dada en el certificado.

$$u_{Resistencia_{T_{amb}}} = 0,0007 \times 0,40$$

A continuación se determinó la Evaluación tipo B, método para evaluar la incertidumbre por otro medio que no sea el análisis estadístico de una serie de observaciones, y estos son los datos suministrados por certificados de calibración u otros certificados, como se puede evidenciar en la Tabla 27.

Tabla 27

Valores de la incertidumbre Tipo B que influyen en el método

Código	Nombre	U _{certificado}	Resolución	*Error	k	$u(\Delta L) = \frac{U}{k}$	$u(\Delta Res) = \frac{Res}{2\sqrt{3}}$	$u(\Delta CNR) = \frac{error}{\sqrt{3}}$	$u(\Delta Deriva) = \frac{U}{\sqrt{3}}$	Incertidumbre de equipo
						u(ΔL)	u(ΔRes)	u(ΔCNR)	u(ΔDeriva)	u _{ji}
30050248	Termo-higrómetro Temperatura	0,45	0,1	0,34	2	0,2250	0,0289	0,1963	0,2598	0,40

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En base a capacitaciones y revisión de la literatura, el laboratorio de Indurama S.A adoptó una distribución normal para el cálculo de las incertidumbres.

4.10.4 Determinar el factor de cobertura k

En la revisión por la alta dirección de los laboratorios al inicio de la acreditación de los mismos, se definió que el factor de cobertura que adopta Indurama S.A es $k=2$.

5. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis de la influencia de la temperatura ambiente y humedad relativa en el ensayo de fuerza de abertura de puertas

Para determinar la influencia de la temperatura ambiente y humedad relativa en la estimación de la incertidumbre del ensayo de fuerza de abertura de puertas, se inició con la corrida de normalidad de los datos obtenidos, posterior a eso se calcula el aporte en base a la ecuación de la curva obtenidas en las Figuras 15 y 16.

Para aceptar la prueba de normalidad se va a establecer las siguientes hipótesis:

H_1 : hipótesis alternativa p valor $< 0,05$ la variable aleatoria no tiene distribución normal

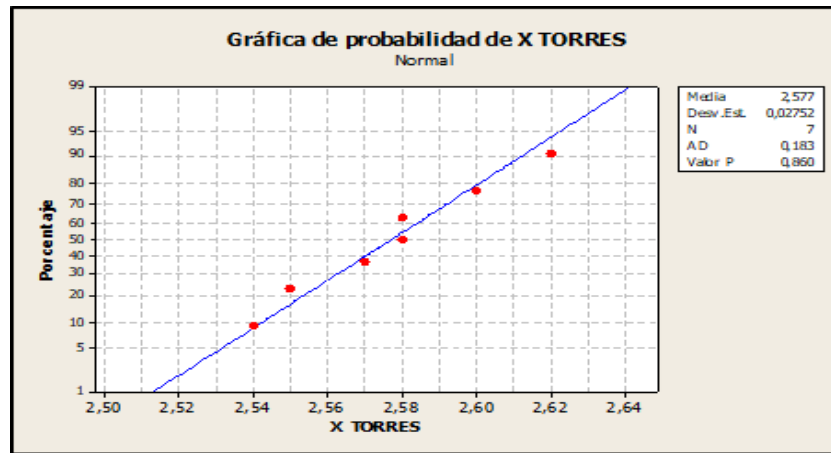
H_0 : hipótesis nula p valor $> 0,05$ la variable aleatoria si presenta distribución normal

A continuación, se realizan las pruebas de normalidad para los datos de fuerza de abertura de puertas variando la temperatura ambiente y la humedad relativa.

Ensayos realizados por Xavier Torres a una temperatura ambiente $25,3^{\circ}\text{C}$ y 65% de humedad relativa. Ver resultados Figura 29.

Figura 29

Prueba de normalidad temperatura ambiente 25,3°C



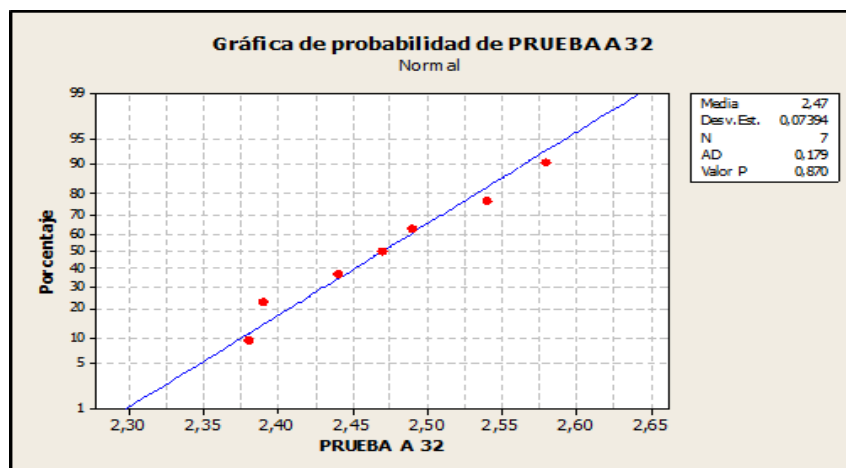
Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se acepta la H_0 la variable aleatoria si tiene distribución normal el p valor obtenido de $0.860 > 0,05$ los datos pueden ser utilizados para el cálculo de la estimación de la incertidumbre.

Ensayos realizados por Xavier Torres a una temperatura ambiente 31,4°C y una humedad relativa de 41,4%. Observar los resultados en la Figura 30.

Figura 30

Prueba de normalidad temperatura ambiente 31,4°C



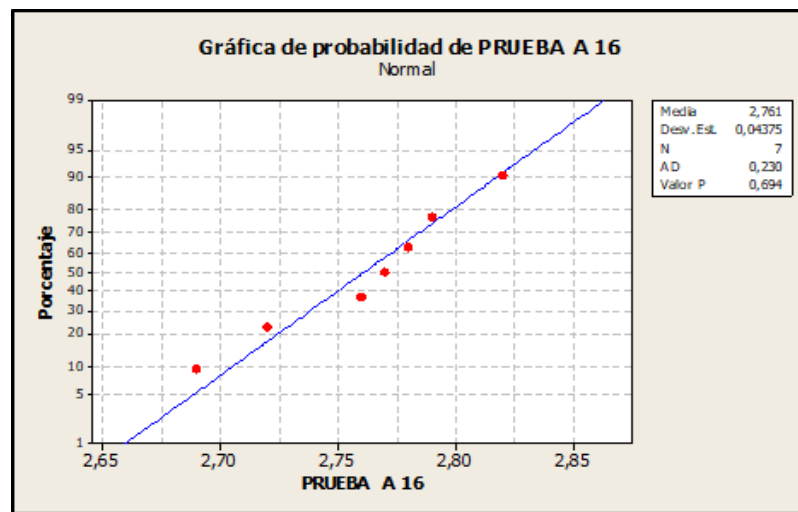
Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se acepta la H_0 la variable aleatoria si tiene distribución normal el p valor calculado de $0.870 > 0,05$ los datos pueden ser utilizados para el cálculo de la estimación de la incertidumbre.

Ensayos realizados por Xavier Torres a una temperatura ambiente $16,5^\circ\text{C}$ y 72% de humedad relativa. Los valores se encuentran en la Figura 31.

Figura 31

Prueba de normalidad temperatura ambiente $16,5^\circ\text{C}$



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se acepta la H_0 la variable aleatoria si tiene distribución normal el p valor obtenido es $0,694 > 0,05$ por lo tanto los valores pueden utilizarse el cálculo de la estimación de la incertidumbre.

Los datos variando la temperatura ambiente y la humedad relativa satisface la hipótesis planteada por lo tanto podemos emplearlos para el cálculo de la estimación de la incertidumbre.

5.1.1 Cálculo del aporte de la incertidumbre variando temperatura ambiente, humedad relativa.

El aporte a la estimación de la incertidumbre viene dado por la incertidumbre Tipo B de los certificados y la Tipo A del análisis estadístico de cada variable, por lo tanto, se cuantificará cada uno de los aportes.

En base a ecuación (8) la estimación del aporte a la incertidumbre debido a la variación de la temperatura ambiente es:

$$uFuerza_{T_{amb}} = 0,575 \text{ kg}$$

En función de la ecuación (9) la estimación del aporte a la incetidumbre debido a la variación de la humedad relativa es:

$$uFuerza\%Hr = 0,0095 \text{ kg}$$

En base a los cálculos realizados, el mayor aporte a la estimación de la incertidumbre es la contribución por la variación de la temperatura ambiente, se define que el ensayo se puede realizar en el intervalo de 16°C a 32°C, es en este rango donde cubre el mayor aporte de incertidumbre, la contribución por la variación de la humedad relativa no es significativo, por lo tanto se debe trabajar de acuerdo a la directriz dada por la norma donde menciona que debe ser inferior al 75%.

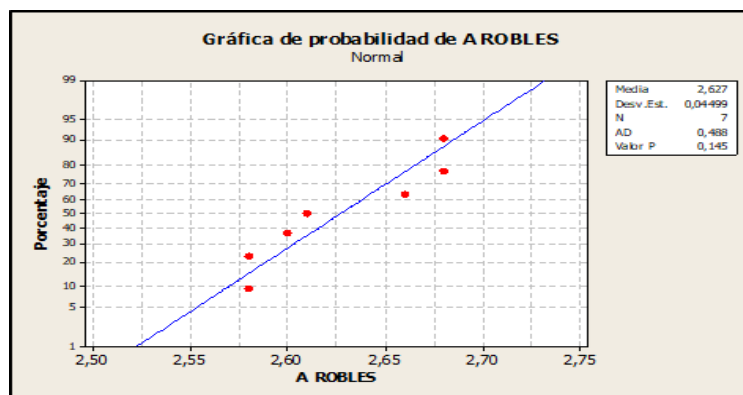
5.2 Verificación y estimación de la incertidumbre de la fuerza de abertura de puertas

Para estimar el valor de incertidumbre, inicialmente se debe verificar el método normalizado para esto se realiza la corrida de normalidad de los datos obtenidos, los mismos son de repetibilidad, reproducibilidad.

En la Figura 32 se indica los resultados de normalidad para los ensayos de reproducibilidad realizado por los inspectores de laboratorio Andres Robles y Henry Lozano.

Figura 32

Prueba de normalidad Andres Robles



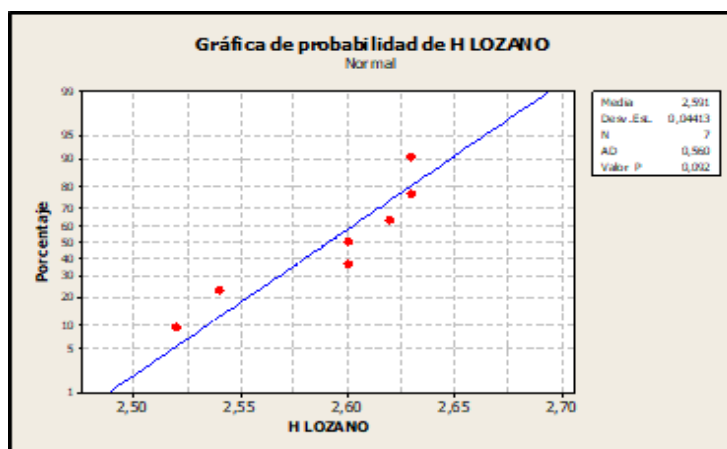
Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se acepta la H_0 la variable aleatoria si tiene distribución normal, el p valor encontrado es $0.145 > 0.05$ por lo tanto se puede utilizar para la verificación del método de ensayo.

Como se considera en la Figura 33 se indica los resultados de normalidad para los ensayos de repetibilidad realizado por Henry Lozano.

Figura 33

Prueba de normalidad Henry Lozano.



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se acepta la H_0 la variable aleatoria si tiene distribución normal, el valor encontrado es $0,694 > 0.05$, en consecuencia se puede utilizar los mismos para la verificación del método de ensayo.

Los datos que arrojan los ensayos de reproducibilidad realizados por los inspectores Andres Robles y Henry lozano cumplen la hipótesis de normalidad por lo tanto podemos utilizar en la verificación del método de ensayo..

5.2.1 Criterios para la verificación de método de abertura de puertas

Como se mencionó en el capítulo anterior la verificación del ensayo de abertura de puertas se realiza por repetibilidad y reproducibilidad, el método que se emplea es el Anova (análisis de varianzas), para aceptar la hipótesis se utilizó la Prueba F empleada para la comparación de varianzas.

$$\text{Si } \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad (14)$$

$$\text{Si } S_1^2 \geq S_2^2 \quad (15)$$

$$F_{cal} = \frac{S_2^2}{S_1^2} \geq 1 \quad (16)$$

El valor de F_{cal} se compara con F_{cri} (0.05, n2-1, n1-1), si $F_{cal} < F_{cri}$ se admite H_0

La prueba F se aplica en:

- Comprobar que dos métodos son igual de precisos
- Comparar que en la reproducibilidad no intervienen factores distintos a los encontrados en los estudios de reproducibilidad.

Las hipótesis planteadas para nuestro estudio son las siguientes:

- H_1 : hipótesis alternativa las varianzas presentan diferencias significativas
- H_0 : hipótesis nula las varianzas no presentan diferencias significativas

En la Tabla 28 se presenta los resultados del análisis Anova entre los inspectores de laboratorio Xavier Torres y Andrés Robles.

Tabla 28

Anova entre Xavier Torres versus Andres Robles

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
X TORRES	7	18,08	2,582857143	0,00062381
A ROBLES	7	18,29	2,612857143	0,00089048

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,00315	1	0,00315	4,16037736	0,06402464	4,747225347
Dentro de los grupos	0,009085714	12	0,000757143			
Total	0,012235714	13				

Fuente: Elaboración propia de los autores.

La Prueba F empleada para la comparación de las varianzas, se basa que las mismas no presenten diferencias significativas $F_{cal} < F_{cri}$ por lo tanto, el resultado de la prueba es $F_{cal} 4.16 < F_{cri} 4.74$, siendo menor el F_{cal} se acepta la hipótesis nula H_0 .

En la Tabla 29 se presenta los resultados del análisis Anova entre los inspectores de laboratorio Xavier Torres y Henry Lozano.

Tabla 29
Anova entre Xavier Torres versus Henry Lozano

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
X TORRES	7	18,08	2,582857143	0,00062381
LOZANO	7	18,14	2,591428571	0,00194762

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,000257143	1	0,000257143	0,2	0,662685979	4,747225347
Dentro de los grupos	0,015428571	12	0,001285714			
Total	0,015685714	13				

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Prueba F empleada para la comparación de las varianzas, se basa que las mismas no presenten diferencias significativas $F_{cal} < F_{cri}$ por lo tanto, el resultado de la prueba es $F_{cal} 0.2 < F_{cri} 4.74$, siendo menor el F_{cal} se acepta la hipótesis nula H_0 .

En la Tabla 30 se presenta los resultados del análisis Anova entre los inspectores de laboratorio Andres Robles y Henry Lozano.

Tabla 30
Anova entre Andres Robles versus Henry Lozano.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
A ROBLES	7	18,29	2,612857143	0,00089048
H LOZANO	7	18,14	2,591428571	0,00194762

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,001607143	1	0,001607143	1,13255034	0,308178211	4,747225347
Dentro de los grupos	0,017028571	12	0,001419048			
Total	0,018635714	13				

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Prueba F empleada para la comparación de las varianzas, se basa que las mismas no presenten diferencias significativas $F_{cal} < F_{cri}$ por lo tanto, el resultado de la prueba es $F_{cal} 1.13 < F_{cri} 4.74$, siendo menor el F_{cal} se acepta la hipótesis nula H_0 .

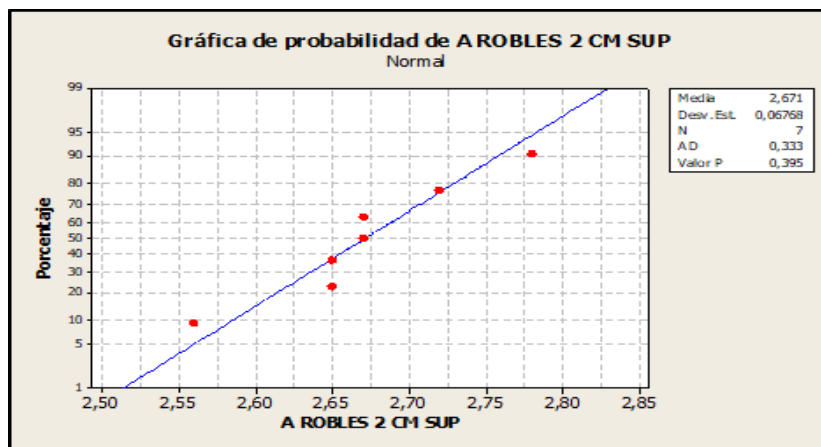
Realizado el método entre diferentes técnicos, y siendo los valores de $F_{cal} < F_{cri}$, el método está verificado según las condiciones que se planteó para la verificación.

5.2.2 Aporte de la incertidumbre desplazando la ventosa.

A continuación se corre la prueba de normalidad para los datos de fuerza de abertura de puertas variando el desplazamiento de la ventosa 2 cm a la parte superior, el mismo que fue realizado por el inspector de laboratorio Andres Robles, según se puede apreciar Figura 34

Figura 34

Prueba de normalidad desplazado 2 cm a la parte superior



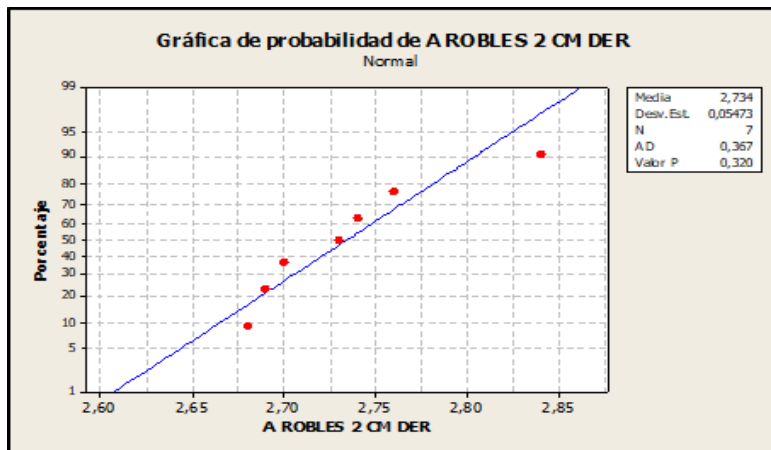
Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se acepta la H_0 la variable aleatoria si tiene distribución normal, el p valor obtenido es $0.395 > 0,05$, los valores son óptimos para el cálculo de la estimación de la incertidumbre..

Ensayos realizados por el inspector de laboratorio Andrés Robles desplazado la ventosa 2 cm a la derecha. Ver resultados Figura 35.

Figura 35

Prueba de normalidad desplazado 2 cm a la derecha.



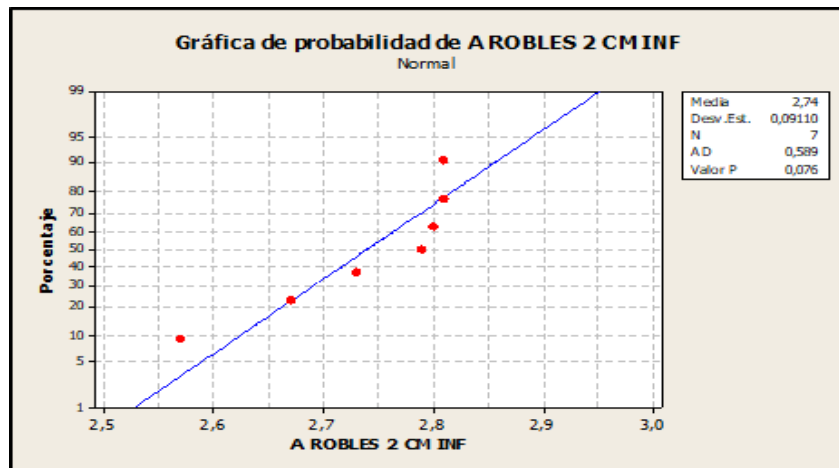
Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se acepta la H_0 la variable aleatoria si tiene distribución normal, el p valor encontrado es $0.320 > 0.05$, en síntesis, los valores se pueden utilizar en el cálculo de la estimación de la incertidumbre.

Ensayos realizados por el inspector de laboratorio Andrés Robles desplazado la ventosa 2 cm a la parte inferior. Ver resultados Figura 36.

Figura 36

Prueba de normalidad desplazado 2cm a la parte inferior



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se acepta la H_0 la variable aleatoria si tiene distribución normal, el p valor encontrado es $0.076 > 0.05$, los resultados se pueden emplear en el cálculo de la estimación de la incertidumbre.

Los valores resultantes del desplazamiento de la ventosa 2 cm a la derecha, 2cm a la izquierda y 2cm a la parte inferior realizados por el inspector Andrés Robles satisfacen la hipótesis planteada de normalidad, los mismos pueden ser utilizados para la estimación de la incertidumbre.

5.3. Cálculo de la incertidumbre de la Fuerza de abertura de puertas

Para la estimación del aporte a la incertidumbre debido al desplazamiento de la ventosa se realizó con los datos de los tres técnicos siendo el aporte de mayor relevancia los datos obtenidos por Andrés Robles y se calculó el aporte de acuerdo a la ecuación (10):

$$u_{Fuerza\ des} = 0,0115\ kg$$

5.3.1 Aporte de incertidumbre por Repetibilidad y Reproducibilidad

Los valores de aporte de incertidumbre obtenidos debido a los ensayos R&R son, el valor de contribución de incertidumbre debido a la repetibilidad viene dado por la ecuación (6), estos ensayos fueron realizados por Xavier Torres:

$$u_{rept} = \frac{\sigma R\ ept}{\sqrt{n}}$$

$$u_{rept} = 0,01\ kg$$

El valor de aporte de incertidumbre debido a la reproducibilidad, se calcula por la ecuación (7), estos ensayos fueron realizados por los inspectores de laboratorio Henry Lozano y Andres Robles:

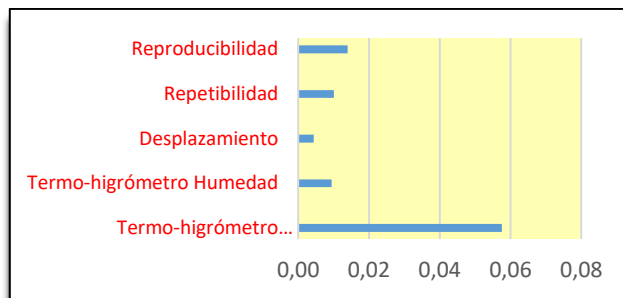
$$u_{repr} = \frac{\sigma Repr}{\sqrt{n}}$$

$$u_{repr} = 0,01\ kg$$

Estos valores fueron calculados en base a las herramientas estadísticas, ahora se analiza la estimación de la incertidumbre total que es la suma del aporte de la incertidumbre de los certificados y los aportes calculados. Esto se puede visualizar en la Figura 37, se indica la contribución a la incertidumbre de cada una de las variables.

Figura 37

Contribuciones de incertidumbre para el método fuerza de abertura de puertas



Fuente: Elaboración propia de los autores .

El valor numérico de la incertidumbre de medida se va a expresar máximo con dos cifras significativas, el valor numérico del resultado de la medición debe redondearse en su expresión final a la menor cifra significativa en el valor de la incertidumbre expandida asignada al resultado de la medición, para el proceso de redondeo, deben aplicarse las normas habituales para el redondeo de cifras, si el valor de redondeo reduce el valor numérico de la incertidumbre de medición en más de un 5%, debe utilizarse el valor redondeado hacia arriba.

El valor de la estimación de incertidumbre calculado para el método de abertura de puertas es de 0,122 kg. Como se aprecia en la Tabla 31.

Tabla 31

Valor de incertidumbre para el método fuerza de abertura de puertas

Variable	Distribución	Coficiente de Sensibilidad	Incertidumbre estándar	Aporte a la Incertidumbre	
Termo-higrómetro Temperatura	Normal	0,145	0,4	0,06	
Termo-higrómetro Humedad	Normal	0,0083	1,14	0,01	
Desplazamiento	Normal	0,0114	0,38	0,004	
Repetibilidad	Normal	1	0,01	0,01	
Reproducibilidad	Normal	1	0,01	0,01	Unidades
Incertidumbre Combinada*Uc =				0,06	kg
Factor de Cobertura k =				2	-
Incertidumbre Expandida **U=				0,122	kg

Fuente: Elaboración propia de los autores .

* La incertidumbre estándar de la medida, ha sido determinada evaluando todos los factores que influyen sobre el resultado medido.

El coeficiente de sensibilidad hace referencia a la derivada o razón de cambio de la función con respecto a una de las variables.

Los valores considerados son:

** La incertidumbre expandida de la medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre combinada de la medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre combinada de medida se ha determinado conforme al documento Guía GUM (Guide to the expression of Uncertainty in Measurement).

5.4 Análisis del método de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares.

5.4.1 Análisis de la influencia de la temperatura ambiente y humedad relativa en el método de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares.

De la misma manera que se realizó para el método de abertura de puertas, se lo replica para la resistencia mecánica de los estantes y componentes similares, se tiene que correr la prueba de normalidad de los datos obtenidos, los mismos son de repetibilidad, reproducibilidad y de los aportes a la incertidumbre que pueden proyectar la temperatura ambiente.

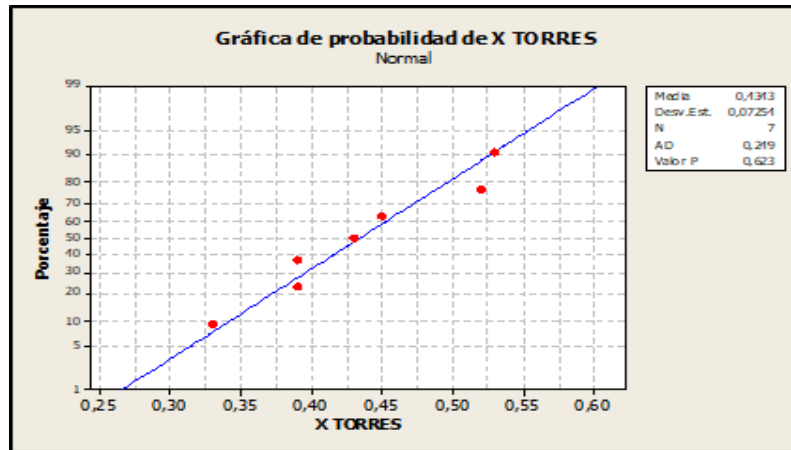
Se mantiene las mismas hipótesis:

- H_1 : hipótesis alternativa p valor < 0.05 , la variable aleatoria no tiene distribución normal
- H_0 : hipótesis nula p valor > 0.05 , la variable aleatoria si presenta distribución normal

En la Figura 38 se indica los resultados de normalidad para los ensayos de repetibilidad de resistencia mecánica realizado por Xavier Torres a una temperatura ambiente de 32°C .

Figura 38

Prueba de normalidad a 32°C



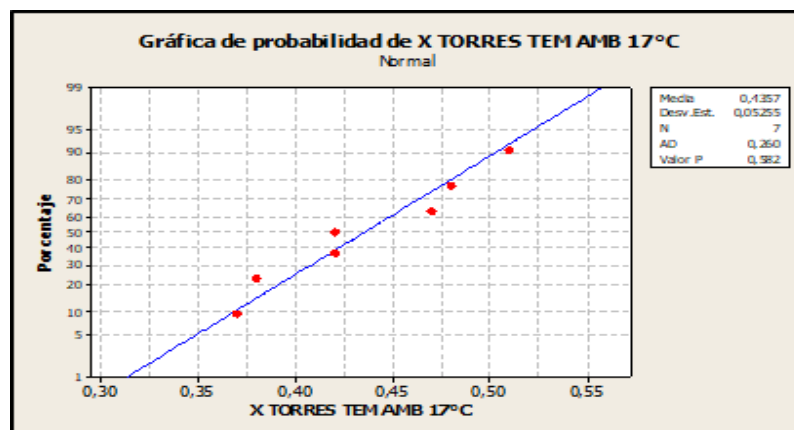
Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se acepta la H_0 la variable aleatoria si tiene distribución normal, el p valor obtenido es $0.623 > 0.05$; en consecuencia los valores se pueden utilizar en el calculo de la estimación de la incertidumbre.

A continuación, en la Figura 39 se indica los resultados de normalidad para los ensayos de repetibilidad realizado por Xavier Torres y variando la temperatura ambiente.

Figura 39

Prueba de normalidad a 17°C.



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se acepta la H_0 la variable aleatoria si tiene distribución normal, el p valor obtenido es $0.582 > 0.05$; en efecto los datos se pueden emplear en el cálculo de la estimación de la incertidumbre.

Los datos variando la temperatura ambiente satisfacen la hipótesis planteada para la normalidad, por lo tanto podemos emplearlos para el cálculo de la estimación de la incertidumbre.

5.4.2 Aporte de la incertidumbre variando temperatura ambiente

De la ecuación (13) la estimación del aporte a la incertidumbre debido a la variación de la temperatura ambiente es:

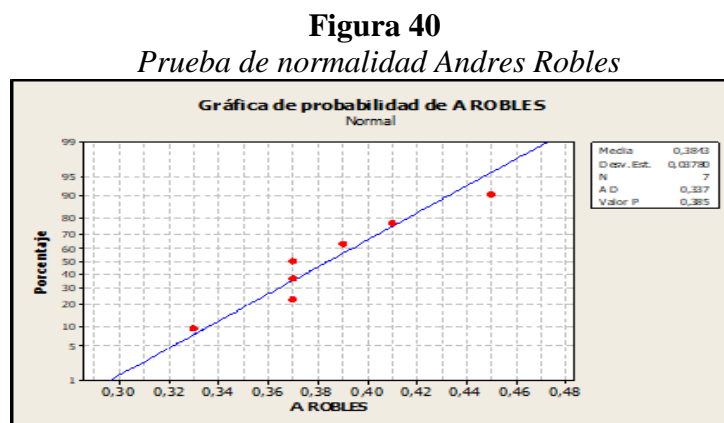
$$u_{Fuerza_{T_{amb}}} = 0,00028mm$$

La contribución al cálculo de la estimación de la incertidumbre por la variación de la temperatura ambiente, no es significativa, por lo tanto se puede realizar el ensayo a $16^{\circ}C$, sin que se vea afectado en el aporte a la incertidumbre.

5.4.3 Criterios para la verificación de método de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares.

Para estimar el valor de incertidumbre, inicialmente se debe verificar el método normalizado para esto se realiza la corrida de normalidad de los datos obtenidos, los mismos son de repetibilidad, reproducibilidad.

En la Figura 40, se indica los resultados de normalidad para los ensayos de reproducibilidad realizado por el inspector de laboratorio Andres Robles.



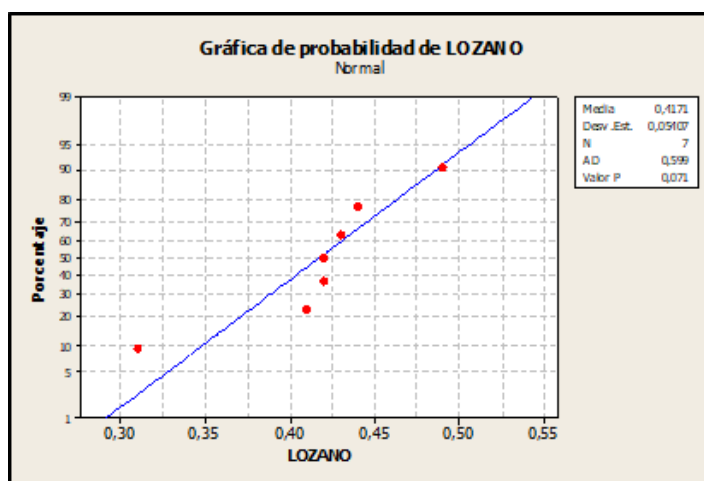
Fuente: Elaboración propia de los autores.

Se acepta la H_0 ya que la variable aleatoria si tiene distribución normal, el p valor obtenido es $0.385 > 0,05$; por lo tanto los valores pueden ser utilizados para el cálculo de la estimación de la incertidumbre.

En la Figura 41, se indica los resultados de normalidad para los ensayos de reproducibilidad realizado por el inspector de laboratorio Henry Lozano.

Figura 41

Prueba de normalidad Henry Lozano



Fuente: Elaboración propia de los autores

Se acepta la H_0 la variable aleatoria si tiene distribución normal, el p valor obtenido es $0.071 > 0.05$, en consecuencia los valores se pueden utilizar el cálculo de la estimación de la incertidumbre.

Los datos que arrojan los ensayos de reproducibilidad realizados por los inspectores Andres Robles y Henry lozano cumple la hipotesis de normalidad por lo tanto podemos utilizar el cálculo de la estimación de la incertidumbre.

Similar a la validación anterior se debe considerar el valor de F_{cal} se compara con F_{cri} ($0.05, n2-1, n1-1$), si $F_{cal} < F_{cri}$ se admite H_0 .

Como se puede observar en la Tabla 32 se presenta los resultados del análisis Anova entre los inspectores de laboratorio Xavier Torres versus Andrés Robles.

Tabla 32
Anova Xavier Torres versus Andres Robles

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
X TORRES	7	3,04	0,434285714	0,005261905
A ROBLES	7	2,69	0,384285714	0,001428571

ANÁLISIS DE VARIANZA							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Entre grupos	0,00875	1	0,00875	2,615658363	0,131781215	4,747225347	
Dentro de los grupos	0,040142857	12	0,003345238				
Total	0,048892857	13					

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Prueba F empleada para la comparación de las varianzas, se basa que las mismas no presenten diferencias significativas $F_{cal} < F_{cri}$ por lo tanto, el resultado de la prueba es $F_{cal} 2.61 < F_{cri} 4.74$, siendo menor el F_{cal} se acepta la hipótesis nula H_0 .

A continuación, en la Tabla 33 se presenta los resultados del análisis Anova entre los inspectores de laboratorio Xavier Torres versus Henry Lozano.

Tabla 33
Anova Xavier Torres versus Henry Lozano

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
X TORRES	7	3,04	0,434285714	0,005261905
H LOZANO	7	2,92	0,417142857	0,00292381

ANÁLISIS DE VARIANZA							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Entre grupos	0,001028571	1	0,001028571	0,251308901	0,625224408	4,747225347	
Dentro de los grupos	0,049114286	12	0,004092857				
Total	0,050142857	13					

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Prueba F empleada para la comparación de las varianzas, se basa que las mismas no presenten diferencias significativas $F_{cal} < F_{cri}$ por lo tanto, el resultado de la prueba es $F_{cal} 0.25 < F_{cri} 4.74$, siendo menor el F_{cal} se acepta la hipótesis nula H_0 .

Realizado el método entre diferentes técnicos, y siendo los valores de $F_{cal} < F_{cri}$, el método está verificado según las condiciones que se planteó para la verificación.

5.4.4 Aporte de incertidumbre por Repetibilidad y Reproducibilidad

Los valores de aporte de incertidumbre obtenidos debido al aporte de los ensayos R&R son:

- El valor de aporte de incertidumbre debido a la repetibilidad viene dado por la ecuación 6, estos ensayos fueron realizados por Xavier Torres:

$$u_{rept} = \frac{\sigma_{Rept}}{\sqrt{n}}$$

$$u_{rept} = 0,03 \text{ mm}$$

- El valor de aporte de incertidumbre debido a la reproducibilidad, se calcula por la ecuación 7, estos ensayos fueron realizados por los inspectores de laboratorio Henry Lozano y Andres Robles:

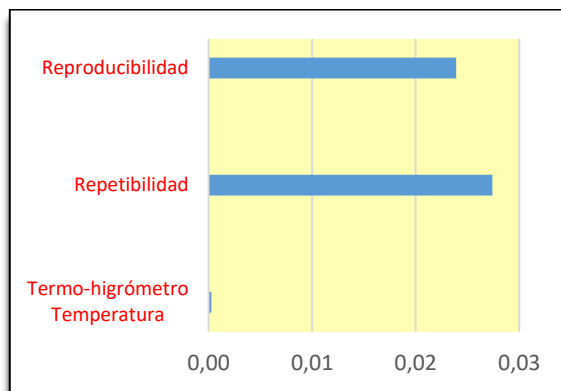
$$u_{repr} = \frac{\sigma_{Repr}}{\sqrt{n}}$$

$$u_{repr} = 0,02 \text{ mm}$$

Estos valores fueron calculados en base a las herramientas estadísticas, ahora se analiza la estimación de la incertidumbre total que es la suma del aporte de la incertidumbre de los certificados y los aportes calculados. Como observamos en la Figura 42, se indica la contribución a la incertidumbre de cada una de las variables.

Figura 42

Contribuciones de incertidumbre para el método resistencia mecánica de parrillas



Fuente: Elaboración propia de los autores.

El valor de la estimación de incertidumbre calculado para el método de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares es de 0,073 mm. Como se ve en la Tabla 34.

Tabla 34.

Valor de incertidumbre para el método de resistencia mecánica de parrillas

Variable	Distribución	Coefficiente de Sensibilidad	Incertidumbre estándar	Aporte a la Incertidumbre	
Termo-higrómetro Temperatura	Normal	0,0007	0,4	0	
Repetibilidad	Normal	1	0,03	0,03	
Reproducibilidad	Normal	1	0,02	0,02	Unidades
Incertidumbre Combinada *Uc =				0,04	mm
Factor de Cobertura k =				2	-
Incertidumbre Expandida **U =				0,073	mm

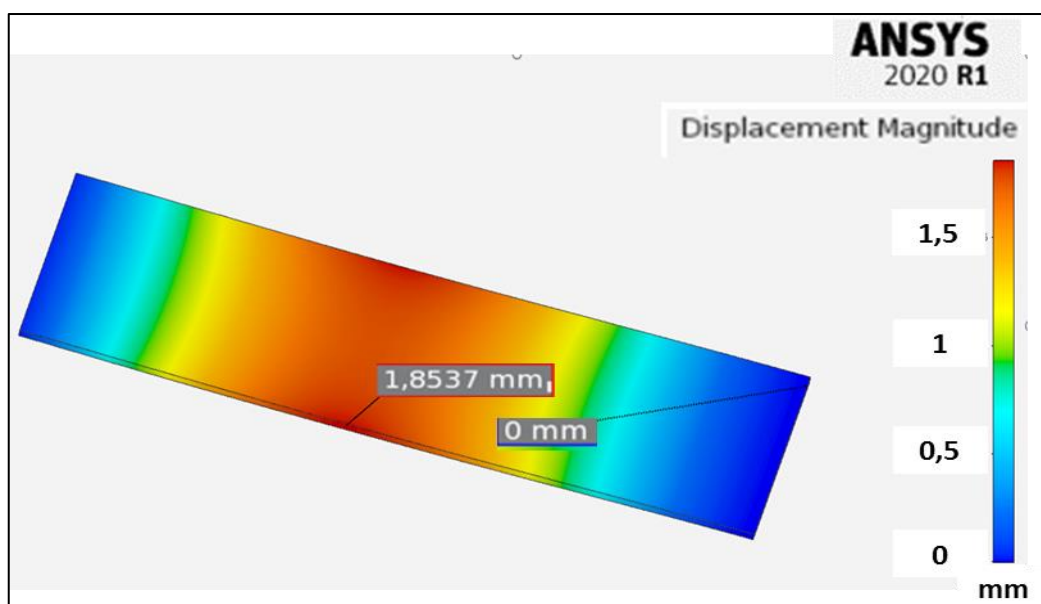
Fuente: Elaboración propia de los autores.

Si bien el método resistencia mecánica de los estantes y componentes similares menciona, que debe tener una resistencia mecánica adecuada, deben resistir los ensayos de carga sin mostrar una distorsión tal que ya no puedan cumplir con su función.

En la Figura 43 se indica la deformación del vidrio, se asume como condiciones de frontera que los cantos de los extremos están empotrados, de acuerdo a la Figura 18 la capacidad máxima de carga en función del área de la parrilla es de 24 kg con esta carga la deflexión que se obtiene es de 0.41mm, se procedió a realizar la simulación para determinar la máxima carga que soporta el vidrio antes de su rotura la máxima carga que soporta el vidrio es de 96 kg la misma generaría una deformación 1.83 mm, en base a la simulación el valor de incertidumbre esta de acuerdo a la hipótesis planteada.

Figura 43

Simulación deformación del vidrio



Fuente: Elaboración propia de los autores

5.5 Procedimientos de Ensayos

Los procedimientos para los ensayos de abertura de puertas y de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares, se la incluye como imagen, los mismos se pueden observar en el Anexo 3 - 4, esto se definió en una reunión llevada a cabo con la alta dirección de los laboratorios donde mencionó que esta información es confidencial de la empresa.

6. CONCLUSIONES:

- Para el ensayo de abertura de puertas se define que el mismo se debe realizar a una temperatura ambiente de 25°C y humedad relativa inferior al 75%, ya que para poder realizar el ensayo a 16°C o 32°C se requiere un laboratorio climatizado, el cual implica un alto costo en la inversión, para el ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares se define que el mismo se debe realizar a una temperatura ambiente de 16°C y humedad relativa inferior al 75%, esto debido a que se aprovecha la estabilización del laboratorio climatizado en la ejecución del ensayo de almacenamiento a 16°C, respetando lo que menciona la norma NTE INEN 2 206 4R.
- Realizado el ensayo de abertura de puertas aplicando el metodología R&R, se determinó que satisface la hipótesis nula H_0 , comparación de las varianzas, las cuales no deben presentar diferencias significativas de acuerdo a la prueba F, por lo tanto el método está verificado según las condiciones que se planteó para la verificación, de la misma forma para el ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares, se determinó que satisface la hipótesis nula H_0 , el método está verificado según las condiciones que se planteo para la verificación.
- Para el ensayo de abertura de puertas los aportes a la estimación de la incertidumbre viene dado por los valores de reproducibilidad, repetibilidad, el desplazamiento de la ventosa, la humedad relativa y de la temperatura ambiente, cuantificando todos ellos se obtiene un valor de 0,122 kg, para el ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares los aportes a la estimación de la incertidumbre viene dado por los valores de reproducibilidad, repetibilidad, la humedad relativa y de la temperatura ambiente se obtiene un valor de 0,073mm.
- Se establece los procedimientos de ejecución de los ensayos de abertura de puertas y de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares, para su aplicación dentro de los laboratorios.

- Toda el estudio realizado cumple con las directrices establecidas por el SAE, el presente trabajo será difundido y entregado a la alta dirección para incrementar el alcance de acreditación en el laboratorio de refrigeración de Indurama S.A, cuando lo crean pertinente.

7. RECOMENDACIONES

- En el ensayo de abertura de puertas se debe adquirir un dinamómetro que tenga la característica que al momento de ejercer la fuerza, la lectura se quede grabada en el equipo.
- Al no utilizar un laboratorio climatizado donde viene especificado los puestos de trabajo, delimitar dentro del área de recepción de muestras un espacio exclusivo para la ejecución del ensayo de abertura de puertas.
- En el ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares se debe adquirir un calibrador digital cuyo rango de operación sea de 0 a 450 mm, para medir el ancho del gabinete a ensayar con 2 decimales, ya que en el desarrollo del presente trabajo se utilizó un flexómetro cuya resolución era un decimal y el valor tomado era análogo, al momento de correr la prueba de normalidad no cumplía la misma.
- Las pesas utilizadas para el ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares, se deben mandar a calibrar en el INEN, ya que las mismas solo poseen certificados de calibración interna del departamento de metrología.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AVELLAN, J. L. (22 de JULIO de 2019). *ECONOMIPEDIA*. Obtenido de ECONOMIPEDIA: <https://economipedia.com/definiciones/sesgo-en-la-recoleccion-de-datos.html>

Bembibre, V. (s.f.). *Definicion ABC*. Obtenido de Definicion de Distancia: <https://www.definicionabc.com/geografia/distancia.php>

Calidad, C. d. (16 de Junio de 2016). *La ventaja como ventaja competitiva*. Obtenido de La ventaja como ventaja competitiva: <https://sites.google.com/site/controldecalidading/la-calidad-como-ventaja-competitiva>

Como funciona. (18 de 4 de 2020). Obtenido de Resistencia Mecanica: <https://comofunciona.co.com/resistencia-mecanica/>

competitiva., L. c. (2016).

Corporativo. (28 de Febreo de 2018). *Servicio de acreditacion Ecuatoriano*. Obtenido de Servicio de acreditacion Ecuatoriano: <https://www.acreditacion.gob.ec/gestion-del-sae-y-beneficios/Corporativo>. (20 de Enero de 2021). *Maquinas y Equipos*. Obtenido de Maquinas y Equipos: <https://maquinasyequipos.com.ar/repetibilidad-y-reproducibilidad-la-metrologia-como-sinonimo-de-mejora-continua/DELSOL>, S. (2021). *VARIANZA*. Obtenido de VARIANZA: <https://www.sdelsol.com/glosario/varianza/>

Ecuatoriano, S. d. (2020).ecuatoriano, s. d. (3 de 11 de 2020). *acreditacion.gob.ec*. Recuperado el 6 de 11 de 2020, de acreditacion.gob.ec: <https://www.acreditacion.gob.ec/que-es-la-acreditacion/>.

<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/data-concepts/what-is-the-standard-deviation/>. (2019). *SOPORTE MINITAB*. Obtenido de SOPORTE MINITAB: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/data-concepts/what-is-the-standard-deviation/>

Lopez, J. F. (2019 de NOVIEMBRE de 15). *ECONOMIPEDIA*. Obtenido de ECONOMIPEDIA: <https://economipedia.com/definiciones/estadistica-descriptiva.html>

LOPEZ, P. L. (2004). *POBLACION MUESTRA Y MUESTREO*. Obtenido de POBLACION MUESTRA Y MUESTREO: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S181502762004000100012

Manene, L. M. (31 de Mayo de 2013). *ESTRATEGIAS EMPRESARIALES: TIPOLOGÍA , CARACTERÍSTICAS Y USO*. Obtenido de ESTRATEGIAS EMPRESARIALES: TIPOLOGÍA , CARACTERÍSTICAS Y USO.: <http://www.luismiguelmanene.com/2013/05/31/estrategias-empresariales-tipologia-caracteristicas-y-uso/>
Merino., J. P. (2012). *Definicion.De*. Obtenido de Definicion de Masa: <https://definicion.de/masa/>

Metrologia, C. C. (2017 de Agosto de 21). *Magnitud* . Obtenido de Introduccion: <https://www.cenam.mx/FYP/Fuerza/Introduccion.aspx#/FYP/Principal/Principal.aspx/Divisi%C3%B3n%20de%20Metrolog%C3%ADa%20de%20Fuerza%20y%20Presi%C3%B3n>

Metrologia., C. C. (21). *Magnitudes Introduccion*. Obtenido de Magnitudes Introduccion: <https://www.cenam.mx/FYP/Fuerza/Introduccion.aspx>

MINITAB. (2019). *MINITAB*. Obtenido de MINITAB: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/data-concepts/what-is-the-standard-deviation/Normalizacion>, S. E. (2019). *Norma Inen 2 206*. Quito.

Raffin, M. E. (2020).

Raffino, M. E. (27 de Julio de 2020). *Concepto de*. Obtenido de Concepto de: <https://concepto.de/volumen/>

Serra, B. R. (2014). *UNIVERSO DE FORMULAS*. Obtenido de UNIVERSO DE FORMULAS: <https://www.universoformulas.com/estadistica/descriptiva/variables-estadisticas/Servicio de Acreditacion Ecuatoriano>. (3 de 11 de 2020). Obtenido de Servicio de Acreditacion Ecuatoriano: <https://www.acreditacion.gob.ec/que-es-la-acreditacion/Servicio de Acreditacion Ecuatoriano>. (2020). *Qué es la acreditación*. Obtenido de Servicio de Acreditacion Ecuatoriano: <https://www.acreditacion.gob.ec/que-es-la-acreditacion/VILAR>. (2 de FEBRERO de 2019). *VALIDACION DE METODOS. VALIDACION DE METODOS. CUENCA, AZUAY, ECUADOR*.

Bedón, M. (2018). *PLAN-ESTRATÉGICO-2018-2021.pdf*.

Delgado, R. C. (2014). *Reglamento general a la Ley del sistema Ecuatoriano de la Calidad*. 19.

Ley del sistema Ecuatoriano de la calidad. (2014).

Marqués, E. (2004). *Wolfgang A. Schmid y Ruben J. Lazos Martínez*. 27.

Misión, visión, principios y valores – Servicio de Acreditación Ecuatoriano. (s. f.). Recuperado 6 de octubre de 2021, de <https://www.acreditacion.gob.ec/mision-vision-principios-y-valores/>

NTE INEN 2206 4R APARATOS DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICOS. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO.pdf. (s. f.).

¿Qué es la acreditación? – Servicio de Acreditación Ecuatoriano. (s. f.). Recuperado 5 de octubre de 2021, de <https://www.acreditacion.gob.ec/que-es-la-acreditacion/>

Vim-cem-2012web.pdf. (s. f.).

9. ANEXOS

ANEXO 1:

Competencia Técnica del inspector de laboratorio Henry Lozano.



COMPETENCIA TECNICA DEL PERSONAL

NOMBRE: LOZANO SANANGO HENRY HOMERO
CARGO: INSPECTOR DE LABORATORIO
REPORTA A: GALÁN TORRES JORGE ROLANDO

REQUISITOS DE FORMACION:

Nivel de instrucción: Técnico Superior
Especialidad: Técnico en Electricidad
Experiencia técnica: Operador en la línea de ensamble de refrigeradoras 3 años, inspector de calidad 2 años adicionalmente desempeña funciones como inspector final de línea, inspector de proceso e inspector de laboratorio de línea. A partir de noviembre del 2015 se desempeña como inspector de laboratorio de refrigeración

Capacitación recibida:	Fecha	Instructor	Resultado de evaluación	Observaciones
Reglamentación Técnica	11/29/2017	FELIPE CARRASCO	OK	5 HORAS
Acreditación de laboratorios Norma ISO 17025	18-19/05/2018	JACKELINE MUÑOZ	OK	16 HORAS
Principios generales de combustión	11/24/2017	STALIN QUEZADA	OK	2 HORAS
Principios generales de refrigeración	28/10-19/11/2015	SECAP	OK	45 HORAS
Manual de proceso de Laboratorio de producto terminado	DIARIO	JOSE CAPA	OK	
Políticas, objetivos e indicadores del laboratorio	DIARIO	JOSE CAPA	OK	
Validación de métodos de ensayo	08-09/02/2019	VICTOR H. LARGO	OK	20 HORAS
Incertidumbre de la medición	10-11/01/2019	VICTOR H. LARGO	OK	20 HORAS
Auditorías Internas	04-05/04/2019	VICTOR H. LARGO	OK	20 HORAS
Métodos de ensayo (ver listado adjunto)	DIARIO	JAIME VELE	OK	
Uso de equipos del laboratorio	DIARIO	JAIME VELE	OK	
Metrología e incertidumbre	27-08-2019 06-09-2019	JAIME VELE	OK	16 HORAS

Otros

Autorizado para: Cálculo de Incertidumbre
 Elaborar registro de ensayos
 Analizar e interpretar resultados
 Emisión de Informe de resultados
 Desarrollar, modificar, verificar y validar métodos

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

Calificado para la ejecución de los siguientes de ensayos:

1	Monitoreo diario	12	Fabricación de hielo
2	Determinación de las dimensiones lineales, áreas y volúmenes	13	Ausencia de olor y sabor
3	Temperaturas de almacenamiento a 38 °C	14	Temperaturas de almacenamiento a 16°C
4	Consumos de energía	16	Consumo de energía IEC 62552:2015
5	Hermeticidad de los sellos	15	
6	Fuerza de abertura de las puertas o tapas	17	
7	Durabilidad de bisagras y manijas de las puertas y tapas	18	
8	Resistencia mecánica de parillas y componentes similares	19	
9	Condensación de vapor de agua	20	
10	Elevación de la temperatura	21	
	Congelación	22	

Conclusiones: El Tnlg. Henry Lozano se encuentra en la capacidad de desarrollar las actividades requeridas y enunciadas arriba para ser desempeñadas en el laboratorio de refrigeración.

ACTUALIZACIÓN REALIZADA 2018-01-09
 ACTUALIZACIÓN REALIZADA 2019-03-25
 ACTUALIZACIÓN REALIZADA 2020-02-28
 ACTUALIZACIÓN REALIZADA 2021-02-22
 ACTUALIZACIÓN REALIZADA 2021-06-30

J. Galán
 J. Galán
 J. Galán

Aprobado

 Coordinador de Laboratorio

R-CAL-AC-LAB-009.D4

Competencia Técnica del inspector de laboratorio Andres Robles.

INDUCLUB

COMPETENCIA TECNICA DEL PERSONAL

NOMBRE: Andrés Octavio Robles Romero

CARGO: Inspector de Laboratorio

REPORTA A: Stalin-Quezada Jorge Galán

REQUISITOS DE FORMACIÓN:

Nivel de instrucción: Técnico Superior

Especialidad: Tecnólogo en electricidad Industrial.

Experiencia técnica: Operador en la línea de ensamble de refrigeradoras 6 años, inspector de calidad 3 años adicionalmente desempeña funciones como inspector final de línea de congeladores, inspector de proceso e inspector de laboratorio de línea 1 año. Como inspector final de cocinas 1 año. Como inspector final de proceso 2 años. a partir de noviembre 2015 en formación dual, a partir del 2017 como inspector del laboratorio de cocinas

Capacitación recibida:	Fecha	Instructor	Resultado de evaluación	Observaciones
Reglamentación Técnica	11/28/2017	Felipe Carrasco	Desarrollo en labores diarias	
Principios generales de combustión	11/24/2017	Stalin Quezada	Desarrollo en labores diarias	
Normas y Reglamentos de Refrigeración	8/18/2017	Jorge Galán	Desarrollo en labores diarias	
Normas Internas de Refrigeración	8/30/2017	Paúl Tola	Desarrollo en labores diarias	
Normas Internas de Cocinas	9/22/2017	Rocio Segarra	Desarrollo en labores diarias	
Normas de Productos de cocción por inducción	10/2/2017	Andrés Palacios	Desarrollo en labores diarias	
Procesos Productivos de cocinas y Refrigeradoras	12/6/2017	Leonardo Abril	Desarrollo en labores diarias	
7 Diamantes	11/1/2017	José Capa	Desarrollo en labores diarias	
Exel	11/6/2017	Paúl Tola	Desarrollo en labores diarias	
Acreditación de laboratorios Norma ISO 17025	18-19/05/2018	JACKELINE MUÑOZ	OK	16 HORAS
Principios generales de combustión	11/24/2017	STALIN QUEZADA	OK	2 HORAS
Principios generales de refrigeración	28/10-19/11/2015	SECAP	OK	45 HORAS
Manual de proceso de Laboratorio de producto terminado	DIARIO	JOSE CAPA	OK	
Políticas, objetivos e indicadores del laboratorio	DIARIO	JOSE CAPA	OK	
Validación de métodos de ensayo	08-09/02/2019	VICTOR H. LARGO	OK	20 HORAS
Incertidumbre de la medición	10-11/01/2019	VICTOR H. LARGO	OK	20 HORAS
Auditorías Internas	04-05/04/2019	VICTOR H. LARGO	OK	20 HORAS

Otros

Autorizado para: Cálculo de Incertidumbre
Elaboración de Registro de ensayos
Emisión de Informe de resultados

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

Calificado para la ejecución de los siguientes de ensayos:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1 Estanqueidad | 11 Combustión (ensayo 4) |
| 2 Tiempo de calentamiento de horno | 12 Combustión quemadores de horno |
| 3 Temperatura de horno | 13 Calentamiento exterior (ensayo 2) |
| 4 Variación de la temperatura con la presión del gas | 14 Calentamiento exterior (ensayo 3) |
| 5 Oscilación de la temperatura del horno en cada posición del termostato | 15 Estabilidad del artefacto con la puerta de |
| 6 Determinación de consumos por volumen (Quemadores de tablero) | 16 Resistencia de la puerta del horno |
| 7 Determinación de consumos por volumen (Quemadores de horno) | 17 Ensayo de robustez con fuerza horizontal |
| 8 Consumo de mantenimiento de horno por volumen | 18 Determinación de consumo total |
| 9 Rendimiento por volumen | 19 Monitoreo Diario de cocinas |
| 10 Combustión (ensayos 1, 2) | 20 Monitoreo Diario de refrigeradores |
| 21 Determinación de las dimensiones lineales, áreas y volúmenes | 22 Temperaturas de almacenamiento a 38 y 16°C |
| 23 Consumos de energía | 24 Consumo de energía IEC 62552:2015 |
| 25 Fuerza de abertura de las puertas o tapas | 27 Resistencia mecánica de parillas y componentes similares |
| 26 Congelación | |

Conclusiones: Andrés Robles se encuentra en la capacidad de desarrollar las actividades requeridas y enunciadas arriba para ser desempeñadas en laboratorio de refrigeración. Re ingresa al laboratorio en julio del 2017 y se encuentra autorizado a para desarrollar los métodos mencionados a partir del 01/12/2017.

Aprobado
Stalin Quezada / Jorge Galán
Coordinador Laboratorio

R-CAL-AC-LAB-009.04

- * ACTUALIZACIÓN REALIZADA 2018-01-09
- * ACTUALIZACIÓN REALIZADA 2019-03-25
- * ACTUALIZACIÓN REALIZADA 2020-03-25
- ACTUALIZACIÓN REALIZADA 2020-12-15
- ACTUALIZACIÓN REALIZADA 2021-06-30

J. Galán

Competencia Técnica del Coordinador de Acciones Correctivas Xavier Torres.



COMPETENCIA TÉCNICA DEL PERSONAL

Página 1/1

NOMBRE: Xavier Torres García
CARGO: Inspector
REPORTA A: José Capa

REQUISITOS DE FORMACION:
Nivel de Instrucción: Superior
Especialidad: Ingeniero Mecánico

Experiencia técnica: Como operador de mantenimiento desde septiembre de 2018, se desempeña como inspector de monitoreo diario en el laboratorio de cocinas desde Agosto del 2011, como inspector de refrigeración bajo esquema de rotación desde octubre del 2013.

Capacitación recibida:	Fecha	Instructor	Resultado de evaluación	Observaciones
Reglamentación Técnica	12/21/2011	Ing. Felipe Carrasco	Desarrollo en labores diarias	
Acreditación de laboratorios Norma ISO 17025	5/28/2011	Ing. Rocio Barros	Desarrollo en labores diarias	
Principios generales de combustión / refrigeración	3/19/2011	Ing. Felipe Carrasco	Realización de ensayos en labores diarias	
Manual de proceso de Laboratorio de producto terminado	4/16/2011	Ing. José Capa	Realización de ensayos en labores diarias	
Políticas, objetivos e indicadores del laboratorio	6/9/2011	Ing. Rocio Barros	Desarrollo en labores diarias	
Validación de métodos de ensayo	7/13/2011	Ing. José Capa	Realización de ensayos en labores diarias	
Incertidumbre de la medición	7/14/2011	Ing. José Capa	Realización de ensayos en labores diarias	
Métodos de ensayo (ver listado adjunto)	1/7/2012	Ing. José Capa	Realización de ensayos en labores diarias	Curso de refuerzo de conocimientos planificado a darse el 12-11-11
Uso de equipos del laboratorio	4/30/2011	Ing. Diego Abril	Realización de ensayos en labores diarias	
Procedimiento para aseguramiento de la Calidad en Laboratorio	4/29/2013	Ing. José Capa	Realización de ensayos en labores diarias	
Refuerzo de principios generales de combustión / refrigeración	16-17/01/2014	Ing. Xavier Torres/Ing. Stalin Quezada	Realización de ensayos en labores diarias	
Malla de distribución de información y cobertura 17025	1/20/2014	Ing. José Capa	Realización de ensayos en labores diarias	
Requisitos/Métodos a verificar para enfriadores de Coca Cola	2/13/2014	Ing. Francisco Sandoval	Realización de ensayos en labores diarias	

Otros

Autorizado para:	Cálculo de Incertidumbre	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
	Elaboración de Registro de ensayos	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
	Emisión de Informe de resultados	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

Calificado para la ejecución de los siguientes de ensayos:

- | | |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1 Estanqueidad | 11 Combustión (ensayo 4) |
| 2 Tiempo de calentamiento de horno | 12 Combustión quemadores de horno |
| 3 Temperatura de horno | 13 Calentamiento exterior (ensayo 2) |
| 4 Variación de la temperatura con la presión del gas | 14 Calentamiento exterior (ensayo 3) |
| 5 Oscilación de la temperatura del horno en cada posición del | 15 Estabilidad del artefacto con la puerta de horno cargada |
| 6 Determinación de consumos por volumen (Quemadores de tablero) | 16 Resistencia de la puerta del horno |
| 7 Determinación de consumos por volumen (Quemadores de | 17 Ensayo de robustez con fuerza horizontal |
| 8 Consumo de mantenimiento de horno por volumen | 18 Determinación de consumo total |
| 9 Rendimiento por volumen | 19 Ensayos de monitoreo de producción según registro RCO3.07.14.01 |
| 10 Combustión (ensayos 1, 2) | 20 Fuerza de apertura de las puertas o tapas |
| | 21 Congelación |
| | 22 Resistencia mecánica de perfiles y componentes similares |

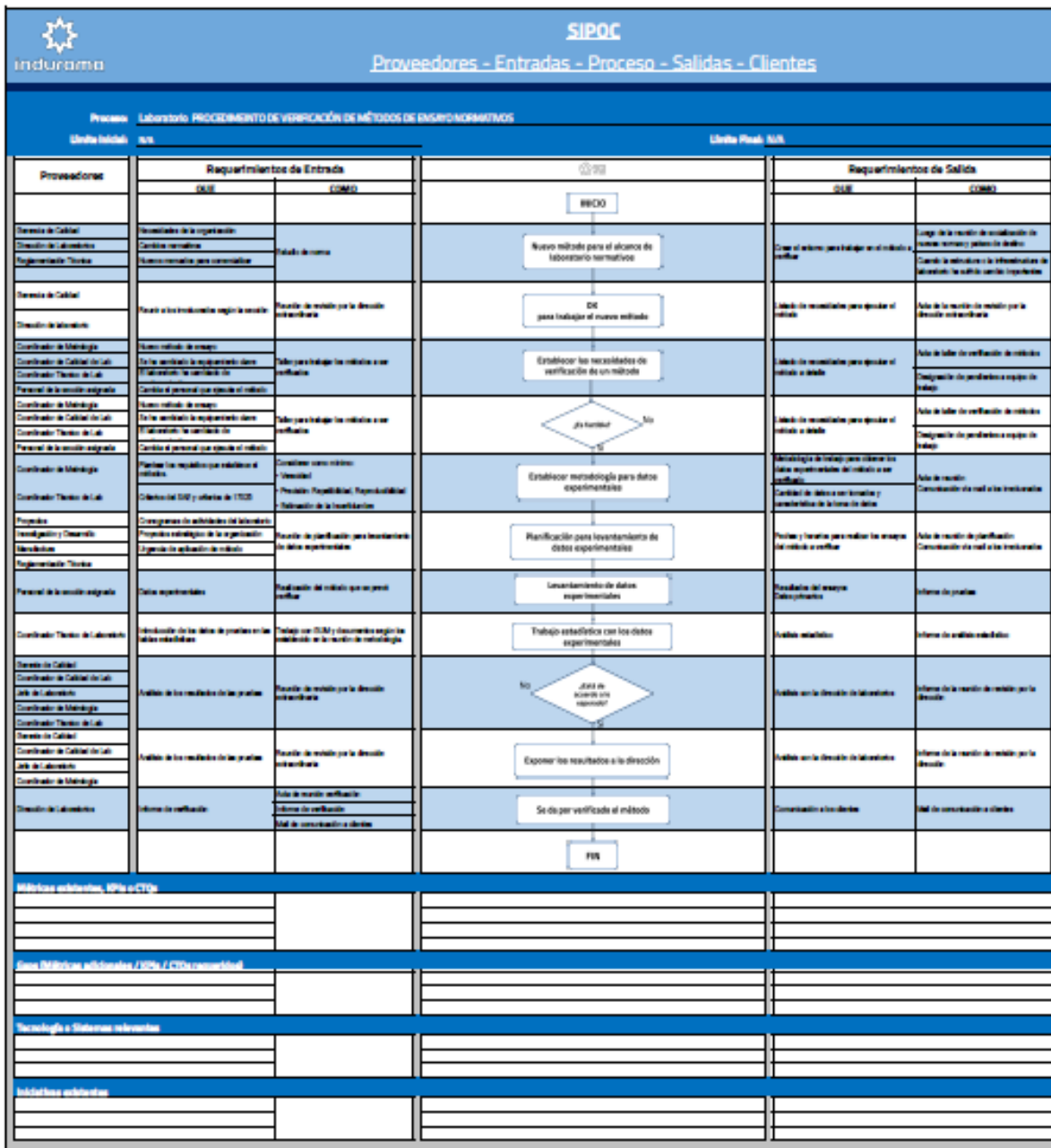
Conclusiones:
 * El Ing. Xavier Torres García se encuentra en capacidad de desempeñar las labores requeridas y enunciadas arriba para el laboratorio de cocinas.


 José Capa
 Jefe Inmediato

RCO3.07.10.01

ANEXO 2:

SIPOC validación, verificación de métodos de ensayo normativos.



ANEXO 3:

Método de ensayo de la Fuerza de apertura de las puertas o tapas.

		PROCESO: GESTIONAR LA CALIDAD - APC Y LABORATORIOS LABORATORIO	DOCUMENTO: MÉTODO DE ENSAYO DE LA FUERZA DE ABERTURA DE LAS PUERTAS O TAPAS	CÓDIGO: ME-LA-PT-R-1.48	PÁGINA 1 de 5
-----------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------

REVISIÓN

0.1. ESTADO DE REVISIÓN

Versión	Fecha
1	05-07-2021

0.2. DESCRIPCIÓN DE CAMBIOS

Página	Descripción del Cambio Realizado
Todo	Desarrollo de nuevo método

1. Objeto del Método

Verificar la fuerza de apertura de las puertas y tapas.

2. Alcance del método

Para artefactos con o sin escarcha: refrigeradores, refrigeradores-congeladores, congeladores verticales y/o horizontales y vitrinas para los que se solicite el análisis.

No aplica para artefactos menores a 60 litros.

3. Fundamento Normativo y Legal

- NTE 2206:2011 Ensayo 6.4
- ISO/IEC 62552 2015

Elaborado por:  Xavier Torres Técnico de Laboratorio	Aprobado por:  Inigo, Jorge Galán Jefe de Laboratorio	Validado por:  Ingo, José Capa Jefe de Laboratorio	Emisión DD MM AA 25 07 2021	Revisión No. 1 DD MM AA
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------	-----------------------------------

IMPORTANTE: El documento impreso sin autorización adquiere el estado de "Copia No Controlada". La versión vigente de este documento está disponible en: info.indurama.com.ec. Está estrictamente prohibida su entrega a terceros o uso con fines no laborales.



PROCESO: GESTIONAR LA CALIDAD - APC Y LABORATORIOS: LABORATORIO	DOCUMENTO: MÉTODO DE ENSAYO DE LA FUERZA DE ABERTURA DE LAS PUERTAS O TAPAS	CÓDIGO: ME-LA-PT-R-1.46	PÁGINA 2 de 5
------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------

4. Muestra /Items a ensayar

Artefactos de uso doméstico:

- Refrigeradores.
- Refrigeradores-Congeladores.
- Congeladores verticales y/o horizontales
- Vitrina Frigorífica.

5. Parámetro / magnitud y rango a ser determinado

- Parámetro: Fuerza de abertura
- Rango: 0 a 100 N

6. Materiales y Equipos

Materiales y Equipos	Rango útil	Resolución	Tolerancia de medición (EMP)	Observaciones
Flexómetro	0 a 3 m	1 mm	± 1mm	Verificar que la calibración esté vigente
Palpador	N/A	N/A	N/A	
Dinamómetro	0 a 100 N	0,1 N	± 1N	
Higrotermómetro (% Humedad)	(45-75)%	0,01%	±3%	
Utillaje para sujetar el dinamómetro con la puerta	N/A	N/A	N/A	

Tabla 1. Materiales y equipos para ensayo consumo de energía

VERIFICAR ANTES DE INICIAR

- Que la cinta del flexómetro se despliegue libremente.
- Verificar la vigencia metrológica del higrotermómetro

Elaborado por:  Xavier Torres Técnico de Laboratorio	Aprobador:  Trigo, Jorge Galán Jefe de Laboratorio	Validado por:  Ing. José Capa Jefe de Laboratorio	Emisión	Revisión No. 1
			DD 25	MM 07
			AA 2021	DD MM AA

¡IMPORTANTE! El documento impreso se autoriza al estado de "Copia No Controlada". La versión vigente de este documento está disponible en: info.indurama.com.ec. Está estrictamente prohibida su entrega o tenencia o uso con fines no laborales.



PROCESO: GESTIONAR LA CALIDAD - ARC Y LABORATORIOS: LABORATORIO	DOCUMENTO: MÉTODO DE ENSAYO DE LA FUERZA DE ABERTURA DE LAS PUERTAS O TAPAS	CÓDIGO: ME-LA-PT-B-1.4B	PÁGINA 3 de 5
-------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	------------------

- Verificar la vigencia metroológica del dinamómetro.
- Verificar la unidad de medida del dinamómetro (kg)

7. Patrones y Materiales de referencia a usar

- N/A

8. Especificación de condiciones ambientales necesarias. Periodos de estabilización (cuando aplique)

Temperatura ambiente

La temperatura ambiente debe estar entre +16 °C y 32°C

Humedad Relativa

La humedad relativa para el ensayo debe ser menor a 75%.

Estabilidad del Artefacto.

Asegurar que el artefacto no presente inestabilidad respecto al piso.

Medidas de seguridad

- Utilizar calzado industrial para evitar lesiones al manipular el ítem de ensayo.
- Utilizar guantes para manipular el ítem.

7. Procedimiento

10.1 Instalación del artefacto

- Proceder según el documento Procedimiento de ejecución de ensayos.

10.2 Procedimiento:

El aparato de refrigeración doméstico debe estar apagado y en equilibrio con la temperatura ambiente, para esto adherir un termopar en el centro geométrico externo de la puerta.

La puerta o tapa debe estar cerrada durante un periodo de 15 minutos. después realice el ensayo bajo las siguientes condiciones:

Elaborado por:  Xavier Torres Técnico de Laboratorio	Aprobado por:  Trigo, Jorge Galán Jefe de Laboratorio	Validado por:  Ing. José Capa Jefe de Laboratorio	Emisión		Revisión No. 1			
			DD	MM	AA	DD	MM	AA
			25	07	2021			

IMPORTANTE: El documento impreso sin autorización adquiere el estado de "Copia No Controlada". La versión vigente de este documento está disponible en: info.indurama.com.ec. Está estrictamente prohibida su entrega a terceros o uso con fines no laborales.



PROCESO: GESTIONAR LA CALIDAD - ARC Y LABORATORIOS: LABORATORIO	DOCUMENTO: MÉTODO DE ENSAYO DE LA FUERZA DE ABERTURA DE LAS PUERTAS O TAPAS	CÓDIGO: ME-LA-PT-RI-L48	PÁGINA 4 de 5
-------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	------------------

- a. La fuerza de apertura de 70N se debe considerar como que es aplicada al interior de la puerta o tapa del aparato de refrigeración doméstico en el punto medio del borde más lejano desde el eje de la bisagra en una dirección perpendicular al plano de la puerta o tapa.
- b. El método de medición debe ser:

Por aplicación de la fuerza en un punto de la superficie exterior de la puerta o tapa correspondiente al punto de medición interno.

- b.1) Ubicar el punto interno y trasladar a la cara frontal externa de la puerta.
- b.2) Colocar el utilaje en el punto externo definido, el punto externo de la puerta debe ser el centro del utilaje.
- b.3) Unir el dinamómetro con el utilaje.
- b.4) Preparar una cámara para grabar la aplicación de la fuerza.
- b.5) Aplicar una fuerza perpendicular al plano frontal de la puerta hasta que la misma se abra, grabar el proceso.
- b.6) Reproducir el video y registrar el valor máximo medido.
- b.7) Si el artefacto se llega a desplazar antes de abrir la puerta repetir el procedimiento con el apoyo de una persona que sujete el artefacto.

Registro de resultado

11.1 Los datos obtenidos pueden ser llenados a mano con esfero en la sección de datos preliminares de la solicitud de prueba; de existir un error o enmendadura, tachar (de forma que el dato original sea legible), colocar el dato corregido y sumillar junto a la corrección.

11.2 Los resultados deben informarse según el formato establecido y las observaciones relevantes antes, durante y después de la realización del ensayo, deben documentarse en la sección de observaciones.

11.3 El informe debe mencionar, el valor obtenido para la apertura de la puerta con una cifra decimal

8. Criterios para la aprobación o rechazo del método.

Serán rechazados todos los valores que no satisfagan los requisitos siguientes:

- 10.1 Los valores obtenidos con una temperatura ambiente menor a 16°C y mayor a 32°C.
- 10.2 Si los equipos utilizados están fuera de vigencia metroológica.
- 10.3 Si el valor de humedad relativa es mayor al 75%.

9. Cálculos (cuando aplique)

N/A, se pasan directamente los datos obtenidos en el software

Elaborado por:  Xavier Torres Técnico de Laboratorio	Aprobado por:  Trigo, Jorge Galán Jefe de Laboratorio	Validado por:  Ing. José Capa Jefe de Laboratorio	Emisión		Revisión No. 1		
DD 25	MM 07	AA 2021	DD	MM	AA		



PROCESO: GESTIONAR LA CALIDAD - APC Y LABORATORIOS: LABORATORIO	DOCUMENTO: MÉTODO DE ENSAYO DE LA FUERZA DE ABERTURA DE LAS PUERTAS O TAPAS	CÓDIGO: MI-LA-PT-SH-L-01	PÁGINA 5 de 5
------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------	-------------------------

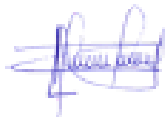


10. Análisis de resultados

N/A

Incertidumbre del Método (cuando aplique)

Exponer en el informe la incertidumbre del método según última versión de validación establecido como: Estimación de la incertidumbre de la medida.

11. Anexos (cuando aplique)

Elaborado por:  Xavier Torres Técnico de Laboratorio	Aprobador:  Trigo, Jorge Galán Jefe de Laboratorio	Validado por:  Ing. José Capa Jefe de Laboratorio	Emisión	Revisión No. 1				
			DD	MM	AA	DD	MM	AA
			25	07	2021			

IMPORTANTE: El documento impreso sin autorización adquiere el estado de "Copia No Controlada". La versión vigente de este documento está disponible en: info@indurama.com.ec. Está estrictamente prohibida su entrega a terceros o uso con fines no laborales.

ANEXO 4:

Método de ensayo de Resistencia mecánica de los estantes y componentes similares.

			
PROCESO: GESTIONAR LA CALIDAD – APC Y LABORATORIOS: LABORATORIO	DOCUMENTO: MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS ESTANTES Y COMPONENTES SIMILARES	CÓDIGO: ME-LA-PT-RI-1.47	PÁGINA: 1 de 6

REVISIÓN

0.1. ESTADO DE REVISIÓN

Versión	Fecha
1	05-06-2021

0.2. DESCRIPCIÓN DE CAMBIOS

Página	Descripción del Cambio Realizado
Todo	Desarrollo de nuevo método

1. Objeto del Método

Comprobar la resistencia mecánica de los estantes y componentes similares.

2. Alcance del método

Para artefactos con o sin escarcha: refrigeradores, refrigeradores-congeladores, enfriadores y vitrinas para los que se solicite el análisis.

3. Fundamento Normativo y Legal

- NTE 2206:2011 Ensayo 6.6
- ISO/IEC 62552 2015

4. Muestra /Ítems a ensayar

Artefactos de uso doméstico:

Elaborado por:  Xavier Torres Técnico de Laboratorio	Aprobador:  Jorge Galan Jefe de Laboratorio	Validado por:  Ing. José Capa Jefe de Laboratorio																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Emisión</th> <th colspan="3">Revisión No. 1</th> </tr> <tr> <th>DD</th> <th>MM</th> <th>AA</th> <th>DD</th> <th>MM</th> <th>AA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>06</td> <td>2021</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>			Emisión			Revisión No. 1			DD	MM	AA	DD	MM	AA	15	06	2021			
Emisión			Revisión No. 1																	
DD	MM	AA	DD	MM	AA															
15	06	2021																		

IMPORTANTE: El documento impreso sin autorización adquiere el estado de "Copia No Controlada". La versión vigente de este documento está disponible en: <http://info.indurama.com.ec>. Está estrictamente prohibido su entrega a terceros o uso sin fines no laborales.



PROCESO:	DOCUMENTO:	CÓDIGO:	PÁGINA:
GESTIONAR LA CALIDAD - AFC Y LABORATORIOS: LABORATORIO	MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS ESTANTES Y COMPONENTES SIMILARES	ME-LA-FF-R-1.47	2 de 6

- Refrigeradores.
- Refrigeradores-Congeladores.
- Vitrina Frigorífica.

5. Parámetro / magnitud y rango a ser determinado

- Parámetro: Resistencia mecánica.
- Rango: N/A

6. Materiales y Equipos

Materiales y Equipos	Rango útil	Resolución	Tolerancia de medición (EMP)	Observaciones
Flexómetro	0 a 3m	1mm	± 1mm	Verificar que la calibración esté vigente
Palpador	N/A	N/A	N/A	
Laboratorio 01 902-004				
Pesas	500 - 1000 g	N/A	N/A	
Higrotermómetro (% Humedad)	(45-75)%	0.01%	±3%	
Calibrador digital	0 - 450 mm	0,1	± 0,1mm	
Paquetes M	N/A	N/A	N/A	

7.

Tabla 1. Materiales y equipos para ensayo consumo de energía

VERIFICAR ANTES DE INICIAR

Que la cinta del flexómetro se despliegue libremente.

- Verificar la vigencia metrológica del higrotermómetro
- Verificar la vigencia metrológica de las pesas cilíndricas.

Elaborado por:	Aprobador:	Validado por:						
Xavier Torres Técnico de Laboratorio	Jorge Galán Jefe de Laboratorio	Ing. José Capa Jefe de Laboratorio	Emisión		Revisión No. 1			
			DD	MM	AA	DD	MM	AA
			15	06	2021			

IMPORTANTE: El documento impreso sin autorización adquiere el estado de "Copia No Controlada". La versión vigente de este documento está disponible en: info.indurama.com.ec. Está estrictamente prohibida su entrega a terceros o uso con fines no laborales.



PROCESO: GESTIONAR LA CALIDAD - AFC Y LABORATORIOS: LABORATORIO	DOCUMENTO: MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS ESTANTES Y COMPONENTES SIMILARES	CÓDIGO: ME-LA-PT-81-1.47	PÁGINA: 3 de 6
-------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	-------------------

8. Patrones y Materiales de referencia a usar

- N/A

9. Especificación de condiciones ambientales necesarias. Periodos de estabilización (cuando aplique)

Temperatura ambiente

La temperatura ambiente debe estar entre +16 °C y 32°C

Humedad Relativa

La humedad relativa para el ensayo debe ser menor a 75%.

Local de ensayo

- El ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares debe ser realizado en la misma ubicación donde se realizó el ensayo de almacenamiento.




10. Medidas de seguridad

- Utilizar calzado industrial para evitar lesiones al manipular el ítem de ensayo.
- Para subir o bajar un artefacto desde una plataforma hay que hacerlo entre 2 o más personas.
- Utilizar guantes para manipular los paquetes de ensayo, cuando estos estén congelados.

11. Procedimiento

10.1 Instalación del artefacto.

- Proceder según el documento Procedimiento de ejecución de ensayos.
- Instalar el artefacto en el puesto de laboratorio, el evaporador debe estar descongelado si es necesario, y las paredes internas y los componentes del artefacto secos, los medios de acceso (puertas o tapas) deben mantenerse cerradas durante todo el ensayo.
- El artefacto debe ser puesto en servicio de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Todos los accesorios internos suministrados con el artefacto, incluso las bandejas para hielo, deben ser colocados en posición, excepto que las bandejas para hielo deben ser removidas en el caso de un compartimento congelador de alimentos o compartimiento para almacenamiento de alimentos congelados que no tengan subdivisiones específicas para contener tales bandejas.

Elaborado por:  Xavier Torres Técnico de Laboratorio	Aprobador:  Jorge Galán Jefe de Laboratorio	Validado por:  Ing. José Capa Jefe de Laboratorio	Emisión			Revisión No. 1		
			DD	MM	AA	DD	MM	AA
			15	06	2021			

IMPORTANTE: El documento impreso sin autorización adquiere el estado de "Copia no Controlada". La versión vigente de este documento está disponible en: info.indurama.com.ec. Está estrictamente prohibida su entrega a terceros o uso con fines no laborales.



PROCESO: GESTIONAR LA CALIDAD - AFC Y LABORATORIOS: LABORATORIO	DOCUMENTO: MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS ESTANTES Y COMPONENTES SIMILARES	CÓDIGO: ME-LA-PT-91-1-17	PÁGINA: 4 de 6
--------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------

- Si el artefacto tiene termostato(s) y/o otro(s) dispositivo(s) para control de la temperatura el(los) cual(es) está(n) diseñado(s) para ser regulado(s) por el usuario, el(los) termostato(s) y/o dispositivo(s) debe(n) ser fijado(s) a la(s) posición(es) recomendada(s) por el fabricante para operación normal a la temperatura ambiente apropiada.
- Cuando el(los) termostato(s) y/o dispositivo(s) no está(n) diseñado(s) para regulación por el usuario, la medida debe ser dada por el artefacto como fue distribuida.
- Si el compartimiento de enfriamiento tiene termostato(s) y/u otro(s) dispositivo(s) para control de la temperatura el(los) cual(es) es(son) diseñado(s) para ajuste por el usuario, el(los) termostato(s) y/u otro(s) dispositivo(s) debe(n) ser(n) colocado(s) en la(s) posición(es) recomendada(s) por el fabricante para la operación normal a la temperatura ambiente apropiada. Se puede permitir un reajuste diferente cuando se requiera para compensar para diferentes temperaturas ambientes y/o diferentes condiciones de operación de los otros compartimientos.
- Si se proveen calentadores de anti-condensación, los que pueden ser encendidos y apagados por el usuario pero no son necesarios para resistir el ensayo de condensación de vapor de agua, éstos no deben ser encendidos.
- El artefacto vacío debe ser operado por al menos 24 h para alcanzar el equilibrio.

10.2 Mediciones.

10.2.1 Compartimiento o gabinete congelador de alimentos, gabinete para el almacenamiento de alimentos congelados y compartimiento de baja temperatura.

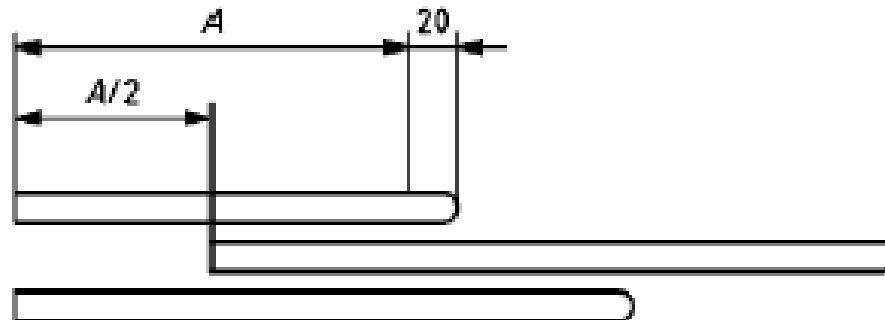
- Después del ensayo de temperatura de almacenamiento a 16°C, y con el aparato de refrigeración doméstico apagado, se debe inspeccionar el comportamiento de todos los estantes, canastillas y recipientes cargados y de sus soportes.
- Si el fabricante establece en las instrucciones que algunos de los estantes o recipientes son extraíbles para permitir las operaciones de mantenimiento o transporte, estos deben permanecer en una posición fija en uso normal, se deben considerar como fijos y la verificación se debe realizar en la misma posición que la del ensayo de la temperatura de almacenamiento.
- Todos los estantes y recipientes deslizables o giratorios se deben desplazar, sin modificación de su carga, a la posición A/2, (ver figura 1).
- Excepto que, si hay previstos topes que limitan el desplazamiento a menos de la posición intermedia, los componentes se deben desplazar hasta su tope.
- Estos se deben dejar en esta posición durante 1h y después devueltos a su posición inicial y verificar el punto a.

Elaborado por: Xavier Torres Técnico de Laboratorio	Aprobador: Jorge Galán Jefe de Laboratorio	Validado por: Ing. José Capa Jefe de Laboratorio																		
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Emisión</th> <th colspan="3">Revisión No. 1</th> </tr> <tr> <th>DD</th> <th>MM</th> <th>A.A</th> <th>DD</th> <th>MM</th> <th>A.A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13</td> <td>06</td> <td>2021</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Emisión			Revisión No. 1			DD	MM	A.A	DD	MM	A.A	13	06	2021			
Emisión			Revisión No. 1																	
DD	MM	A.A	DD	MM	A.A															
13	06	2021																		



PROCESO: GESTIONAR LA CALIDAD - APC Y LABORATORIOS: LABORATORIO	DOCUMENTO: MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS ESTANTES Y COMPONENTES SIMILARES	CÓDIGO: ME-LA-PT-BI-L-17	PÁGINA: 5 de 6
--------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------

Figura 1. Posición de ensayo para los componentes deslizantes sin topes.



10.2.2 Compartimientos para el almacenamiento de alimentos frescos, compartimientos de enfriamiento y de depósito.

- 1) El aparato de refrigeración doméstico debe estar apagado con las puertas abiertas.
- 2) Los componentes a ser ensayados se deben cargar uno por uno con masas cilíndricas de aproximadamente 80 mm de diámetro en el caso de 1000g, y sólo 500 g en el caso de componentes sobre los cuales la distancia libre vertical, en servicio normal, no puede exceder 150 mm.
- 3) Los componentes que están especialmente diseñados para contener huevos no se deben cargar.
- 4) Las masas se deben colocar con sus ejes en posición vertical y de tal forma que haya el mayor número posible, sin que una masa sea colocada encima de otra y sin que la masa sobresalga de la superficie del componente sujeto a ensayo.
- 5) En el caso de estantes y recipientes deslizantes o giratorios, el ensayo se debe realizar como se especifica en 10.2.1.
- 6) En el caso de los compartimientos de la puerta, el diámetro de las masas se puede modificar, si es necesario, para adaptarse a la forma de los estantes siempre que la carga por unidad de área sea la misma.
- 7) Las cargas aplicadas deben permanecer en posición por 1h
- 8) Verificar el literal a de 10.2.1.

11. Registro de resultado

11.1 Los datos obtenidos pueden ser llenados a mano con esfero en la sección de datos preliminares de la solicitud de prueba; de existir un error o enmienda, tachar (de forma que el dato original sea legible), colocar el dato corregido y sumilar junto a la corrección.

Elaborado por: Xavier Torres Técnico de Laboratorio	Aprobado por: Jorge Galán Jefe de Laboratorio	Validado por: Ing. José Capa Jefe de Laboratorio																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Emisión</th> <th colspan="3">Revisión No. 1</th> </tr> <tr> <th>DD</th> <th>MM</th> <th>AA</th> <th>DD</th> <th>MM</th> <th>AA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>06</td> <td>2021</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Emisión			Revisión No. 1			DD	MM	AA	DD	MM	AA	15	06	2021			
Emisión			Revisión No. 1																	
DD	MM	AA	DD	MM	AA															
15	06	2021																		



PROCESO: GESTIONAR LA CALIDAD - AFC Y LABORATORIOS: LABORATORIO	DOCUMENTO: MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS ESTANTES Y COMPONENTES SIMILARES	CÓDIGO: ME-LA-PT-R-1-47	PÁGINA: 6 de 6
-------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------

11.2 Los resultados deben informarse según el formato establecido y las observaciones relevantes antes, durante y después de la realización del ensayo, deben documentarse en la sección de observaciones.

11.3 El informe debe mencionar, el valor obtenido para la abertura de la puerta con una cifra decimal

12. Criterios para la aprobación o rechazo del método

Serán rechazados todos los valores que no satisfagan los requisitos siguientes:

10.1 Los valores obtenidos con una temperatura ambiente menor a 16°C y mayor a 32°C.

10.2 Si los equipos utilizados están fuera de vigencia metrológica.

10.3 Si el valor de humedad relativa es mayor al 75%.

12. Cálculos (cuando aplique)

N/A.




13. Análisis de resultados

12.1 *Presentación de resultados.*- presentar informe según última versión de formato de: Informe de resultados pruebas y/o ensayos. Resistencia mecánica de los estantes y componentes similares método xx

14. Incertidumbre del Método (cuando aplique)

Exponer en el informe la incertidumbre del método según última versión de validación establecido como: Estimación de la incertidumbre de la medida.

15. Anexos (cuando aplique)

Elaborado por: 	Aprobador: 	Validado por: 																		
Xavier Torres Técnico de Laboratorio	Jorge Galán Jefe de Laboratorio	Ing. José Copia Jefe de Laboratorio																		
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Emisión</th> <th colspan="3">Revisión No. 1</th> </tr> <tr> <th>DD</th> <th>MM</th> <th>AA</th> <th>DD</th> <th>MM</th> <th>AA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13</td> <td>06</td> <td>2021</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Emisión			Revisión No. 1			DD	MM	AA	DD	MM	AA	13	06	2021			
Emisión			Revisión No. 1																	
DD	MM	AA	DD	MM	AA															
13	06	2021																		