

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE
CUENCA**

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“DISEÑO DE UN LABORATORIO DE PRUEBAS Y
ENSAYOS PARA ARTEFACTOS DE REFRIGERACIÓN
DOMÉSTICA PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA SEDE CUENCA.”**

**TESIS PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO.**

Autores: Luis Daniel Chiriboga Toledo

Pedro José Espinoza Cisneros

Director: Ing. Nelson Jara

CUENCA – ECUADOR

2015

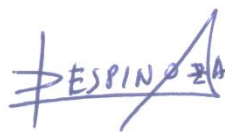
DECLARATORIA

Nosotros, Luis Daniel Chiriboga Toledo con CI 0105834071 y Pedro José Espinoza Cisneros con CI 0104772355 declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que se han consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestro derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink, featuring a large, stylized circular flourish with internal scribbles and a horizontal line crossing through the middle.

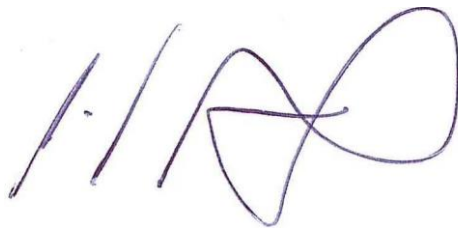
Luis Chiriboga Toledo

A handwritten signature in blue ink, consisting of the word "ESPINOZA" in a stylized, blocky font, with a vertical line to the left and a diagonal line crossing through the end.

Pedro Espinoza Cisneros

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Luis Daniel Chiriboga Toledo y Pedro José Espinoza Cisneros, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in purple ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, positioned above a horizontal line.

Ing. Nelson Jara
DIRECTOR DEL PROYECTO

Agradecimiento

En los caminos del vivir que mejor guía y apoyo la de los padres, gracias a ustedes, mi Dios por la vida.

A las personas que me han apoyado constantemente mis tíos Fabián y Silvia.

Mis abuelitas Rosario y Hermelinda su cariño siempre presente.

A mi compañero Pedro, ahora se cumple la meta.

A nuestro tutor Ing. Nelson Jara por compartir sus conocimientos y colaboración en el transcurso del proyecto.

Daniel

Agradecimiento

A Dios por brindarme la maravillosa oportunidad de vivir y aprender.

Al Ing. Nelson Jara por su colaboración y seguimiento constante, durante el desarrollo de este proyecto.

A mi familia, en especial a mis padres y herman@s, gracias por manifestar su afecto, y apoyo incondicional.

A mis amigos, en especial a Daniel, Christian, David, Jhon, Marcelo y Pedro, por su aporte en este trabajo.

A las innumerables personas que contribuyen en mi formación personal.

Pedro

Dedicatoria

Dedico mi trabajo a los esfuerzos de mis padres por impulsarme en las metas propuestas, mis familiares mediante su apoyo incondicional. Mi compañero de Tesis Pedro.

Daniel

Dedicatoria

A las personas más extraordinarias y virtuosas que conozco, mis padres y hermanos, Patricio, Lina, Boris y Daniela. Gracias por todo.

A mis abuelos: Victoria y Humberto, es una bendición de la vida gozar de su esplendorosa compañía.

Pedro

RESUMEN

Debido a la tendencia mundial de usar equipos eficientes, por los evidentes beneficios que generan, es relevante que los dispositivos que usamos diariamente en nuestras actividades posean un índice alto de Eficiencia Energética, término entendido en brevedad, como la relación entre la energía consumida y el trabajo proporcionado. Uno de los electrodomésticos con mayor presencia en los hogares actuales es el refrigerador, con un consumo de energía eléctrica considerable en comparación con otros dispositivos domésticos, por eso la importancia de conocer métodos enfocados a la verificación de su correcta y óptima operación.

Se diseña un laboratorio de pruebas para artefactos de refrigeración doméstica para la Universidad Politécnica Salesiana con el propósito de ensayar los diferentes aparatos que se comercializan en el país, en las principales características de desempeño.

La cantidad de ensayos a realizarse sobre los refrigeradores domésticos se especifican en dos normativas nacionales vigentes NTE INEN 2206 Y NTE INEN IEC 62552, con procedimientos similares. A parte se realiza un análisis de la situación internacional respecto de las pruebas en aparatos de refrigeración, encontrando como información sobresaliente la renovación de la versión de la única norma expedida por un organismo internacional IEC 62552.

Concerniente a los ensayos, el laboratorio deberá tener capacidad para efectuar un total de doce ensayos, que se detallan en las normativas a excepción de la determinación del índice energético. La explicación de este parámetro se encuentra como documento regulador al reglamento técnico RTE INEN 035:2009.

Las necesidades para la cantidad de pruebas se clasifica en tres grupos: instrumentos requeridos para medición, equipos mecánicos a diseñarse para ensayar y los elementos necesarios para conseguir las condiciones ambientales especificadas.

En el Ecuador no existe ninguna entidad acreditada enfocada a estas operaciones puntuales, la propuesta de diseño tiene en consideración los requerimientos del SAE para acreditar el laboratorio, pero este tiene que contar inicialmente con su infraestructura que en base a las consideraciones estudiadas se estima en un monto de \$ 83.406,02.

ABSTRACT

The world trend now is to develop more efficient equipment, because they can save energy and money. So is necessary for us have an energetic efficient appliance, this means relation between work and energy consumption. One of the most popular appliance are refrigerators, these required a considerable energy use than another appliances at home. For this reason is important know about some methods to control their right performance.

Was designed a laboratory to testing refrigerators control to “Universidad Politécnica Salesiana”. This will be able to control any refrigerator commercialized in Equator. Because this laboratory was designed based in two norms in force those were NTE INEN 2206 Y NTE INEN IEC 62552. Moreover was developed an analysis about international situation on refrigerators, where was found an important actualization to the norm IEC 62552.

The laboratory must have capacity to do twelve tests; these tests are explained in the norms mentioned before except determining the energy index this one is explained in the norm RTE INEN 035:2009.

The tests were set in three groups: instruments to measuring, mechanic equipment to design and do test, equipment necessary to regulate environment conditions.

In Ecuador there is not any accredited entity focused on these tests, this study was done based in SAE requirements, in fact this will do be able to get an accreditation. For building this laboratory is necessary invest 83406.02 \$.

LISTA DE SIGLAS

ACEEE American Coucil for an Energy-Efficient Economy
AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
AHAM Asociación de Fabricantes de Electrodomésticos en Estados Unidos y Canadá
AQL Nivel de Calidad Aceptable
AS Normas de Australia
ASTM Sociedad Estadounidense para ensayos y Materiales
CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
DIN Instituto Alemán de Normalización
IEC Comisión Electrotécnica Internacional
INAMHI Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización
INER Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía
ISO Organización Internacional de Normalización
ITU Unión Internacional de Telecomunicaciones
JIS Comité de Normas Industriales del Japón
MEER Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
NZS Normas de Nueva Zelanda
SAE Servicio de Acreditación Ecuatoriano

LISTA DE SÍMBOLOS

A_{ppt} Área de paredes piso y techo.

AV Volumen ajustado del refrigerador (Normativa AHAM HRF-1)

a Ancho de la puerta del refrigerador.

a_b Ancho de la base (Plataforma de madera)

CE_{0i} Consumo de Energía de referencia ajustado para un volumen 0. (Eficiencia energética RTE INEN 035:2009)

CE_{0n} Consumo de Energía de referencia nacional ajustado para un volumen 0. (Eficiencia energética RTE INEN 035:2009)

CER_i Consumo de energía de referencia (Eficiencia energética RTE INEN 035:2009)

CER_n Consumo energético de referencia nacional (Eficiencia energética RTE INEN 035:2009)

C_{mb} Carga muerta sobre la base. (Plataforma de madera)

COP Coeficiente de desempeño

C_{ppt} Conductancia de paredes, piso y techo.

C_{tb} Carga total de la base. (Plataforma de madera)

C_{vb} Carga viva sobre la base. (Plataforma de madera)

E Total de energía consumida en un período de 24 horas (Normativa AHAM HRF-1)

EF es el factor de energía (Normativa AHAM HRF-1)

e_b Espesor de la base. (Plataforma de madera)

FA Factor de ajuste. (Eficiencia energética RTE INEN 035:2009)

F_{ap} Fuerza de apertura de la puerta.

F_{cp} Fuerza de cierre de la puerta.

I_b Inercia de la base (Plataforma de madera)

L_m Calor latente medio del vapor de agua.

M_{mb} Momento máximo resultante en el área efectiva de la base. (Plataforma de madera)

m_i Pendiente de la función lineal de consumo de energía de referencia. (Eficiencia energética RTE INEN 035:2009)

m_n Pendiente de la función lineal del consumo de energía de referencia nacional. (Eficiencia energética RTE INEN 035:2009)

m_p Masa máxima de la puerta.

$\dot{Q}_{h,c}$ Pérdida de calor por infiltración debido a la diferencia de humedades (calefacción)

$\dot{Q}_{ic}$ Pérdida de calor por infiltración (calefacción).
 $\dot{Q}_{ie}$ Calor perdido por infiltración (enfriamiento)
 $\dot{Q}_{pc}$ Pérdida de calor a través de las paredes, piso o techo (calefacción).
 $\dot{Q}_{pe}$ Pérdida de calor a través de paredes, techos y pisos (enfriamiento).
 R_{eb} Reacción estática sobre los soportes de la base. (Plataforma de madera)
 T_{ce} Temperatura caliente del exterior.
 T_{cp} Temperatura del cuarto de pruebas.
 T_{fe} Temperatura del frío del exterior.
 T_{rc} Temperatura del recinto caliente.
 T_{rf} Temperatura del recinto frío.
 T_{r-aac} Temperatura de referencia del compartimento de alimentos congelados.
 T_{r-af} Temperatura de referencia del compartimento de alimentos frescos.
 t_{apc} Tiempo de apertura de la puerta controlado.
 t_{apl} Tiempo de apertura de la puerta con movimiento libre.
 VA Volumen ajustado de refrigerador (Eficiencia energética RTE INEN 035:2009)
 V_{b-aac} Volumen bruto del compartimento de almacenamiento de alimentos congelados (en una de sus cinco clasificaciones). (Eficiencia energética RTE INEN 035:2009)
 V_{b-af} Volumen bruto del compartimento de alimentos frescos. . (Eficiencia energética RTE INEN 035:2009)
 w_b Carga por metro sobre la base. (Plataforma de madera)
 $w_{e,c}$ Humedad absoluta del exterior (calefacción).
 $w_{i,c}$ Humedad absoluta del interior (calefacción).
 α_c Aceleración angular constante de apertura.
 α_{c2} Aceleración angular al final del movimiento de apertura.
 θ_{apc} Desplazamiento angular de la puerta de forma controlada.
 θ_{apl} Desplazamiento angular de la puerta con movimiento libre.
 σ_{fm} Esfuerzo a flexión de la madera. (Plataforma de madera)
 ρ_{aire} Densidad del aire.
 ω_0 Velocidad angular inicial, puerta cerrada.

ω_{apc} Velocidad angular de la puerta al finalizar el movimiento controlado de apertura.

$c_{p,aire}$ Calor específico del aire.

$\dot{v}_{inf,c}$ Volumen de infiltración (calefacción).

$\dot{v}_{inf,e}$ Volumen infiltrado por método de cambio de aire (enfriamiento)

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
LISTA DE SIGLAS	III
LISTA DE SÍMBOLOS	IV
ÍNDICE GENERAL	VII
CAPÍTULO I	1
FUNDAMENTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y REFRIGERACIÓN	1
1. Panorama energético mundial	1
2. Eficiencia Energética	2
2.1. Definición	2
2.2. Importancia de la eficiencia energética	2
2.3. Beneficios de la eficiencia energética	2
2.4. Medición de Eficiencia Energética Indicadores	3
2.5. Tendencias políticas y energéticas de eficiencia energética	3
2.5.1. En América Latina	3
2.5.2. En el Ecuador	4
2.5.2.1. Programas de busca de Eficiencia Energética en el país	5
3. Refrigeración	9
3.1. Definición	9
3.2. Clasificación según su utilización	9
3.3. Ciclos de refrigeración	9
3.3.1. Ciclo invertido de Carnot	9
3.3.2. Ciclo ideal de refrigeración por compresión	10
Procesos del ciclo de refrigeración por compresión:	10
3.3.3. Ciclo real de compresión de vapor	11
3.4. Coeficiente de desempeño	12
3.5. Elementos de un refrigerador doméstico:	12
4. Necesidad de un laboratorio de ensayos para artefactos de refrigeración	16
5. Conclusiones Parciales	17
6. Referencias	18
CAPÍTULO II	19
NORMAS TÉCNICAS DE ENSAYOS Y PRUEBAS PARA ARTEFACTOS DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA	19
1. Organismos Normativos:	19
2. Normas para ensayos en aparatos de refrigeración, ámbito internacional:	21

3. Normativas nacionales de ensayos en artefactos de refrigeración:-----	22
4. Análisis de las normativas: -----	23
4.1. Comparativa entre normas internacionales -----	23
4.1.1. Norma IEC 62552:2008 -----	23
4.1.2. Norma AHAM HRF-1:2007 -----	25
4.1.3. Norma JIS C 9607:1999 -----	27
4.1.4. Normas AS/NZ 4474.1:2007 y AS/NZ 4474.2:2007 -----	28
4.1.5. Tablas Comparativas -----	30
5. Especificaciones de las normativas-----	34
5.1. Características de aparatos de refrigeración -----	34
5.2. Condiciones Necesarias para Ensayos-----	39
5.3. Ensayos-----	42
5.3.1. Determinación de dimensiones lineales volúmenes y áreas -----	43
5.3.2. Ensayo de hermeticidad de puertas, cubiertas o sellos de gaveta (cajón) -----	43
5.3.3. Ensayo de fuerza de apertura de puertas o cubiertas -----	44
5.3.4. Ensayo de durabilidad de puertas, cubiertas y gavetas. -----	44
5.3.5. Ensayo de resistencia mecánica de estantes y componentes similares -----	45
5.3.6. Ensayo de temperaturas de almacenamiento -----	46
5.3.7. Ensayo de condensación del vapor de agua -----	47
5.3.8. Ensayo de consumo de energía-----	48
5.3.9. Ensayo de aumento de temperatura-----	49
5.3.10. Ensayo de congelación -----	49
5.3.11. Ensayo de fabricación de hielo -----	50
6. Eficiencia energética -----	51
7. Nueva normativa Internacional -----	55
8. Conclusiones Parciales-----	55
9. Referencias-----	56
CAPÍTULO III-----	58
EL LABORATORIO DE ENSAYOS PARA ARTEFACTOS DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA	58
1. Aparatos de refrigeración doméstica comercializados en el país-----	58
2. Cantidad de artefactos a ensayar-----	59
3. Ensayos y sus requerimientos: -----	60
3.1. Primer ensayo: Determinación de dimensiones lineales, volúmenes y áreas. -----	61
3.2. Segundo ensayo: Ensayo de hermeticidad de puertas, cubiertas o sellos de gavetas. -----	61
3.3. Tercer ensayo: Ensayo de fuerza de apertura de puertas o cubiertas.-----	62
3.4. Cuarto ensayo: Ensayo de durabilidad de puertas, cubiertas y gavetas. -----	62
3.5. Quinto ensayo: Ensayo de resistencia mecánica de estantes y componentes similares. ---	63
3.6. Sexto ensayo: Ensayo de temperaturas de almacenamiento. -----	64
3.7. Séptimo ensayo: Ensayo de condensación del vapor de agua. -----	65
3.8. Octavo ensayo: Ensayo del consumo de energía:-----	66
3.9. Noveno ensayo: Ensayo de aumento de temperatura -----	67
3.10. Décimo ensayo: Ensayo de congelación: -----	68
3.11. Décimo primer ensayo: Ensayo de fabricación de hielo. -----	69
3.12. Equipos a diseñarse. -----	70
3.13. Equipos e instrumentos para medición. -----	70
3.13.1. Cilindro de cobre recubierto de estaño o latón. -----	70

3.13.2.	Pesas cilíndricas de 1000g -----	70
3.13.3.	Pesas cilíndricas de 500g. -----	71
3.13.4.	Paquetes de ensayo. -----	72
3.13.5.	Paquetes M -----	76
3.13.6.	Sondas de temperatura -----	76
3.13.7.	Sistema de adquisición de datos -----	77
3.13.8.	Medidores de distancias lineales -----	77
3.13.9.	Vatímetro -----	77
3.13.10.	Multímetro -----	78
3.13.11.	Estabilizador de voltaje -----	78
3.13.12.	Dinamómetro -----	78
3.13.13.	Ventosas -----	78
3.13.14.	Tira de papel -----	78
3.14.	Condiciones ambientales. -----	79
4.	Diseño de Equipos -----	81
4.1.	Diseño de Plataforma -----	81
4.2.	Máquina de apertura y cierre de puerta -----	86
4.3.	Máquina de apertura y cierre de gavetas. -----	93
5.	Diseño de ambientes -----	95
5.1.	Localización del laboratorio -----	95
5.2.	Disposición de ambientes. -----	95
5.3.	Climatización de cubículos -----	97
5.4.	Diseño de un equipo de calefacción para el cubículo 3. -----	103
6.	Selección de materiales -----	104
6.1.	Selección de equipos e instrumentos para medición. -----	104
6.2.	Selección de los dispositivos para diseño de máquinas específicas: -----	107
6.2.1.	Plataforma de Instalación -----	107
6.2.2.	Máquina de apertura y cierre de puertas -----	107
6.2.3.	Máquina de apertura y cierre de gavetas -----	108
6.3.	Selección de los equipos de climatización -----	109
7.	Conclusiones Parciales -----	109
8.	Referencias -----	111
CAPÍTULO IV -----	112	
GUÍAS DIDÁCTICAS -----	112	
1. Características Generales: -----	112	
2. Guías de Procedimientos: -----	112	
3. Conclusiones Parciales -----	133	
4. Referencias -----	134	
CAPÍTULO V -----	135	
ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO -----	135	
1. Organismo Regulador en el país: -----	135	
2. Situación actual: -----	135	
7. Conclusiones Parciales -----	137	

8. Referencias-----	137
CAPÍTULO VI-----	138
COSTOS -----	138
1. Costos de instrumentos de medición-----	138
2. Costos de los dispositivos que integrarán máquinas a construirse-----	139
2.1. Plataforma de Madera -----	139
2.2. Dispositivo abre y cierra puertas -----	140
2.3. Dispositivo abre y cierra gavetas -----	141
3. Costo de las unidades climatizadoras -----	142
4. Costo de la obra civil -----	142
5. Costos totales del laboratorio -----	144
6. Conclusiones Parciales-----	144
CONCLUSIONES GENERALES-----	145
APÉNDICES-----	Apéndice1
APÉNDICE A PLANTA DE LABORATORIO -----	A1
APÉNDICE B PLANOS DE DISPOSITIVOS-----	B1
APÉNDICE C REFRIGERADORES COMERCIALIZADOS EN EL ECUADOR. -----	C1
ANEXOS-----	Anexos1

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. 1 Laboratorio de metrología. Fuente [4]	5
Figura 1. 2 Etiqueta Modelo. Fuente [4]	5
Figura 1. 3 Ciclo invertido de Carnot. Fuente [8, p. 734]	10
Figura 1. 4 Diagrama P-h de un ciclo de refrigeración por compresión. Fuente [9]	10
Figura 1. 5 Ciclo real de refrigeración por compresión. Fuente[7, p. 614]	12
Figura 1. 6 Elementos de un refrigerador doméstico. Fuente[10].....	13
Figura 1. 7 Flujo de frío del compartimento de alimentos congelados hacia el de alimentos frescos. Fuente [11, p. 1148].....	13
Figura 1. 8 Diagrama de sistema frigorífico de una etapa con dos zonas de frío.[12]	14
Figura 1. 9 Evaporadores de Tiro Natural y Forzado. Fuente [11, p. 1148]	14
Figura 1. 10 Compresor sellado herméticamente. Fuente [13]	15
Figura 1. 11 Acciones del compresor. Fuente [11, p. 1152].....	15
Figura 1. 12 Condensadores de tiro natural. Fuente [14]	16

CAPÍTULO II

Figura 2. 1 Montaje del aparato de refrigeración en la plataforma con tabiques. Fuente [4, p. 22]	41
Figura 2. 2 Dimensiones del espacio total necesario. Fuente [4, p. 14].....	43
Figura 2. 3 Apertura y cierre de puerta, ensayo de durabilidad. Fuente [4, p. 29].....	45
Figura 2. 4 Ensayo de durabilidad en gavetas. Fuente[4, p. 30]	45
Figura 2. 5 Recorrido de gavetas y estantes. Ensayo de resistencia. Fuente[4, p. 31]	46
Figura 2. 6 Apilamiento de paquetes de ensayo en el compartimento congelador. Fuente [4, p. 34]	47
Figura 2. 7 Códigos de condensación. Fuente [4, p. 38]	48
Figura 2. 8 Temperaturas objetivas en el ensayo de consumo de energía. Fuente [4, p. 40]	49
Figura 2. 9 Gráficas de CERS para un refrigerador convencional (clasificado como 1). Fuente [14, p. 15]	54

CAPÍTULO III

Figura 3. 1 Distribución de pesas en una gaveta con dimensiones máximas. Fuente Autores ..	71
Figura 3. 2 Sección máxima congeladora de alimentos. Dimensiones referentes al ancho y ala profundidad. Fuente Autores.....	73
Figura 3. 3 Máxima disposición de paquetes en la superficie horizontal de una sección congeladora. Fuente Autores.....	74
Figura 3. 4 Paquetes ubicados en elevación en la sección congeladora. Fuente Autores.....	75
Figura 3. 5 Partes de la plataforma de instalación. Fuente Autores	81
Figura 3. 6 Dimensiones placa base. Fuente Autores.	82
Figura 3. 7 Dimensiones placa posterior. Fuente Autores.	82
Figura 3. 8 Dimensiones de las placas laterales. Fuente Autores.	83
Figura 3. 9 Área efectiva de la fuerza sobre la plataforma. Fuente Autores.	83
Figura 3. 10 Carga por metro sobre la base de la plataforma. Fuente Autores.....	84
Figura 3. 11 Correderas para desplazamiento de tabiques. Fuente Autores	86

Figura 3. 12 Estimación de la masa de la puerta de un refrigerador. Fuente Autores.	87
Figura 3. 13 Análisis cinético apertura de la puerta. Fuente Autores.	88
Figura 3. 14 Posiciones de apertura de la puerta, movimiento controlado y libre. Fuente Autores.	89
Figura 3. 15 Análisis cinético, cierre de puerta. Fuente Autores.	89
Figura 3. 16 Dispositivos en máquina de apertura y cierre de puertas.	90
Figura 3. 17 Esquema neumático de dispositivo abre y cierra puertas. Fuente Autores.	91
Figura 3. 18 Esquema eléctrico de dispositivo abre y cierra puertas. Fuente Autores.	91
Figura 3. 19 Esquema de control de movimiento dispositivos de apertura y cierre de la máquina.	92
Figura 3. 20 Equipo para abrir y cerrar gavetas del refrigerador. Fuente Autores.	93
Figura 3. 21 Máquina de puertas y gavetas. Posición inicial de apertura. Fuente Autores.	94
Figura 3. 22 Máquina de puertas y gavetas. Posición inicial de cierre. Fuente Autores.	94
Figura 3. 23 Disposición de Zonas. Fuente Autores.	95
Figura 3. 24 Disposición de ambiente en el laboratorio. Fuente Autores.	96

CAPÍTULO IV

Figura 4. 1 Colocación de la tira de papel en los sellos de la puerta. Fuente Autores.	116
Figura 4. 2 Verificación del procedimiento de hermeticidad. Fuente Autores.	116
Figura 4. 3 Colocación del dinamómetro para el Ensayo 3. Fuente Autores.	117
Figura 4. 4 Medición del dinamómetro, al abrir la puerta. Fuente Autores.	117
Figura 4. 5 Máquinas de ensayo de apertura y cierre pegadas a la puerta y a una gaveta de refrigeradores.	118
Figura 4. 6 Ensayo de apertura y cierre en puertas y gavetas únicas. Fuente Autores.	119
Figura 4. 7 Verificación de la condición de estantes después del ensayo de temperatura. Fuente Autores.	120
Figura 4. 8 Desplazamiento de una gaveta, hacia la mitad de su posición. Fuente Autores. ..	121
Figura 4. 9 Aparatos de refrigeración montados sobre plataforma de instalación. Fuente Autores.	122
Figura 4. 10 Posiciones de cilindros con sondas de temperatura. Compartimento de alimentos frescos. Fuente[1, p. 59].	123
Figura 4. 11 Colocación de cilindros en compartimentos de alimentos frescos con diferentes ubicaciones del evaporador. Fuente [1, p. 60].	124
Figura 4. 12 Colocación de cilindros de cobre en tres puntos, compartimento de bodega y de alimentos frescos. Fuente [1, p. 61].	124
Figura 4. 13 Puntos de colocación de cilindros de cobre en los compartimentos de alimentos frescos y bodega. Fuente [1, p. 61]	125
Figura 4. 14 Puntos de medición con cilindros de cobre. Compartimentos de alimentos frescos y bodega. Fuente [1, p. 61]	125
Figura 4. 15 Posición de paquetes M en armario tres estrellas sin almacenamiento en puertas. Fuente [1, p. 64]	125
Figura 4. 16 Colocación de paquetes M en compartimentos de conservación de alimentos congelados sin paredes no ventiladas, refrigeradas y fondo, sin almacenamiento en puerta. Fuente	126
Figura 4. 17 Colocación de paquetes M en congelador de alimentos sin evaporador visible. Fuente[1, p. 64]	126

Figura 4. 18 Compartimento congelador de alimentos o compartimentos de conservación de alimentos congelados, con almacenamiento en puerta, n estantes refrigerados y línea de carga marcada. Fuente [1, p. 65]..... 126

Figura 4. 19 Colocación de paquetes M para compartimento congelador con almacenamiento en puertas y límite de carga natural. Fuente [1, p. 65]..... 127

Figura 4. 20 Colocación de paquetes M para compartimento conservador de alimentos con almacenamiento en puerta y sin ninguna línea de carga límite. Fuente[1, p. 65]..... 127

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

Tabla2. 1 Ensayos y pruebas de las normas internacionales. Fuente autores.....	31
Tabla2. 2 Condiciones de los ensayos en las normas internacionales. Fuente Autores	32
Tabla2. 3 Requerimientos de instrumentación metrológica, normas internacionales. Fuente Autores.....	33
Tabla2. 4 Clases climáticas para los refrigeradores. Fuente [4, p. 9]	35
Tabla2. 5 Temperaturas de conservación para los compartimentos. Fuente [4, p. 12]	38
Tabla2. 6 Dimensiones y masa de los paquetes de ensayo. Fuente [4, p. 23].....	41
Tabla2. 7 Coeficientes de consumo de energía de referencia. Fuente [14, p. 4]	52
Tabla2. 8 Coeficientes de consumo de energía de referencia nacional. Fuente [14, p. 7]	52
Tabla2. 9 Clasificación de equipos de refrigeración, en la determinación de Eficiencia Energética. Fuente [14, p. 6]	53
Tabla2. 10 Rangos de consumo de energía de referencia. Fuente [14, p. 7].....	54

CAPÍTULO III

Tabla 3. 1 Características de refrigeradores. Marcas nacionales.....	59
Tabla 3. 2 Características de refrigeradores. Marcas multinacionales.	59
Tabla 3. 3 Tabla de muestreo. Fuente [1, p. 17]	60
Tabla 3. 4 Requisitos del primer ensayo	61
Tabla 3. 5 Requisitos del segundo ensayo.....	61
Tabla 3. 6 Requisitos del tercer ensayo.....	62
Tabla 3. 7 Requisitos del cuarto ensayo.....	62
Tabla 3. 8 Requisitos del quinto ensayo.....	63
Tabla 3. 9 Requisitos del sexto ensayo.....	64
Tabla 3. 10 Requisitos del séptimo ensayo.	65
Tabla 3. 11 Requisitos del octavo ensayo.	66
Tabla 3. 12 Requisitos del noveno ensayo	67
Tabla 3. 13 Requisitos del décimo ensayo.	68
Tabla 3. 14 Requisitos del décimo primer ensayo.	69
Tabla 3. 15 Resumen de instrumentos requeridos a seleccionarse.....	80
Tabla 3. 16 Carga total sobre la placa base. Fuente autores.	84
Tabla 3. 17 Estimación de la masa del refrigerador. Fuente Autores.	87
Tabla 3. 18 Pérdidas en calefacción a 43°C. Paredes. Fuente Autores.	99
Tabla 3. 19 Pérdidas por infiltración a 43°C. Fuente Autores.	100
Tabla 3. 20 Pérdida latente, diferencia de humedades a 43°C. Fuente Autores.	100
Tabla 3. 21 Carga total de calefacción a 43°C. Fuente Autores.	100
Tabla 3. 22 Pérdidas a través de paredes a 32°C. Calefacción. Fuente Autores.	100
Tabla 3. 23 Pérdidas por infiltración a 32°C. Fuente Autores.	101
Tabla 3. 24 Pérdida latente, diferenciad de humedades. Calefacción a 32°C. Fuente Autores.	101
Tabla 3. 25 Carga total de calefacción, a 32°C de temperatura. Fuente Autores.....	101
Tabla 3. 26 Cargas de enfriamiento. Fuente Autores.	103
Tabla 3. 27 Elementos seleccionados para la plataforma de instalación. Fuente Autores.....	107
Tabla 3. 28 Elementos seleccionados para la máquina de apertura y cierre de puertas. Fuente Autores.....	107

Tabla 3. 29 Selección de elementos para el dispositivo de apertura y cierre de gavetas. Fuente Autores.....	108
Tabla 3. 30 Selección de elementos para la climatización. Fuente Autores.	109

CAPÍTULO IV

Tabla 4. 1 Guía Inicial N°1 Datos Informativos del Refrigerador. Fuente Autores.....	113
Tabla 4. 2 Guía Inicial N°2. Clasificación del refrigerador. Fuente Autores.	113
Tabla 4. 3 Guía Inicial N°3. Compartimentos del refrigerador. Fuente Autores.	114
Tabla 4. 4 Guía de Ensayo 1. Determinación de volumen.....	115
Tabla 4. 5 Guía de Ensayo N°2: Hermeticidad de puertas.	116
Tabla 4. 6 Guía de Ensayos N°3 Fuerza de apertura de puertas. Fuente Autores.	117
Tabla 4. 7 Guía de Ensayo N°4 Durabilidad de puertas y gavetas.....	118
Tabla 4. 8 Guía de Ensayo N°4. Continuación. Fuente Autores.	119
Tabla 4. 9 Guía de Ensayo N°5 Resistencia mecánica de estantes. Fuente Autores.....	120
Tabla 4. 10 Guía de Ensayo N°5. Continuación. Fuente Autores.	121
Tabla 4. 11 Guía de Ensayo N°6 Temperaturas de Almacenamiento. Fuente Autores.	122
Tabla 4. 12 Temperaturas de referencia. Fuente [1, p. 12]	122
Tabla 4. 13 Guía de Ensayo N°6. Continuación (Primera Parte). Fuente Autores.....	123
Tabla 4. 14 Guía de Ensayos N°6. Continuación (Segunda Parte). Fuente Autores.....	124
Tabla 4. 15 Guía de Ensayos N°6. Continuación (Tercera Parte). Fuente Autores.....	125
Tabla 4. 16 Guía de Ensayos N°6. Continuación (Cuarta Parte). Fuente Autores.	126
Tabla 4. 17 Guía de Ensayos N°6 Continuación (Quinta Parte). Fuente Autores.....	127
Tabla 4. 18 Guía del Ensayo N°7. Condensación del vapor de agua.	128
Tabla 4. 19 Guía del Ensayo N°8: Consumo de Energía. Fuente Autores.....	129
Tabla 4. 20 Guía de Ensayo N°9 Aumento de Temperatura. Fuente Autores.....	130
Tabla 4. 21 Guía de Ensayo N°10 Congelación. Fuente Autores.	131
Tabla 4. 22 Guía de Ensayo 11. Fabricación de Hielo. Fuente Autores.....	132
Tabla 4. 23 Guía de Ensayo N° 12 Eficiencia Energética. Fuente Autores.....	133

CAPÍTULO VI

Tabla 6. 1 Costos de los instrumentos de medición. Fuente Autores.....	138
Tabla 6. 2 Material directo, plataforma de madera. Fuente Autores.	139
Tabla 6. 3 Costo para una plataforma. Fuente Autores.	140
Tabla 6. 4 Materiales directos, dispositivo abre y cierra puerta. Fuente Autores.	140
Tabla 6. 5 Costos Totales del dispositivo abre y cierra puertas. Fuente autores.....	141
Tabla 6. 6 Costos del material directo, dispositivo abre y cierra gavetas. Fuente Autores.	141
Tabla 6. 7 Costo total de dispositivo de apertura y cierre de gavetas.	142
Tabla 6. 8 Costos de los equipos de climatización. Fuente Autores.	142
Tabla 6. 9 Costos de la obra civil. Fuente Autores.	143
Tabla 6. 10 Costo Final del laboratorio. Fuente Autores.....	144

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y REFRIGERACIÓN

1. Panorama energético mundial

El crecimiento de la población mundial y consumo per cápita generan la necesidad de poseer más recursos energéticos mundiales, problema que inmiscuye mejorar la eficiencia energética e insta a promover la sostenibilidad económica, política y ambiental sin disminuir el confort de la vida actual. Tomando como punto de inflexión la revolución industria, como principio de altos índices de consumo energético y que hasta la fecha solo proyecta un crecimiento según el Consejo Mundial de Energía, que en su hipótesis de orientación ecológica para el año 2050 fija un consumo mundial de 1.041 EJ. Esta circunstancia proyecta la realidad de enfocar ideas inteligentes acerca de cómo manejar la energía, abarcando a más usuarios con la misma capacidad de producción energética actual, problema que se intenta controlar hoy en día.

Otro parámetro importante en la realidad energética actual es la contaminación por habitante, con una población mundial actual de 6.134,1 millones de personas se obtiene que el consumo medio mundial por habitante y año es de 64,8 GJ, generando emisiones de 3,87 toneladas de CO₂ por habitante y año, sin embargo este cálculo es relativo ya que hay países que son más industrializados y sus fuentes primarias de recursos son diferentes por tanto consumen más recursos. En Asia y países ex URSS la fuente principal de consumo es el carbón mineral, mientras en Europa y Norteamérica el petróleo es la fuente principal además del carbón y gas natural y en América latina el gas natural y la biomasa. Estos son factores determinantes debido a que el carbón es la principal fuente de contaminación y es fuente principal de preocupación para mejorar la eficiencia energética de manera eficaz.

Por ende los mayores consumidores de energía se preocupan por mejorar su eficiencia energética, mediante estrategias intrínsecas de cada país pero con mismos objetivos de asegurar abastecimientos, manteniendo equilibrio con los recursos naturales que provoque un menor impacto ambiental y priorizando uso de energías alternativas o renovables. Por lo que Alemania, Italia, La Unión Europea, China y Francia ocupan los

primeros lugares con mayor eficiencia energética según el American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE) que estudio a medida la eficiencia del consumo energético en estos países que conforman el 81% del producto Interno Bruto global.

2. Eficiencia Energética

2.1. Definición

La eficiencia energética se puede definir como la relación de los servicios que brinda un determinado sistema frente a la energía que necesita para su operación sin afectar a la productividad, calidad ni el confort.

Se determinan dos tipos de eficiencia energética:

- Eficiencia energética activa
- Eficiencia energética pasiva

Eficiencia energética activa: Cuando la evolución y el cambio permanente se consiguen mediante la monitorización, control de los sistemas y uso de energía.

Eficiencia energética pasiva: Se logra mediante el uso de medidas dotadas del previo estudio contrarrestando pérdidas energéticas. [1, p. 3]

2.2. Importancia de la eficiencia energética

La tecnología está ligada con el consumo de energía y recursos de nuestro planeta, debido a esta tenemos el confort y bienestar de nuestras actividades, colocando a la energía en un sitio imprescindible en nuestras vidas. El carbón y petróleo son los recursos más explotados y los que más contaminan el medio ambiente, se han dado pasos para mitigar el impacto ambiental en nuestro planeta mediante convenciones ambientales, la más relevante en la actualidad el protocolo de Kioto donde los países conformantes se comprometen adoptar medidas para reducir el impacto ambiental, optando por caminos para mejorar la eficiencia energética mediante el menor consumo de energía asociada con adelantos tecnológicos, organización y gestión de cambios de comportamiento social.

2.3. Beneficios de la eficiencia energética

- Previene impactos sobre las comunidades y los territorios.
- Mejora la competitividad de los sectores productivos.
- Genera inversiones en campos no tradicionales utilizando eficientemente recursos.

- Minimiza la necesidad de incrementar generación eléctrica abarcando misma cantidad de consumidores.
- Previene contaminación e impacto ambiental.
- Evita mayor presión en recursos naturales.

2.4. Medición de Eficiencia Energética Indicadores

La eficiencia energética adaptada a la realidad de un país se maneja mediante indicadores económicos, e indicadores técnico-económicos.

Indicadores económicos por ejemplo el indicador de intensidad energética primaria. Este indicador mide cuánta energía requiere cada país o región para generar una unidad de PIB. Por tanto es la cantidad de energía utilizada (Kilogramos equivalentes de petróleo por cada mil dólares del PIB).

Indicadores técnico-económicos. Los índices técnico-económicos se calculan en forma desagregada (por subsector o uso final), relacionando el consumo energético con términos físicos (toneladas de acero, cantidad de pasajeros/kilómetros y otras), o con una unidad de consumo: vehículo, vivienda, etcétera. [2]

2.5. Tendencias políticas y energéticas de eficiencia energética

2.5.1. En América Latina

En un período comprendido entre los años 2008-2013 se han hecho estudios que según CEPAL [3] en su proyecto “Eficiencia energética en América Latina y el Caribe” muestran el énfasis de los países Latinoamericanos con respecto a la importancia de la eficiencia energética mediante la creación de instituciones, agencias, ministerios que estudien, regularicen, normen y controlen objetivos a mejorar la eficiencia energética. Por ejemplo en Chile la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (2010), en Cuba El Ministerio de Energía y Minas(2012), en Colombia el Consejo Colombiano de Eficiencia Energética, en Ecuador el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER) y al Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía (INER)¹, todos estas instituciones trabajan con una tendencia a corroborar sus objetivos de mejorar la eficiencia energética con sustentos legales y normativos de control, creado leyes destinadas a promover la eficiencia energética.

¹ INER (Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía creado en febrero de 2012.)

En la mayoría de países de América Latina se trata de promover la eficiencia energética mediante la necesidad de abarcar a mas consumidores con la misma cantidad de recursos energéticos y mediante programas sistemáticos como la sustitución de focos incandescentes por focos ahorradores y tecnología Led, también con las importaciones de equipos de mejor eficiencia y tecnología.

2.5.2. En el Ecuador

A partir del año 2009 se publicó en el Registro Oficial el Decreto N° 1681 Artículo 413 donde se establece que “el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas...”. También se puso en marcha el “Plan Nacional para el Buen Vivir en el año 2009-2013” y se prioriza el Cambio de la Matriz Productiva y Energética con objetivos de que las actividades de eficiencia energéticas sean un enfoque principal a desarrollar. Se ha optado por regularizar las importaciones con aparatos y productos que solo cumplan las mejores características de consumo aparatos tipo A concerniente a sus eficacia. Se han implementado líneas de investigación por parte de INER en eficiencia energética en sectores tan importantes como el transporte, industria, edificaciones y alumbrado público donde se trabaja para la elaboración de estatutos y normas.

El INEN² a partir de enero de 2011 se empezó a hacer pruebas de control de calidad a refrigeradoras, ver Figura 1.1, mediante la creación de laboratorios de metrología. En estos laboratorios además se prueban focos ahorradores antes de ser comercializados en el país, tratándose de ‘evaluaciones de la conformidad’ con el objetivo que cumplan “requisitos técnicos básicos”, para luego determinar y expedir su etiqueta de consumo energético correspondiente como se muestra en la Figura 1. 2, que informen al consumidor características de consumo de energía de los artefactos.

² INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización creado el 28 de agosto de 1970)



Figura 1. 1 Laboratorio de metrología. Fuente [4]

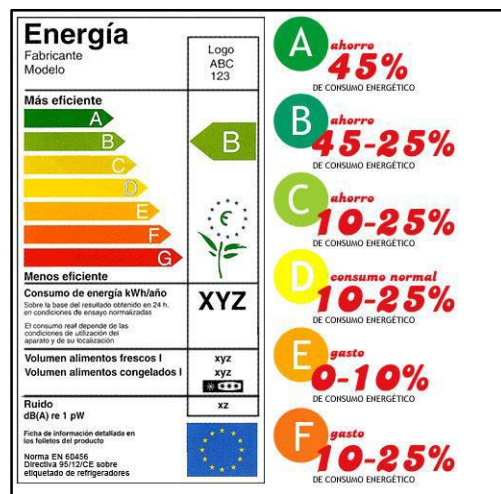


Figura 1. 2 Etiqueta Modelo. Fuente [4]

2.5.2.1. Programas de busca de Eficiencia Energética en el país

El Ecuador, ha logrado desarrollar Programas a través de la Dirección Nacional de Eficiencia Energética del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER) tales como [5]:

“Programa para la Renovación de Equipos de Consumo Energético Ineficiente – Proyecto N° 1 Sustitución de Refrigeradoras ineficientes”. A partir de año 2011 se establece el programa de renovación ya que el consumo eléctrico dentro del sector residencial tiene un rol muy importante en el consumo eléctrico del país, repartido en el hogar mediante dispositivos como refrigeradoras, secadoras de cabello y otros dispositivos eléctricos. Este plan plantea sustituir 330.000 refrigeradoras de consumo ineficiente mayores a 10 años de uso, por artefactos tipo A de alto rango de eficiencia. El plan se lo realiza mediante la estimulación económica a usuarios que consuman hasta

200kWh/mes, para el recambio de su refrigerador viejo, dando créditos para financiar el artefacto de mejor eficiencia, fondos dotados desde el Banco Nacional de Fomento con la duración de 5 años, estimando el ahorro económico de USD 26'972.550 considerando el costo de energía de 12,5 USD/kWh.

Proyecto Alumbrado Público Eficiente: En Ecuador el alumbrado público supone el 6% del consumo eléctrico nacional categorizándolo en Alumbrado Público General (iluminación vías), Alumbrado Público ornamental (iluminación de parques, plazas, iglesias, monumentos) y Alumbrado Público intervenido. El MEER ha ejecutado planes de recambio de lámparas del Alumbrado Público General con sustitución de 61.610 luminarias de vapor de mercurio por luminarias de vapor de sodio acciones que han permitido obtener un ahorro de energía eléctrica anual aproximado de 20 GWh/año.

Proyecto Piloto de Cocinas de Inducción: Se emplea el proyecto con objetivo principal a desarrollar marcadores de impacto social, técnico y económico de la sustitución del GLP por electricidad para la cocción de alimentos. El proyecto tiene inicios en el año 2010 con la socialización y demostración del uso de esta tecnología. Para la adecuación de esta tecnología se debieron hacer cambios en las redes de acopio de electricidad en los hogares ya que el voltaje de las cocinas a inducción es 220V siendo como objetivos de la primera etapa del proyecto la parte norte del país con una entrega de 2870 sistemas de cocción por inducción

Programa de capacitación de uso racional de la energía en entidades y organismos de la Administración Pública.- Este proyecto se originó mediante Decreto Ejecutivo No.1681 señalando que todas las instituciones gubernamentales deben conformar un Comité de Eficiencia Energética que asumirá la labor de implementar medidas de ahorro energético. Se han creado mediante el MEER estudios de diagnósticos energéticos en edificios identificando centro de costos, crear una cultura de ahorro y uso eficiente de la energía. Como resultados del programa se han elaborado propuestas de contenidos y prácticas replicables a nivel nacional estudios desarrollados en edificios públicos en la ciudad de Quito en el año 2007.

Plan de normalización y etiquetado: De acuerdo con las normativas de importación y producción de aparatos con mayor eficiencia energética se han desarrollado normativas que han sido gestionadas mediante instituciones como INEN y COMEX y que se han expedido mediante Reglamentos Técnicos Ecuatorianos (RTE) y Normas Técnicas

Ecuatorianas (NTE), como el reglamento RTE INEN 036 “Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas. En referencia a los artefactos de refrigeración, también se ha expedido un reglamento RTE INEN 035 “Eficiencia energética en artefactos de refrigeración de uso doméstico” documento en el que se reportan los procedimientos de cálculo para determinar la clase de eficiencia energética y su etiquetado.

Proyecto de “Sustitución de focos ahorradores por Incandescentes” Ahorro Energético: Con el fin de ahorrar energía en horas pico en el país se ejecuta el proyecto de recambio de focos incandescentes por ahorradores se inicia el proyecto en el año 2008 (Primera fase) con la sustitución de 6 millones de focos ahorradores destinados al sector residencial y 10 millones de focos ahorradores (Segunda fase) en el año 2010 en sectores de salud, servicio social, educación; etc. En la actualidad se desarrollan borradores de Instructivo para la Gestión Integral de Lámparas de Descarga en Desuso que está en procesos de oficialización e implementación.

Eficiencia Energética en el sector Industrial: Con miras a mejorar el consumo energético en la industria el MEER con apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, el proyecto demanda 4’750.000 USD, de los cuales 2’140.000 USD están financiados con recursos del presupuesto institucional del MEER; 975.000 USD con la cooperación técnica no reembolsable del FMAM y la ONUDI (Organización de Naciones Unidas para el desarrollo Industrial) y 1’635.000 USD restantes serán un aporte del sector privado ecuatoriano tratando de impulsar la eficiencia energética a través del desarrollo de estándares nacionales de gestión de energía y de la aplicación de la metodología de Optimización de Sistemas en procesos industriales, mejorando la competitividad de dichas instalaciones. Se logran estos objetivos en el sector mediante charlas, talleres, formación de principios básicos de EE y optimización de recursos, teniendo como resultado 5.964 MWh con una reducción de emisiones de 6.501 t CO₂ todo esto para el año 2013.

Proyecto Cero Combustibles Fósiles Galápagos: Tratando de impedir la degradación del hábitat y el impacto ambiental en el equilibrio de las especies animales en las islas Galápagos, el gobierno está impulsando proyectos alternativos a la explotación de combustible fósiles como:

- **Proyecto Eólicos en Baltra-Santa Cruz:** Este reducirá el consumo de diésel empleado en generación geotérmica en su primera fase con una producción de energía de 4650MWh/año reduciendo 450000 galones de diesel al año representando el 25% del consumo anual de la Central Térmica Puerto Ayora.
- **Proyecto Fotovoltaico en Baltra:** (Proyecto para Introducción de Energía Limpia por Sistema de Generación de Electricidad Solar) El proyecto consta de la implementación de un sistema fotovoltaico de 200 kWp, con un sistema de almacenamiento de 900 kW en potencia de baterías industriales, tipo híbrido (Ión Litio + Plomo Ácido). Este proyecto aprovecha el recurso solar de la isla Baltra y su energía será transportada hacia la subestación de ELECGALÁPAGOS en Puerto Ayora, con un aporte energético de 0,85 GWh/año con una reducción de consumo de diesel de aproximadamente 132 000 gal/año, que equivalen a la no emisión de 850 Ton CO₂ / año.
- **Proyecto Fotovoltaico en puerto Ayora:** El proyecto fotovoltaico Puerto Ayora de 1.5 MWp, permitirá coordinar la penetración de energía de los distintos proyectos de energía renovable que actualmente se desarrollan tanto en isla Baltra como en Santa Cruz.
- **Proyecto Híbrido en Isabela:** Con la colaboración del gobierno alemán se han desarrollado proyectos con objetivos determinados a la reducción de contaminación al medio ambiente mediante la generación de electricidad con Planta térmica dual (diesel/aceite puro de piñón).de una capacidad aproximada de 1,2 MW. Instalación solar fotovoltaica de 1,15 MWp. Sistema de almacenamiento de energía de 3,3 MWh en base a baterías. Sistema de control de toda la planta.

3. Refrigeración

3.1. Definición

La refrigeración es mover el calor de un espacio específico, recinto refrigerado, a otro en el que no tiene mayor efecto.

3.2. Clasificación según su utilización

La refrigeración está inmersa en varios procesos, englobados en grupos como:

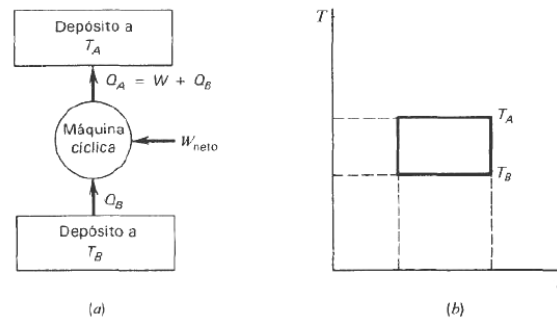
- Refrigeración doméstica.
- Refrigeración comercial.
- Refrigeración industrial.
- Refrigeración marina y de transporte.
- Acondicionamiento de aire de “confort”.
- Aire acondicionado automotriz
- Acondicionamiento de aire industrial.
- Criogenia. [6, p. 8]

3.3. Ciclos de refrigeración

La refrigeración tiene como finalidad transferir calor de un objeto o ambiente por medio de dispositivos, proceso físico que se efectúa a mayor o menor velocidad según características de las llamadas sustancias o dispositivos “refrigerantes”, definidos por una presión, temperatura y volumen. Los artefactos o dispositivos que producen refrigeración se llaman refrigeradores, y los ciclos en los cuales interactúan se llaman ciclos de refrigeración. [7, p. 612]

3.3.1. Ciclo invertido de Carnot

El Ciclo de Carnot invertido es el modelo perfecto del ciclo de refrigeración, sucede la máxima eficiencia térmica que opera entre determinados límites de temperatura y que constituye un estándar de comparación con los ciclos reales de refrigeración: El ciclo invertido de Carnot consta de dos procesos isotérmicos, y dos procesos isoentrópicos.



a) Esquema de una máquina térmica de Carnot invertida; b) diagrama Ts del ciclo.

Figura 1. 3 Ciclo invertido de Carnot. Fuente [8, p. 734]

3.3.2. Ciclo ideal de refrigeración por compresión

Este ciclo se aplica a los sistemas de refrigeración más utilizados, considera la expansión de un fluido refrigerante. Y a diferencia del ciclo de Carnot invertido, los procesos de transferencia de calor en el condensador no se realizan a una temperatura constante. [9]

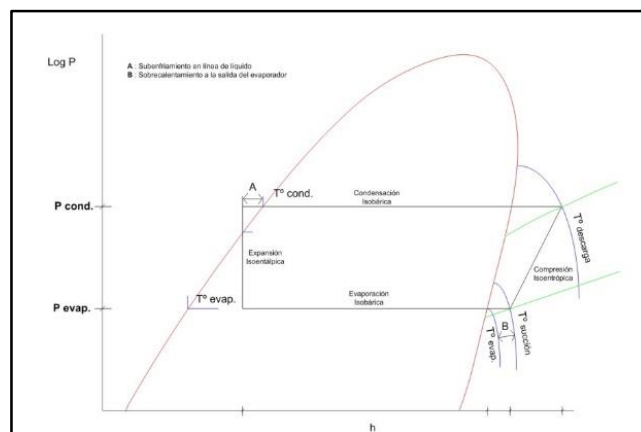


Figura 1. 4 Diagrama $P-h$ de un ciclo de refrigeración por compresión. Fuente [9]

Procesos del ciclo de refrigeración por compresión:

- Compresión isentrópica en un compresor.
- Rechazo de calor a presión constante mediante el condensador.
- Estrangulamiento en un dispositivo de expansión (válvula de expansión o tubo capilar).
- Absorción de calor a presión constante en un evaporador.

El proceso de compresión.

El compresor succiona el refrigerante vaporizado mediante la línea de succión, reduce la presión en el evaporador hasta que puede mantenerse la temperatura de evaporación deseada luego el compresor comprime ese refrigerante vaporizado, descargándole a una presión lo suficientemente alta en la línea de descarga para que la temperatura de saturación sea mayor que la temperatura del ambiente a refrigerar, de modo que se produzca la condensación.

El proceso de condensación.

En el condensador el calor absorbido por el refrigerante en el proceso de compresión es cedido hacia los alrededores. A medida que el calor es cedido ya que la temperatura del refrigerante es superior a la temperatura de los alrededores desciende su temperatura hasta el punto de saturación, condensándose el vapor y convirtiéndose en líquido.

El proceso de expansión.

Lo realiza la válvula de expansión disminuyendo inmediatamente hasta la presión del evaporador. La temperatura del refrigerante desciende por debajo del espacio refrigerado.

El proceso de evaporación.

El evaporador extrae el calor del medio refrigerado por medio de la evaporación del refrigerante siendo mezcla saturada de baja calidad. Evaporándose por completo absorbiendo calor del espacio refrigerado. Cierra el ciclo entrando al compresor como vapor saturado.

3.3.3. Ciclo real de compresión de vapor

El ciclo real difiere principalmente del ideal en irreversibilidades como la fricción del fluido (caídas de presión) y la transferencia de calor desde o hacia los alrededores.

En la práctica se suple la incapacidad de que ingrese al compresor el refrigerante completamente como vapor saturado diseñando sistemas en que se sobrecaliente ligeramente en la entrada del compresor, asegurando que se evapore por completo, además la línea que conecta al evaporador con el compresor suele ser muy larga; por lo tanto hay caída de presión por la fricción del fluido y transferencia de calor con los

alrededores aumentando el volumen específico por lo tanto mayor trabajo para el compresor ya que trabajo de flujo estable es proporcional a volumen específico.

En los procesos reales de refrigeración hay que tomar en cuenta las pérdidas de presión y fricción los cuales incrementaran entropía y transferencia de calor en el sistema aumentando en proceso 1-2 y disminuyendo 1-2' durante el proceso de compresión real.

Será más efectivo y deseable que el requerimiento de entrada de trabajo para el compresor sea más pequeño 1-2', ya que el refrigerante se sub-enfría antes de que entre a la válvula de estrangulamiento por tanto el evaporador y la válvula de estrangulamiento se localizan muy cerca el uno del otro con el objetivo de evitar pérdidas de presión. [7, p. 614]

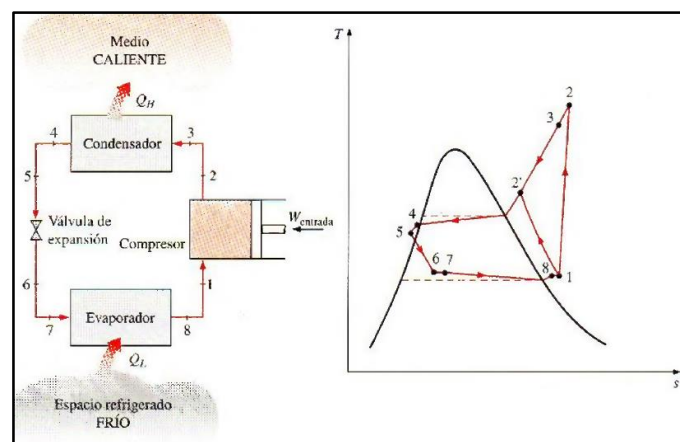


Figura 1. 5 Ciclo real de refrigeración por compresión. Fuente[7, p. 614]

3.4. Coeficiente de desempeño

La eficiencia de un refrigerador se expresa en términos de efecto frigorífico o coeficiente de funcionamiento desempeño (COP_R). El objetivo de un refrigerador es eliminar calor (Q_L) del espacio refrigerado. Para lograr este objetivo se requiere una entrada de trabajo realizada por el compresor. Una regla empírica es que el COP_R mejora entre un 2 y 4% por cada $^{\circ}C$ que se eleva la temperatura de evaporación o que disminuye la temperatura de condensación. [7, p. 615]

3.5. Elementos de un refrigerador doméstico:

Los sistemas de refrigeración se muestran en la siguiente figura:

- Evaporador
- Válvula de expansión

- Condensador
- Filtro secador

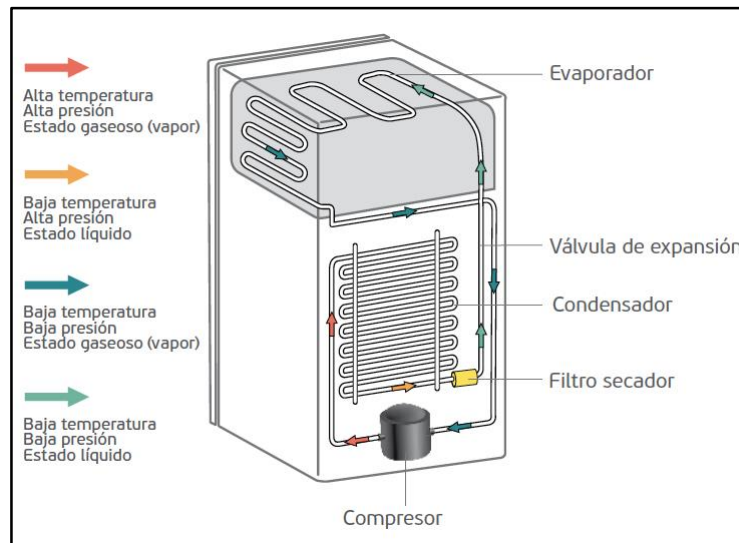


Figura 1. 6 Elementos de un refrigerador doméstico. Fuente[10]

Evaporador

El evaporador absorbe calor hacia el sistema de refrigeración, se debe considerar que hay solo un compartimiento para conservar los alimentos congelados y otro separado para las verduras y alimentos frescos. El refrigerador doméstico contiene estos comportamientos en una sola unidad.

Para mantener el comportamiento de los alimentos frescos se puede efectuar permitiendo que parte del aire de los alimentos congelados fluya hacia el compartimento de los alimentos frescos, como se muestra en la siguiente figura.

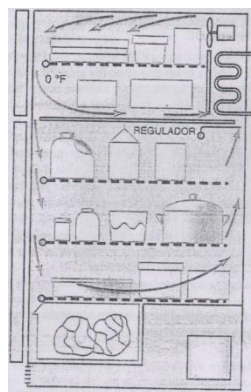


Figura 1. 7 Flujo de frío del compartimento de alimentos congelados hacia el de alimentos frescos. Fuente [11, p. 1148]

Pueden existir diversos sistemas entre estos uno que funciona con dos evaporadores conectados en serie, uno para los alimentos congelados y otro para los alimentos frescos.

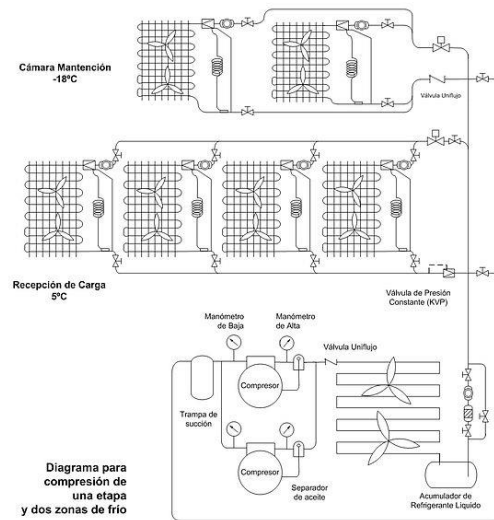


Figura 1. 8 Diagrama de sistema frigorífico de una etapa con dos zonas de frío.[12]

Los evaporadores pueden ser de los siguientes tipos:

- Evaporadores de tiro natural
- Evaporadores de tiro forzado

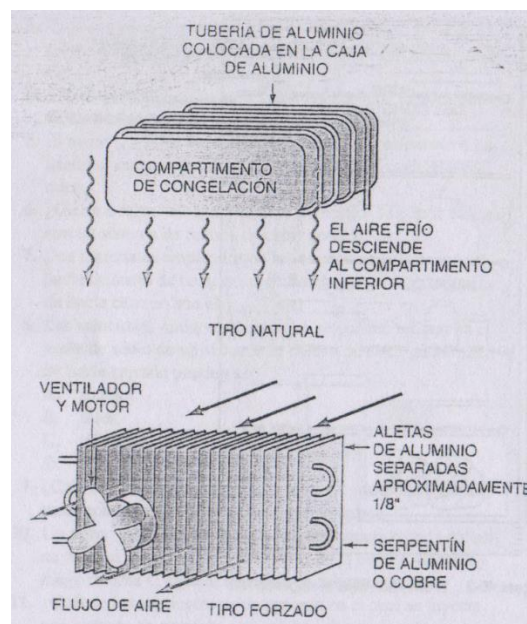


Figura 1. 9 Evaporadores de Tiro Natural y Forzado. Fuente [11, p. 1148]

Compresor

El compresor hace que el refrigerante cargado de calor, mismo que se remueve en el evaporador a baja presión, sea bombeado hacia el condensador como vapor sobrecalentado a una presión mayor.

Por lo general los compresores para refrigeración de uso doméstico son pequeños si los comparamos con los que se emplean en sistemas de aire acondicionado y refrigeración comercial, por lo general todos se encuentran entre los 1/10 y 1/3 Hp. Comúnmente todos los compresores que se utilizan en los refrigeradores para uso doméstico son de tipo soldado, herméticamente sellados, como se muestra.



Figura 1. 10 Compresor sellado herméticamente. Fuente [13]

Estos compresores, de desplazamiento positivo, pueden utilizar una acción de bombeo tipo rotativo o alternativo, por su confiabilidad y su tiempo de vida útil, aproximadamente de 20 años.

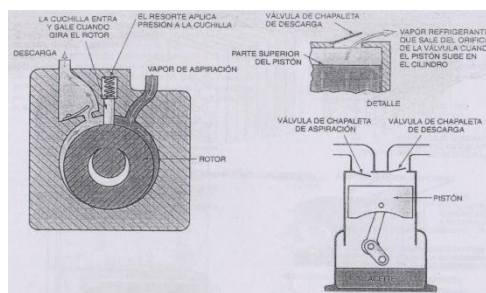


Figura 1. 11 Acciones del compresor. Fuente [11, p. 1152]

Condensador

Todos los condensador de los refrigeradores domésticos son enfriados por aire, por lo general los condensadores se enfrían por convección natural o mediante ventiladores de tiro forzado.

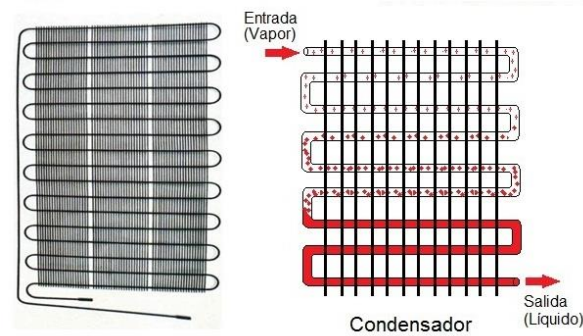


Figura 1. 12 Condensadores de tiro natural. Fuente [14]

Ciclos de descongelación

En la mayoría de sistemas de refrigeración se realiza la descongelación de forma automática es decir sin escarcha. La descongelación automática ayudará al sistema de refrigeración a funcionar de manera más eficiente dado que se evitará que la escarcha se acumule en el serpentín.

El ciclo de descongelación se puede determinar por el tiempo y la temperatura.

Descongelación por vapor caliente

La descongelación utiliza el calor del compresor para derretir el hielo el hielo del serpentín, el compresor debe estar funcionando para que el calor esté disponible para la descongelación.

Descongelación por calor eléctrico

La descongelación se efectúa con calentadores eléctricos que están ubicados cerca del evaporador para derretir el hielo, el ventilador del compresor y el evaporador se detiene y los calentadores se energizan.

4. Necesidad de un laboratorio de ensayos para artefactos de refrigeración

En el Ecuador existe la normativa y reglamentos técnicos para la realización de los ensayos en artefactos productores de frío, sin embargo, laboratorios acreditados por el

SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano) dedicados específicamente a la caracterización de medios isotérmicos, no se refieren a ningún artefacto doméstico productor de frío. Pero en el país, se fabrican o expenden artefactos productores de frío, para el uso doméstico, siendo Cuenca una de las ciudades en las que también se producen estos electrodomésticos. Los organismos elegidos para realizar los ensayos a los artefactos productores de frío que se fabrican y comercializan en el país son reducidos y poseen una exclusividad inadecuada, no tienen un aval de acreditación y corresponden en la mayoría de los casos al control de calidad de las casas fabricantes.

El reporte de ensayos realizados en un artefacto de producción de frío debe ser resumido en una etiqueta, dicha etiqueta debe tener un formato único a nivel nacional, según manda la normativa técnica. A pesar de esto existe ambigüedad entre los parámetros que se ubican en las etiquetas, producto de un reporte técnico de los ensayos que se realizan, debido a que los productores nacionales tienen su propio laboratorio que expide estas etiquetas y a que los equipos que se importan vienen con una etiqueta generada en el país del que proceden. Solamente considerando el índice de eficiencia energética, uno de los parámetros de ensayo, tendremos una variación en el rango de certificación, porque este valor se adapta con las condiciones energéticas de cada nación.

La necesidad de contar con la expedición de etiquetas que reporten parámetros y características fundamentales de un artefacto productor de frío doméstico, en el formato único indicado por la reglamentación técnica ecuatoriana, exige contar con laboratorios de pruebas y ensayos para artefactos de producción de frío, acreditados y que operen en sintonía con el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), sin relación alguna con fabricantes nacionales o extranjeros, para expedir mencionadas etiquetas en los refrigeradores fabricados y comercializados en el país.

5. Conclusiones Parciales

Es indudable que mientras menor sea la energía consumida por un equipo para realizar determinada acción el dispositivo será más eficaz, en términos energéticos ya que realizan el mismo trabajo pero de forma optimizada y reduciendo costos.

Desde algunos años atrás el país ha puesto en marcha algunos programas con el propósito de usar “equipos eficaces” dentro de los cuales se encuentra una reglamentación técnica que determina la eficiencia energética de los aparatos de refrigeración. Haciendo hincapié

en este suceso nacional, se prohíbe la comercialización de equipos de refrigeración que no tengan una clasificación de tipo A, la de mayor índice de eficiencia energética.

Por estos motivos es imperioso analizar la situación actual, acerca de los ensayos y pruebas que se realizan en los refrigeradores domésticos, con el objetivo de brindar una alternativa de verificación de los requisitos de operatividad de estos equipos orientándolos a su optimización en la relación servicio-consumo.

6. Referencias

- [1] Jean Jacques Marchais, «Ahorro energetico EE activa schneider electric». mar-2011.
- [2] Á. M. Parellada, «Eficiencia energética», sep. 2008.
- [3] C. Carpio y M. F. Coviello, «Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: avances y desafíos del último quinquenio», 2013.
- [4] H. Marcial, «INEN Contribución con la EE», 24-feb-2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.iner.gob.ec/>. [Accedido: 24-feb-2015].
- [5] «Dirección de Eficiencia Energética | Ministerio de Electricidad y Energía Renovable», 24-feb-2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.energia.gob.ec/direcciondeeficienciaenergetica/>. [Accedido: 24-feb-2015].
- [6] J. A. Puebla, *Manual de Buenas Practicas en Refrigeracion*. Fondo de Reconversión industrial.
- [7] YUNUS A. CENGEL, *TERMODINÁMICA*. Mc. Graw Hill Interamericana, 2006.
- [8] K. Wark, J. L. Torres Vázquez, y C. M. Sánchez Trujillo, *Termodinámica*. México: McGraw-Hill, 1991.
- [9] Pablo Méndez B., «P. de Termodinamica y Electromagnetismo | Ciclo de Refrigeración», 23-dic-2014. [En línea]. Disponible en: <http://pte2011.tumblr.com/post/2111679957/ciclo-de-refrigeracion>. [Accedido: 23-dic-2014].
- [10] «EVAPORADOR | Club de la Refrigeración», 29-dic-2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.clubedarefrigeracao.com.br/es/downloads/evaporador-donde-el-fluido-refrigerante-pasa-al-estado-gaseoso>. [Accedido: 29-dic-2014].
- [11] W. C. Whitman, J. León Cárdenas, A. E. García Hernández, y J. Bonilla Talavera, *Tecnología de refrigeración y aire acondicionado*, vol. IV. México: Delmar Cengage Learning, 2010.
- [12] «Sistema frigorífico», *Wikipedia, la enciclopedia libre*. 11-dic-2014.
- [13] «Embraco > Productos y Aplicaciones > Compresores». [En línea]. Disponible en: <http://www.embraco.com/?tabid=265&idcat=14&idfam=34>. [Accedido: 04-mar-2015].
- [14] «Elizandro Bejarano: enero 2013». [En línea]. Disponible en: http://tecno2aulavirtual.blogspot.com/2013_01_01_archive.html. [Accedido: 04-mar-2015].

CAPÍTULO II

NORMAS TÉCNICAS DE ENSAYOS Y PRUEBAS PARA ARTEFACTOS DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA

1. Organismos Normativos:

Es indudable la importancia de las normativas en la sociedad actual, respecto de situaciones cotidianas, como reemplazar una lámpara que se ajusta en una boquilla estándar, hasta complicados controles de calidad.

La normalización es una actividad que tiene como propósito establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con la finalidad de obtener un nivel de ordenamiento eficaz en un contexto dado, que puede ser tecnológico, económico o político.[1, p. 9]

Los organismos más importantes dedicados a la elaboración y gestión de normas en el contexto internacional son:

- IEC (International Electrotechnical Commission)
- ISO (Internacional Organization for Standarizacion)
- ITU (International Telecommunication Union)

También existen en cada país uno o varios organismos destinados a la normalización, que generalmente participan en los organismos internacionales. Los países que forman un mercado común frecuentan conformar un organismo de normalización. Algunos de los organismos que generan y gestionan normativas en las diferentes naciones se citan a continuación, incluyendo al organismo rector de nuestra patria:

- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización)

- DIN (es el acrónimo de Deutsches Institut für Normung, Instituto Alemán de Normalización)
- ASTM (es el acrónimo American Section of the International Association for Testing Materials, Sociedad Estadounidense para ensayos y Materiales)
- AHAM (es el acrónimo de Association of Home Appliance Manufacturers, Asociación de Fabricantes de Electrodomésticos)
- JIS (es el acrónimo de Japanese Industrial Standards, Normas Industriales Japonesas)
- AS (es el acrónimo de Australian Standard, Normas de Australia)
- NZS(es el acrónimo de New Zeland Standard, Normas de Nueva Zelanda)
- AENOR (es el acrónimo Asociación Española de Normalización y Certificación)

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) fue creado el 28 de Agosto del año 1970 mediante Decreto Supremo y publicado oficialmente el 7 de Septiembre de 1970 y desde su inicio actúa como la Entidad Nacional encargada de formular las Normas Técnicas del Ecuador fundamentados en satisfacer las necesidades locales y facilitar el comercio nacional e internacional.

El 9 de Junio de 1997 el INEN se constituye en una entidad con personería jurídica de derecho privado con finalidad social y pública.

La Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad expedido por el Congreso Nacional publicado el 22 de febrero del 2007 constituía al INEN como una entidad técnica de Derecho Público, con personería jurídica, patrimonio y fondos propios, con autonomía administrativa, económica, financiera y operativa.

Finalmente el 29 de Diciembre del año 2009 mediante decreto ejecutivo se emitieron los lineamientos estructurales para organizar las unidades administrativas en los niveles de dirección, asesoría, apoyo y operativo, de los Ministerios de Coordinación y Sectoriales, Secretarías e Institutos Nacionales pertenecientes a la Función Ejecutiva. [2]

2. Normas para ensayos en aparatos de refrigeración, ámbito internacional:

Los ensayos en aparatos de refrigeración se encuentran regulados por dos de los organismos internacionales de estandarización ISO e IEC.

La Organización Internacional de Estandarización (ISO) ha desarrollado y modificado varias normativas referentes a los ensayos en artefactos de refrigeración de uso doméstico, teniendo como último trabajo publicado la normativa ISO 15502:2005 titulada “Aparatos de refrigeración doméstica. Características y métodos de ensayo”. [3]

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) es una organización mundial creada para la normalización y comprende todos los comités electrotécnicos nacionales. El objetivo de esta entidad es promover la cooperación internacional en las situaciones relacionadas con la normalización en los campos eléctrico y electrónico. La IEC colabora estrechamente con la ISO, conforme a condiciones determinadas por acuerdo entre las dos organizaciones. Este organismo realizó la Norma Internacional IEC 62552 publicada como “Aparatos de Refrigeración para uso doméstico. Características y métodos de ensayo.” bajo la responsabilidad del comité técnico IEC 59: Desempeño de electrodomésticos y aparatos eléctricos similares.

EL documento normativo IEC 62552 cancela y reemplaza a la Norma Internacional ISO 15502 y sus corrigendas, preparadas por el subcomité 5: Ensayo y clasificación de aparatos de refrigeración para uso doméstico del comité técnico 86 de ISO: Refrigeración y aire acondicionado, que actualmente se encuentra transferido a IEC por la decisión 127/11. [4, p. IV]

Los documentos mencionados, elaborados por IEC e ISO, son adoptados, o constituyen un fundamento para el desarrollo de normativas, por parte de la mayoría de organismos reguladores de estandarización de las diferentes naciones. Contrario a una adaptación o a

una guía, en su totalidad, subsisten otros textos enfocados a los ensayos en refrigeración que se refieren a continuación.

La Asociación de Fabricantes de Electrodomésticos (AHAM por sus siglas en inglés) es un organismo que ejerce sus funciones en Estados Unidos, actualmente presente también en Canadá, con el objetivo de atender las necesidades y propósitos comunes de los fabricantes de electrodomésticos. Esta entidad cuenta con la siguiente publicación AHAM HRF-1:2008 denominada “Energy and Internal Volume of Refrigerating Appliances”, su contenido abarca ciertos procedimientos de prueba aplicables a todas las marcas y modelos de refrigeradoras eléctricas, refrigeradoras-congeladores o congeladores para medir el desempeño. [5]

El Comité de Normas Industriales Japonesas (JIS por sus siglas en inglés) tiene como documento en vigencia JIS C 9607:1999 con título “Household electric refrigerators, refrigerator-freezer and freezers” la normativa se encuentra orientada a los ensayos en refrigeradores eléctricos y refrigeradores-congeladores verticales de uso doméstico con un volumen máximo de 400 litros. [6]

Una normativa final que se cita, tiene como creadores a dos organismos de grado nacional, las Normas de Australia (AS por sus siglas en inglés) y las Normas Neozelandesas (NZS por sus siglas en inglés) que confeccionaron AS/NZS 4474:2007 con título “Performance of household electrical appliances-Refrigerating Appliances”. El documento se encuentra dividido en dos partes, la primera sección comprende el consumo de energía y el rendimiento; y la segunda se centra en los requerimientos mínimos y etiquetado de eficiencia energética. [7]

3. Normativas nacionales de ensayos en artefactos de refrigeración:

En nuestro contexto nacional, actualmente existen dos normativas generadas por INEN que hacen referencia a las pruebas o ensayos en los aparatos de refrigeración:

- NTE-INEN 2206 con título: “Artefactos de refrigeración doméstica con o sin escarcha, refrigeradores con o sin compartimiento de baja temperatura”.
- NTE-INEN-IEC 62552 titulada: “Aparatos domésticos de refrigeración. Características y métodos de ensayo”.

La norma NTE-INEN 2206 es una elaboración de la INEN y tienen una tercera revisión validada en el año 2011.

La norma NTE-INEN-IEC 62552 es una traducción exacta de la norma internacional IEC 62552. Esta norma forma parte de los reglamentos técnicos ecuatorianos desde julio de 2014.

4. Análisis de las normativas:

Las normas válidas en el país son NTE-INEN 2206 y NTE-INEN-IEC 62552, de manera que los ensayos a realizarse en un laboratorio nacional deben concordar con mencionadas normas. Sin embargo es importante conocer el procedimiento de las normativas citadas en el inciso 2, plano internacional, con el objeto de identificar semejanzas y diferencias en el campo de aplicación, número de ensayos, condiciones de los ensayos, modelos matemáticos y resultados obtenidos.

4.1. Comparativa entre normas internacionales

Las normas internacionales concernientes a las características, energía y métodos de ensayo comprenden algunos aspectos frecuentes:

- Condiciones Generales para los ensayos o pruebas.
- Los métodos y procedimientos de ensayos.
- Características de la instrumentación para la medición y relaciones matemáticas utilizadas.

Se señaló que la norma ISO 15502 fue anulada por la norma internacional IEC 62552, que se detallará junto con los otros textos de interés AHAM HRF-1:2008, JIS C 9607:1999 y AS/NZS 4474.1:2007 mencionados anteriormente.

4.1.1. Norma IEC 62552:2008

Ensayos:

La norma IEC 62552 contempla, además de la determinación de dimensiones lineales áreas y volúmenes, un total de diez ensayos:

- Ensayo de hermeticidad de puertas.
- Ensayo de fuerza de apertura de puertas o cubiertas.

- Ensayo de durabilidad de puertas y cubiertas.
- Ensayo de resistencia mecánica de estantes y componentes similares.
- Ensayo de temperaturas de almacenamiento.
- Ensayo de condensación del vapor de agua.
- Ensayo del consumo de energía.
- Ensayo de aumento de temperatura.
- Ensayo de congelación.
- Ensayo de fabricación de hielo.

Condiciones generales del ensayo:

En las condiciones generales necesarias para el ensayo se definen las siguientes:

La temperatura ambiental puede comprender 10°C, 16°C, 25°C, 32°C, 38°C y 43°C dependiendo del tipo de equipo. Deben mantenerse constante dentro de $\pm 0,5K$.

La gradiente de temperatura ambiente vertical no debe exceder 1K/m medido a 2m de altura.

La humedad relativa no debe exceder del 75%.

La velocidad de circulación del aire en el centro de las paredes del artefacto de refrigeración no debe superar los 0,25m/s.

El aparato de refrigeración debe ensayarse al voltaje nominal o a la media del rango del voltaje nominal de $\pm 1\%$ y a una frecuencia nominal de $\pm 1\%$.

Los paquetes de ensayo a utilizar pueden tener cuatro dimensiones diferentes establecidas y deben estar compuestos de 230g de oxietilmetilcelulosa, 764,2g de agua, 5g de cloruro de sodio y 0,8g de 6-cloro-m-cresol por cada 100g de masa que lo constituyan.

Características de los equipos de medición:

La incertidumbre total en la medición de humedad no debe ser mayor que $\pm 0,3K$. (Expresado como el punto de condensación)

Los medidores de vatio-hora deben ser legibles en 0,001kW h y deben tener una exactitud del 1% de la lectura.

La temperatura debe medirse con sondas de temperatura insertados en los paquetes de ensayo o en el centro de cilindros sólidos fabricados de latón o cobre recubierto de estaño que deben tener una masa de 25g con un error de 5% con diámetro y altura=15,2mm.

Los instrumentos de medición de temperatura deben tener una incertidumbre no mayor que $\pm 0,5K$.

Las tolerancias en las dimensiones lineales deben ser $\pm 5\%$.

Período de ensayo:

El período de ensayo debe durar por lo menos 24 horas y debe comprender un número total de ciclos de funcionamiento. El ensayo tiene una duración máxima de 48 horas o de 72 horas dependiendo de ciertas características. [4, pp. 9-28]

4.1.2. Norma AHAM HRF-1:2007

Ensayos:

La norma AHAM HRF-1:2007 integra tres métodos de ensayos:

- Método de cálculo del volumen refrigerado.
- Método para determinar el consumo de energía.
- Método para la determinación del factor energético de los aparatos de refrigeración.

A estos tres ensayos se añade como sección final una cláusula de seguridad para los refrigeradores.

Condiciones generales de ensayo:

La temperatura ambiental debe ser de 90 °F (32,2°C) con una variación permisible de $\pm 1^\circ F$ (0,6°C).

La gradiente de temperatura ambiente vertical no debe exceder 0.5°F por pie (0,6°C por metro) medida a una altura de 1ft (30,5cm).

La humedad relativa no requiere ser controlada, a menos que exista una especificación.

La circulación del aire en las paredes del refrigerador debe limitarse a 50ft/min (0,254m/s).

Se debe evitar la exposición directa, por la radiación, con elementos que tengan una temperatura mayor en 10°F (5,6°C) a la del ambiente.

La tensión proporcionada al aparato de refrigeración debe ser de 115 ± 1V, con una frecuencia de 60Hz.

Características de los equipos de medición:

Los instrumentos para la medición de temperatura son termocuplas, termómetros de resistencia eléctrica o termistores. Todos con una precisión de ± 1°F (0,6°C).

Los medidores vatio-hora análogos deben tener una precisión de 0,01kwh, los instrumentos digitales deben poseer una lectura de 0,001kwh o mejor.

Los voltímetros análogos deben tener su intervalo más pequeño no superior a 1V, y los digitales no superiores a 0,1V.

Los instrumentos utilizados para la medición de tensión y energía deberán tener una precisión de ± 0,5% de la cantidad medida.

La instrumentación de medición de humedad deben tener una tolerancia de ± 2% HR.

Período de ensayo:

El tiempo dedicado depende del tipo de ensayo, para la determinación del consumo de energía se tiene un período de 24 horas con seis aperturas de puerta, cada una separada en un intervalo de cuatro horas.

Relaciones matemáticas:

La relación más relevante en la norma se refiere a la determinación energética del aparato de refrigeración, descrita como:

$$EF = \frac{AV}{E}$$

En donde:

EF Es el factor de energía.

AV Es el volumen ajustado del refrigerador que se describe en la sección 6.3 de esta normativa.

E Es el total de energía consumida por ciclo expresada en kwh durante un período de 24 horas, este parámetro se obtiene a partir de los procedimientos 5.9.1 hasta 5.9.4 de esta normativa. [8, pp. 8-32]

4.1.3. Norma JIS C 9607:1999

Ensayos:

La norma japonesa, elaborada en 1999 con una última corrigenda en 2007, expone dos parámetros ensayos y pruebas de seguridad.

Los ensayos son:

- Prueba de fugas de refrigerante.
- Enfriamiento pruebas de rendimiento.
- Prueba de velocidad de enfriamiento.
- Prueba de capacidad de refrigeración.
- Prueba de rendimiento de descongelación.
- Prueba característica por los aislamientos.
- Prueba de consumo de energía.
- Prueba de fuerza de apertura de puertas.
- Prueba de retención de la puerta del congelador.
- Prueba de ruido

Y describe también, las siguientes pruebas:

- Prueba de temperatura.
- Prueba de resistencia de los aislamientos.
- Prueba de verificación de tensión.
- Prueba de fluctuación del voltaje.
- Prueba del compresor, en la puesta en marcha.
- Prueba estructural.

Añade también un apartado de inspección a los aparatos de refrigeración.

Condiciones generales de ensayo:

La temperatura ambiental debe ser de $15^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, está puede ser medida a cualquier de los lados del refrigerador izquierda o derecha.

El gradiente de temperatura medida a 2m del asentamiento del artefacto no debe superar $\pm 3^{\circ}\text{C}$ de la temperatura ambiental.

La humedad relativa en los ensayos no especificados debe encontrarse entre 45% a 85%.

La tensión puede variar en $\pm 2\%$ de la tensión nominal especificada, la frecuencia puede tener una variación de $\pm 1\%$ respecto de la nominal.

Características de los equipos de medición:

Para la medición de temperatura ambiental se necesitan de pesos de $25\text{g} \pm 5\%$, en cuyo centro aproximado, geométrico, se coloca el termopar.

Se necesita un medidor de por lo menos 500V en DC, el instrumento medidor de energía debe poder medir hasta la unidad de 0,01kWh.

Períodos de ensayo:

Los tiempos de pruebas de ensayo dependen de la prueba a realizarse. [9, pp. 3-24]

4.1.4. Normas AS/NZ 4474.1:2007 y AS/NZ 4474.2:2007

La primera parte de esta norma australiana y neozelandesa se encuentra dividida en cuatro secciones, la sección uno especifica generalidades, la segunda señala los ensayos y pruebas en los refrigeradores así como sus requerimientos y los dos últimos se refieren a los requerimientos de las capacidades medidas y a la forma de reportarlos. La segunda parte se enfoca a la determinación de la eficiencia energética y al etiquetado en aparatos electrodomésticos de refrigeración.

Ensayos:

La norma se refiere a los siguientes ensayos:

- Determinación de áreas y volúmenes, citados en el apéndice A de la normativa.
- Determinación de temperaturas de aire en los compartimientos del aparato de refrigeración, citado en el apéndice D de la normativa.
- Prueba de bajas de temperatura, apéndice G de la normativa.
- Prueba de generación de hielo automático, apéndice I de la normativa.
- Prueba de temperatura de funcionamiento J de la normativa.
- Prueba de consumo de energía, apéndice K de la normativa.

- Determinación de la eficiencia energética y etiquetado, parte dos de la normativa.

Condiciones generales de ensayo:

La temperatura ambiental puede ser de 10°C, 32°C o 43°C.

La velocidad en las paredes del artefacto de refrigeración debe ser menor a 0,25m/s.

La gradiente de temperatura a una altura de 2m en referencia al piso no debe exceder 1°C/m.

El voltaje suministrado de 230V a.c con una tolerancia de $\pm 1\%$.

La frecuencia suministrada debe ser de 50Hz $\pm 1\%$.

Características de los instrumentos de medición:

Los instrumentos de medición lineal deben tener una precisión de $\pm 0,5\text{mm}$.

La incertidumbre global de los instrumentos de medición de temperatura no será mayor que $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

Todos los datos de temperatura se deben recopilar con elementos que tengan una lectura de 0,1°C o mejor.

Para los ensayos de temperatura de funcionamiento y consumo de energía se necesita de paquetes de ensayo en forma de prismas rectangulares con dimensiones y masas variantes que comprenden determinadas dimensiones lineales en un rango de 50 a 200mm y con una masa de 125g a 1000g. La composición de los paquetes de ensayo se especifica como:

230g de oxietilmetilcelulosa o hidroxietilcelulosa

764,2g de agua

5g de cloruro de sodio.

0,8g de cloro-m-cresol.

Período de ensayo:

El período de control puede ser de 24 horas o de 36 horas según el tipo de descongelación del aparato refrigerador. [10, pp. 21-84]

4.1.5. *Tablas Comparativas*

Como conclusión se han elaborado tablas con el propósito de resumir los contenidos de las distintas normas en referencia a los siguientes parámetros de interés:

- Ensayos o pruebas indicadas en las normas.
- Condiciones generales de realización de los ensayos.
- Exigencias en los instrumentos utilizados para medir.

Tabla2. 1 Ensayos y pruebas de las normas internacionales. Fuente autores.

Ensayos o pruebas especificadas.	IEC 62552	AHAM HRF-1	JIS C 9607	AS/NZS 4474.1 y 4474.2
Dimensiones áreas y volúmenes.	Determinación de dimensiones lineales, áreas y volúmenes.	Cálculo del volumen refrigerado.		Determinación de áreas y volúmenes.
Consumo de energía.	Ensayo de consumo de energía.	Determinación de consumo de energía.	Prueba del consumo de energía.	Prueba del consumo de energía.
Temperaturas de almacenamiento.	Ensayo de temperaturas de almacenamiento.		Prueba de temperatura.	Determinación de temperaturas del aire en los compartimientos de los aparatos de refrigeración.
Eficiencia energética		Método para la determinación del factor energético de los aparatos de refrigeración		Determinación de la eficiencia energética y etiquetado de aparatos de refrigeración.
Variación de temperaturas	Ensayo de aumento de temperatura.			Prueba de bajas de temperatura
Congelación	Ensayo de congelación.			
Hermeticidad de puertas.	Ensayo de hermeticidad de puertas.		Prueba de retención de la puerta del congelador.	
Fabricación de hielo	Ensayo de fabricación de hielo.			Prueba de generación de hielo automático
Apertura de puertas	Ensayo de fuerza de apertura de puertas o cubiertas.		Prueba de fuerza de apertura de puertas.	
Otras pruebas o ensayos	Ensayo de durabilidad de puertas y cubiertas. Ensayo de resistencia mecánica de estantes y componentes similares. Ensayo de condensación del vapor de agua.		Prueba de fugas de refrigerante. Enfriamiento pruebas de rendimiento, prueba de velocidad de enfriamiento, prueba de capacidad de refrigeración, prueba de rendimiento de descongelación, prueba característica par los aislamientos	

Tabla2. 2 Condiciones de los ensayos en las normas internacionales. Fuente Autores

Condiciones para el ensayo	IEC 62552	AHAM HRF-1	JIS C 9607	AS/NZS 4474.1 y 4474.2
Temperatura ambiental	Puede variar entre 10°C, 16°C, 25°C, 32°C, 38°C y 43°C. Tolerancia de $\pm 0,5K$.	Debe ser de 90°F. Tolerancia $\pm 1^\circ F$.	Puede ser: 15°C o 30°C, depende del ensayo. Tolerancia $\pm 1^\circ C$.	Puede ser de tres magnitudes: 10°C, 32°C y 43°C.
Humedad	No debe exceder el 75%.	No se controla.	Entre 45% a 85%.	
Velocidad de corrientes de aire en las paredes del refrigerador	Menor a 0,25m/s	Menor a 50ft/min		Menor a 0,25m/s
Gradiente de temperatura	No superar 1K/m, medido a 2m desde el asentamiento del artefacto.	No exceder 0,5°F/ft, medido a una altura de 1ft desde el piso.	No superar $\pm 3^\circ C$ de la ambiental, medida a 2m del piso.	No superar 1°C/m medido a 2m de altura.
Voltaje y frecuencia	Voltaje nominal, tolerancia $\pm 1\%$. Frecuencia nominal, tolerancia $\pm 1\%$.	Voltaje 115V $\pm 1V$ Frecuencia 60Hz.	Tolerancia de tensión $\pm 2\%$ respecto de la nominal. Tolerancia de frecuencia $\pm 1\%$ respecto de la nominal.	Tensión de 230V con tolerancia de $\pm 1\%$. Frecuencia de 50Hz con tolerancia de $\pm 1\%$.
Período de ensayo	Mínimo 24 horas, máximo 36 o 72 horas.	Dura 24 horas con seis aperturas de puerta separadas en intervalos de cuatro horas.	Existe una gran variedad de períodos debido a la cantidad de pruebas.	24 horas o 36 horas dependiendo del tipo de descongelación.

Tabla2. 3 Requerimientos de instrumentación metrológica, normas internacionales. Fuente Autores.

Requerimientos, en instrumentación.	IEC 62552	AHAM HRF-1	JIS C 9607	AS/NZS 4474.1 y 4474.2
Equipos para medición lineal	Tolerancias $\pm 5\%$			Precisión de $\pm 0,5\text{mm}$.
Equipos para medición de temperatura	Incertidumbre no mayor que $\pm 0,5\text{K}$.	Precisión de $\pm 1^\circ\text{F}$.		Los instrumentos deben facilitar una lectura de por lo menos $0,1^\circ\text{C}$ o mejor. La incertidumbre global no debe ser mayor que $\pm 0,5^\circ\text{C}$.
Equipos para medición de humedad relativa	Incertidumbre no mayor que $\pm 0,3\text{K}$. Expresado como el punto de condensación.	Tolerancia de $\pm 2\%$ HR.		
Equipo de medición de voltaje		Intervalo de voltímetros análogos no superior a 1V y digitales no superiores a $0,1\text{V}$. Precisión $\pm 0,5\%$.	Instrumento con un rango que alcance por lo menos 500V DC .	
Equipos par medición de energía	Legibles en $0,001\text{kWh}$ y una exactitud de 1% de la lectura.	Instrumentos análogos con lectura $0,01\text{kwh}$ o mejor. Instrumentos digitales con lectura de $0,001\text{kwh}$ o mejor. Precisión $\pm 0,5\%$.	Instrumento cuya mínima lectura sea $0,01\text{kwh}$ o mejor.	

5. Especificaciones de las normativas

Como se aludió en la sección anterior las normativas vigentes en nuestro territorio son las que servirán como base para el diseño del laboratorio de refrigeración. Las normativas NTE-INEN 2206-3:2011 y NTE-INEN-IEC 62552:2014 tienen contenidos similares con respecto a los ensayos que se realizan en los artefactos de refrigeración. Considerando las tendencias en la región, y a nivel internacional, de adoptar la normativa IEC 62552 se detallan a continuación los fundamentos de NTE-INEN-IEC 62552 (traducción al castellano de IEC 62552) para la realización de los diferentes ensayos en aparatos domésticos de refrigeración, cuyas cláusulas concuerdan con NTE-INEN 2206-3. [11]

5.1. Características de aparatos de refrigeración

Definición:

Un aparato de refrigeración es un gabinete aislado en fábrica que tiene uno o más compartimentos, con un volumen adecuado para uso doméstico. Es enfriado por convección natural o un sistema sin escarcha, por medio del cual se obtiene el enfriamiento por uno o más medios que consumen energía.

Generalidades:

Refrigerador: Es un aparato de refrigeración doméstica destinado a la preservación de alimentos, en el que uno de sus compartimentos es adecuado para el almacenamiento de alimentos frescos.

Refrigerador sin escarcha: Un refrigerador en el que todos los compartimentos se descongelan y eliminan el agua descongelada de forma automática. Por lo menos un compartimento se enfría por un sistema sin escarcha y por lo menos un compartimento es de almacenamiento de alimentos congelados.

Refrigerador-congelador: Es un aparato de refrigeración que cuenta por lo menos con un compartimento para el almacenamiento de alimentos frescos, y por lo menos otro para el almacenamiento de alimentos congelados bajo las condiciones de sección tres estrellas.

Clasificación:

Los aparatos de refrigeración domésticos son clasificados de acuerdo a varios parámetros, los siguientes se detallan en la normativa:

- El tipo de sistema de refrigeración.
- La clase climática en la que operarán.
- El dispositivo de control de temperatura.

En base al tipo de sistema de refrigeración, un artefacto de refrigeración puede ser de dos tipos:

Aparato de refrigeración del tipo compresión: Es aquel en que la refrigeración se efectúa por medio de un compresor accionado por un motor.

Aparato de refrigeración del tipo absorción: Es en el que la refrigeración se genera por un proceso de absorción que utiliza calor como fuente de energía.

Por el dispositivo de control, los refrigeradores pueden ser de dos tipos:

- **Tipo I:** Posee un único dispositivo de control de temperatura, que es ajustable por el usuario para regular la temperatura de los compartimentos de alimentos frescos y de alimentos congelados.
- **Tipo II:** Tiene medios ajustables por el usuario para la regulación por separado de las temperaturas de los compartimentos de almacenamiento de alimentos frescos y de almacenamiento de alimentos congelados.

En referencia a la clase climática, un refrigerador puede ser de cuatro clases definidas en la siguiente tabla:

Tabla2. 4 Clases climáticas para los refrigeradores. Fuente [4, p. 9]

Clases	Símbolo	Gama de temperatura ambiente °C
Templada extendida	SN	+10 a +32
Templada	N	+16 a +32
Subtropical	ST	+16 a +38
Tropical	T	+16 a +43

Compartimentos de un refrigerador:

Un aparato doméstico de refrigeración puede contener los siguientes compartimentos:

Compartimiento de almacenamiento de alimentos frescos: Se encuentra destinado a almacenar alimentos frescos no congelados. Este puede dividirse en sub-compartimientos.

Compartimiento bodega: Está destinado a para el almacenamiento de alimentos o bebidas particulares a una temperatura mayor que el compartimiento de alimentos frescos.

Compartimiento frío: Este compartimiento se encuentra destinado específicamente para almacenar alimentos altamente perecibles cuyo volumen es capaz de contener por lo menos dos paquetes de ensayo M.

Compartimiento de fabricación de hielo: Compartimiento de baja temperatura destinado específicamente para la congelación y almacenamiento de hielo.

Compartimiento de alimentos congelados: Es un compartimiento de baja temperatura dedicado al almacenamiento de alimentos congelados. Este compartimiento se clasifica en base a la temperatura de almacenamiento:

- **Compartimiento de una estrella:** Es un compartimiento de alimentos congelados en el cual la temperatura no es mayor que -6°C .
- **Compartimiento de dos estrellas:** Es un compartimiento de alimentos congelados en el que la temperatura no es mayor que -12°C .
- **Compartimiento de tres estrellas:** Es un compartimiento de alimentos congelados en el cual la temperatura no es mayor que -18°C .
- **Compartimiento de cuatro estrellas:** Es un compartimiento adecuado para la congelación de alimentos desde la temperatura ambiente hasta -18°C y que también es adecuado para la conservación de alimentos en las condiciones del compartimiento tres estrellas.

- **Sección dos estrellas:** Parte de un compartimiento o gabinete de un congelador de alimentos, o compartimiento o gabinete tres estrellas que no es autónomo, no tiene una puerta propia o cubierta de acceso individual, en el la temperatura no es mayor que -12°C . [4, p. 4]

Sistema de descongelación

Un refrigerador doméstico puede poseer los siguientes tipos de descongelación:

Descongelación automática: No se necesita ninguna acción por parte del usuario para iniciar el retiro de la acumulación de escarcha o para restablecer el funcionamiento normal, y la eliminación del agua descongelada es automática.

Descongelación semi-automática (primer tipo): Descongelación en donde se necesita una acción por parte del usuario para iniciar el retiro de la acumulación de escarcha y el funcionamiento normal se restablece automáticamente, el agua descongelada se retira manualmente o se retira y elimina automáticamente.

Descongelación semi-automática (segundo tipo): La descongelación no necesita ninguna acción por parte del usuario para iniciar el retiro de acumulación de escarcha ni para restablecer el funcionamiento normal, pero el retiro del agua descongelada es manual.

Descongelación manual: La descongelación donde es necesaria una acción por parte del usuario para iniciar el retiro de la acumulación de escarcha y donde el restablecimiento del funcionamiento normal requiere una acción adicional por parte del usuario, el agua descongelada se retira manualmente o se retira y se dispone automáticamente.

Descongelación adaptable: Forma del sistema de descongelación automática donde la energía consumida en la descongelación se reduce por un proceso automático, por el que los intervalos de tiempo entre descongelaciones sucesivas están determinadas por una condición de funcionamiento variable diferente, o además, por el tiempo transcurrido o por el tiempo de ejecución del compresor. [4, p. 7]

Ciclo de congelación automática:

Período comprendido entre el momento cuando el medio de descongelación del evaporador o evaporadores se enciende y el momento cuando el proceso de refrigeración se restablece.

Sistemas sin escarcha:

Un sistema sin escarcha es operado automáticamente para evitar la formación de escarcha permanente, en el que el enfriamiento es proporcionado por la circulación de aire forzada, el o los evaporadores se descongelan por un sistema automático, y el agua se elimina automáticamente.

Temperaturas de almacenamiento:

El aparato de refrigeración debe ser capaz de mantener simultáneamente las temperaturas de almacenamiento requeridas en los diferentes compartimentos, detalladas en la Tabla 2.

5:

Tabla 2. 5 Temperaturas de conservación para los compartimentos. Fuente [4, p. 12]

Tipo de compartimento	Símbolos	Temperaturas
Compartimento de conservación de alimentos frescos.	t_{im}	$0^{\circ}\text{C} \leq t_{im} \leq 8^{\circ}\text{C}$
Compartimento congelador de alimentos (cuatro estrellas) y de tres estrellas.	t^{***}	$t^{***} \leq -18^{\circ}\text{C}$
Compartimento/sección de dos estrellas	t^{**}	$t^{**} \leq -12^{\circ}\text{C}$
Compartimento de una estrella	t^{*}	$t^{*} \leq -6^{\circ}\text{C}$
Compartimento bodega	t_{cm}	$8^{\circ}\text{C} \leq t_{cm} \leq 14^{\circ}\text{C}$
Compartimento helador	t_{cc}	$-2^{\circ}\text{C} \leq t_{cc} \leq 3^{\circ}\text{C}$

Ciclos de funcionamiento:

Los ciclos de funcionamiento son diferentes para los artefactos de refrigeración:

Ciclo de funcionamiento para sistemas sin escarcha: Es el período que comienza al inicio de un ciclo de descongelación automática y termina el momento de iniciar el siguiente ciclo de descongelación automática.

Ciclo de funcionamiento para sistemas diseñados para operar continuamente: Es un período de 24 horas bajo condiciones estables.

Ciclo de funcionamiento para otros aparatos de refrigeración: Período entre dos paradas sucesivas del sistema de refrigeración, o de parte del sistema, bajo condiciones estables de funcionamiento.

5.2. Condiciones Necesarias para Ensayos

Temperaturas ambientales:

La temperatura debe medirse en dos puntos que se localizan en la línea central vertical y horizontal de los lados del aparato de refrigeración a una distancia de 350mm.

Las temperaturas ambientales deben encontrarse en los siguientes valores y en un rango comprendido entre ellos: 10°C, 16°C, 25°C, 32°C, 38°C y 43°C.

Las temperaturas ambientales deben mantenerse constantes dentro de $\pm 0,5K$ durante los períodos requeridos para obtener condiciones de funcionamiento estables y durante los ensayos.

La gradiente de temperatura vertical en una altura de 2m no debe ser superior a 1K/m medido al mismo eje vertical.

Humedad:

La humedad relativa no debe exceder de 75%, se indican valores específicos para algunos ensayos.

Instalación de aparatos de refrigeración:

Los aparatos de refrigeración deben montarse en una plataforma, debajo de ella se debe realizar mediciones de temperatura. Además deben acompañar tres divisiones en la parte superior de la plataforma, con el objeto de restringir la circulación del aire en el área circundante al aparato de refrigeración.

- **Plataforma:** Construida de madera de tapa sólida pintada de negro mate y abierta para la libre circulación de aire debajo de la plataforma. Su parte inferior no debe de ser menor que 50mm por encima del piso del área de ensayo y debe extenderse por lo menos 30cm más allá de todos los lados del aparato de refrigeración.
- **Medición de temperatura del aire:** Debe medirse la temperatura en tres puntos, a los lados del refrigerador y por debajo del fondo de la plataforma, utilizando cilindros de cobre y latón. El punto de medición debe estar en el eje vertical del centro geométrico del aparato y no debe exceder en $\pm 1K$ a la temperatura ambiente.
- **Tabiques:** Estos elementos son fabricados de madera y pintados de negro mate con un espesor de 16mm a 30mm dispuestos de la siguiente manera:
Un tabique se ubica paralela a la parte posterior junto con los topes del refrigerador y a una distancia mayor o igual a 300mm de las paredes (laterales). Los otros dos tabiques se ubican paralelas a las partes laterales del refrigerador y deben fijarse en la plataforma a 300mm de los lados laterales del refrigerador y deben tener 300mm de ancho. Como indica la Figura 2. 1

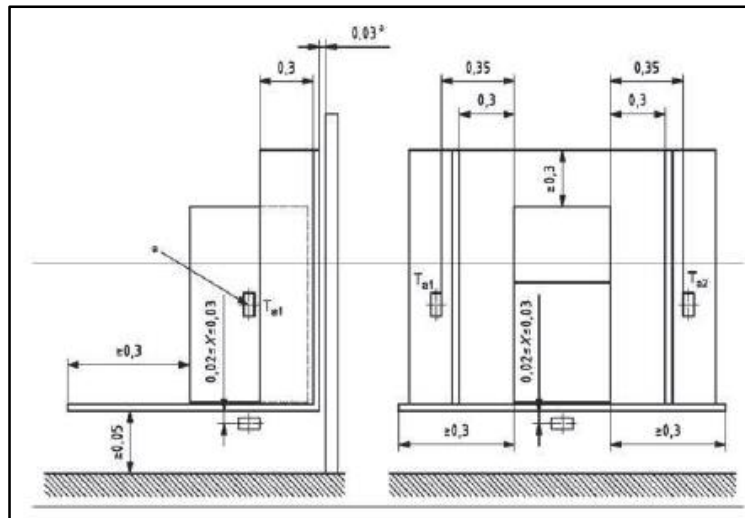


Figura 2. 1 Montaje del aparato de refrigeración en la plataforma con tabiques. Fuente [4, p. 22]

Paquetes de ensayo: Estos paquetes se utilizan en algunos ensayos y deben poseer las siguientes características:

Forma: Deben ser paralelepípedos rectangulares.

Dimensiones, masa y tolerancia:

Tabla2. 6 Dimensiones y masa de los paquetes de ensayo. Fuente [4, p. 23]

Dimensiones mm	Tolerancia mm	Masa g	Tolerancia %
25 × 50 × 100	± 2,0 para las dimensiones 25 y 50	125	± 2
50 × 50 × 100		250	
50 × 100 × 100		500	
25 × 100 × 200	± 3,0 para las dimensiones 100 y 200	500	
50 × 100 × 200		1000	

Composición: Por cada 1000g:

230g de oxietilmetilcelulosa

764,2 g de agua

5 g de cloruro de sodio

0,8g de 6-cloro-m-cresol

(Las características térmicas corresponden a las de la carne de res magra). Punto de congelación de -1°C.

Envoltura: Una hoja laminada que consiste en una capa de polietileno de alta presión, de 120µm de espesor, junto con una lámina exterior de polietilentereftalato de aproximadamente 12,5µm de espesor, las dos capas deben unirse entre sí.

Paquete M: Es un paquete de ensayo equipado con un sensor de temperatura en su centro geométrico. [4, p. 7]

Instrumentos de medición:

Sondas de Temperatura:

Las temperaturas deben medirse con sondas de temperatura, cuyos sensores se insertan ya sea en los paquetes M o en el cetro de cilindros sólidos fabricados de latón o cobre recubierto de estaño con una masa de 25g, con una tolerancia de 5% y de un diámetro y altura de 15,2mm.

Los instrumentos de temperatura deben tener una incertidumbre no mayor que $\pm 0,5K$.

Se requiere de un sistema de adquisición de datos capaz de registrar y almacenar los valores de temperatura con intervalos de medición que no superen los 60s.

Medidores de Humedad:

Debe medirse y registrarse la humedad relativa en un punto representativo.

La exactitud de los instrumentos de medición, en referencia al punto de condensación, debe tener una incertidumbre de la medición no mayor que $\pm 0,3K$.

Medidores de vatio-hora:

Estos medidores deben ser legibles a 0,001kWh y deben ser exactos a 1% de la lectura.

5.3. Ensayos

La normativa específica en su sección 7 la determinación de dimensiones lineales, áreas y volúmenes de los aparatos de refrigeración, esta no es considerada como un ensayo. A parte de esta consideración los ensayos manifiestos se encuentran descritos desde la sección 9 hasta la 18, siendo estos:

- Ensayo de hermeticidad de puertas, cubiertas o sellos de cajón.
- Ensayo de resistencia a la apertura de puertas o cubiertas.
- Ensayo de durabilidad de las puertas, cubiertas y cajones.
- Ensayo de resistencia mecánica de los estantes y componentes similares.
- Ensayo de temperaturas de almacenamiento.
- Ensayo de condensación del vapor de agua.
- Ensayo de consumo de energía.
- Ensayo de aumento de temperatura.
- Ensayo de congelación.
- Ensayo de fabricación del hielo.

5.3.1. *Determinación de dimensiones lineales volúmenes y áreas*

Se detallan en la cláusula 7 de NTE INEN IEC 62552, tienen varias finalidades: siendo la primera la determinación de las dimensiones totales referentes a la altura, anchura y profundidad del paralelepípedo rectangular en la que el aparato se encuentra inscrito a excepción de su mango. A más de las dimensiones totales es necesario conocer el espacio total en uso, midiendo nuevamente altura, anchura y profundidad, pero esta vez con la puerta abierta y considerando el mango o manija.

Los volúmenes que se determinan son el volumen bruto y el volumen total de almacenamiento, asimismo se determinan el volumen del espacio del evaporador y los volúmenes de almacenamiento de los distintos gabinetes que posea el artefacto de refrigeración.

Las instrucciones para la determinación del área de los diferentes estantes también se acuerdan en este apartado.

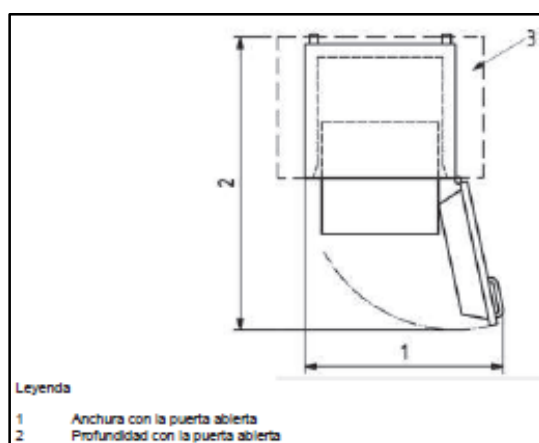


Figura 2. 2 Dimensiones del espacio total necesario. Fuente [4, p. 14]

5.3.2. *Ensayo de hermeticidad de puertas, cubiertas o sellos de gaveta (cajón)*

Este ensayo, que se detalla en la cláusula 9 de NTE INEN IEC 62552, tiene la finalidad de garantizar que las juntas de las puertas o cubiertas de los aparatos de refrigeración eviten adecuadamente el ingreso anormal de aire circundante.

El procedimiento se basa en la verificación de que una tira de papel, con 50mm de ancho y 0,08mm de espesor (según ISO 534), no se deslice libremente al insertarse en cualquier punto del sello, en el cierre de la puerta. [4, p. 28]

5.3.3. Ensayo de fuerza de apertura de puertas o cubiertas

Este ensayo tiene la finalidad de verificar que las puertas o cubiertas puedan abrirse desde el interior, es referido en la cláusula 10 de NTE INEN IEC 62552 pero se necesita de una normativa externa para encontrar la información de su procedimiento.

La normativa pertinente es IEC 60335-2:24:2006, específicamente a la cláusula 22 de construcción.[4, p. 28]

En nuestro país la normativa 60335 existe en su primera parte, la misma es designada como NTE-INEN IEC 60335-1 bajo el título de “Aparatos electrodomésticos y análogos-seguridad. Parte 1: Requisitos Generales”. La segunda parte de esta norma hace referencia a un tipo específico de electrodomésticos, siendo el 24 el número que identifica a los requisitos particulares para los frigoríficos electrodomésticos, aparatos de helados y fabricantes de hielo. Esta segunda parte específica de la normativa 60335, no existe en el INEN. [12, p. 62]

La normativa IEC 60335-2-24:2002, se refiere en su cláusula 22.111 a la apertura de puertas y cubiertas con un espacio libre, en las que se define los procedimientos del ensayo en estudio. Se debe identificar un punto interno accesible, no interrumpido por los estantes o divisiones internas del refrigerador, lo más alejado del eje de la bisagra de la puerta del refrigerador. En el punto medio de esta distancia, y en el exterior de la puerta, se debe ubicar una ventosa anclada a un dinamómetro. Después de que la puerta permanece cerrada por un período de al menos quince minutos, se debe ejercer una fuerza que no supere un gradiente de 15N/s. La puerta debe abrirse antes de que el dinamómetro marque 70N. [13, p. 34]

5.3.4. Ensayo de durabilidad de puertas, cubiertas y gavetas.

Este ensayo se define en la cláusula 11 de NTE INEN IEC 62552, tiene como finalidad verificar la durabilidad de las bisagras y manijas de puertas, cubiertas y gavetas.

El procedimiento se define para puertas o cubiertas externas y para gavetas.

Para puertas o cubiertas se necesita la realización de 100000 operaciones o 30 000 operaciones, dependiendo del tipo de refrigerador. El ensayo tiene una secuencia de apertura y de cierre. La puerta debe abrirse desde 0° hasta 10 o 15° con un movimiento controlado, después debe ser dejada en libertad hasta que alcance una apertura de 45°, ahí

se procede a cerrarla controladamente hasta 40 o 35°, dejándola libre hasta que se cierre completamente. Este ciclo debe repetirse de 10 a 25 veces en un minuto. [4, p. 28]

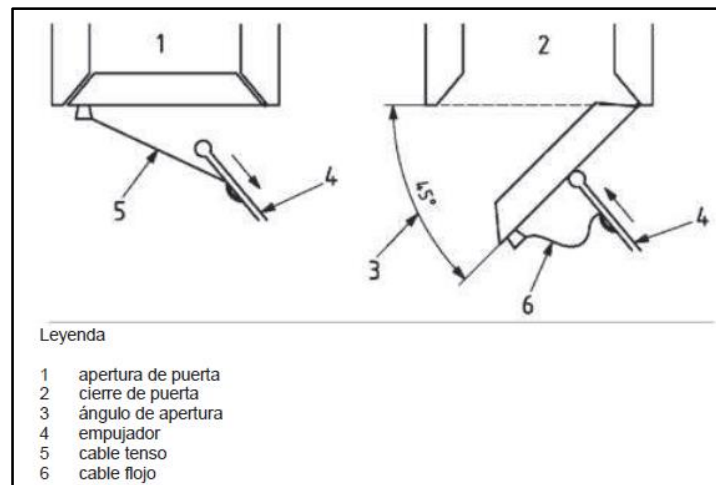


Figura 2. 3 Apertura y cierre de puerta, ensayo de durabilidad. Fuente [4, p. 29]

En el caso de gavetas: si existe una única gaveta en el refrigerador, esta debe resistir 100000 operaciones. Las gavetas, de un artefacto con múltiples gavetas, deben soportar 50000 operaciones. Las gavetas deben extraerse en un valor disminuido en 15 a 20mm de la cantidad total de su posición completamente abierta. Deben cerrarse completamente.

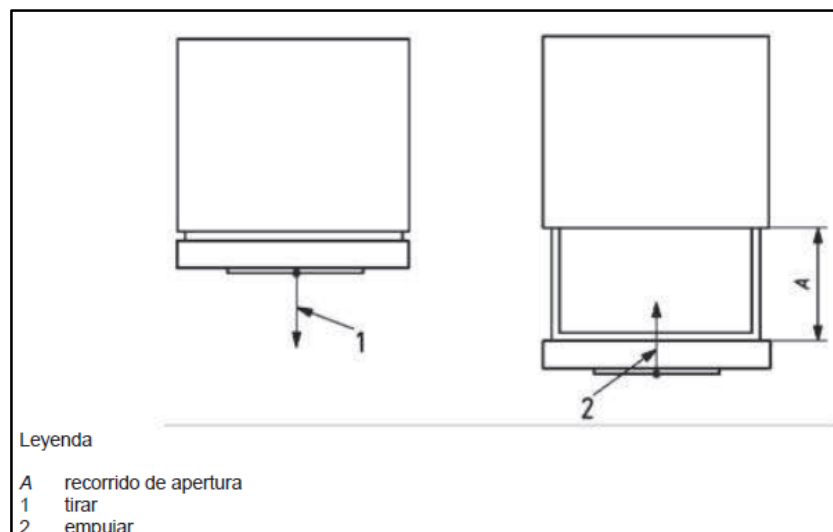


Figura 2. 4 Ensayo de durabilidad en gavetas. Fuente[4, p. 30]

5.3.5. Ensayo de resistencia mecánica de estantes y componentes similares

Este ensayo se especifica en la cláusula 12 de NTE INEN IEC 62552, tiene el propósito de verificar la resistencia mecánica de los componentes utilizados para almacenamiento de alimentos, estantes, contenedores, evaporadores.

Este ensayo se debe realizar después del ensayo de temperaturas de almacenamiento. Los estantes y contenedores deslizables, cargados según el ensayo de temperaturas, deben moverse a la posición intermedia de su curso permisible. Deben mantenerse en la posición adquirida 1 h y regresar a su posición inicial.

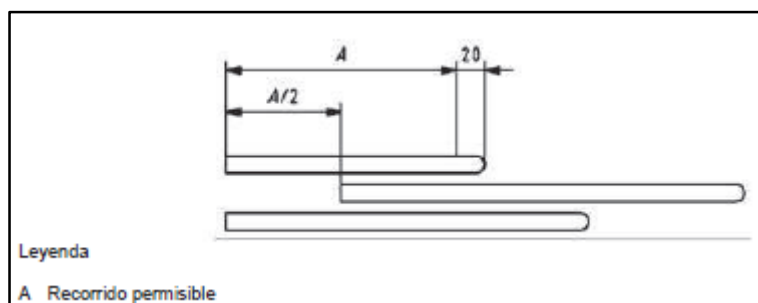


Figura 2. 5 Recorrido de gavetas y estantes. Ensayo de resistencia. Fuente[4, p. 31]

5.3.6. Ensayo de temperaturas de almacenamiento

Este ensayo tiene el objetivo de verificar el cumplimiento de las temperaturas de almacenamiento especificadas para cada compartimento del aparato de refrigeración, citadas en la Tabla 2. 5 de acuerdo a las temperaturas ambientes de ensayo según la clase climática. Los procedimientos se describen en la cláusula 13 de NTE INEN IEC 62552.

El aparato de refrigeración se instala como en servicio de acuerdo con las instrucciones del fabricante, debe operar vacío por lo menos 24 h para alcanzar el equilibrio. La temperatura en los compartimentos de alimentos frescos y de bodega debe medirse en tres puntos diferentes mediante cilindros de cobre o latón, a excepción de los refrigeradores-congeladores en los que se debe utilizar paquetes M.

El compartimento de alimentos congelados o de almacenamiento de alimentos congelados se deben colocar paquetes de ensayo, sus dimensiones se encuentran especificadas en las condiciones generales, teniendo en consideración que deben ubicarse en forma de pila siempre apegados a alguna superficie, la pila no necesariamente tiene que ser recta. Dentro de estos paquetes de ensayo se ubican paquetes de ensayo con una sonda de temperatura en su centro geométrico, estos se conocen como paquetes M y se incluyen en donde se espera la más alta y baja temperatura.

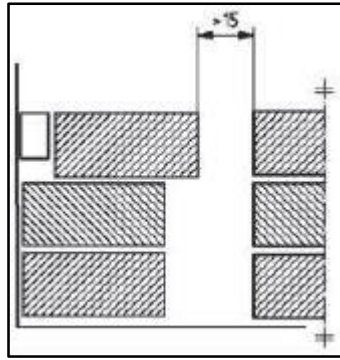


Figura 2. 6 Apilamiento de paquetes de ensayo en el compartimento congelador. Fuente [4, p. 34]

Todas las temperaturas deben ser registradas y grabadas en un sistema de adquisición de datos que por lo menos evalúa la temperatura en un ciclo no superior a 60s.

Para las temperaturas en los compartimentos de alimentos frescos y de bodega, se utilizan tres puntos de detección, al final se realiza un promedio de la temperatura en los tres puntos para cada compartimento.

Los valores de las más altas temperaturas en los paquetes M, también es un requisito para el análisis final, al igual que el ciclo de funcionamiento.

Por último, otro dato de interés es la temperatura máxima y mínima determinada en el compartimento frío.

5.3.7. Ensayo de condensación del vapor de agua

La finalidad de este ensayo se refiere a determinar el grado de condensación del agua en la superficie externa del gabinete bajo condiciones ambientales dadas. Este ensayo se especifica en la cláusula 14 de NTE INEN IEC 62552.

Después de alcanzar las condiciones de funcionamiento estables, las superficies externas del gabinete deben secarse con una tela limpia.

El período de ensayo dura 24 horas en los que se debe identificar por inspección visual las áreas de la superficie externa que exhiben niebla, gotas o agua chorreando y se identifican con los códigos A, B y C respectivamente.

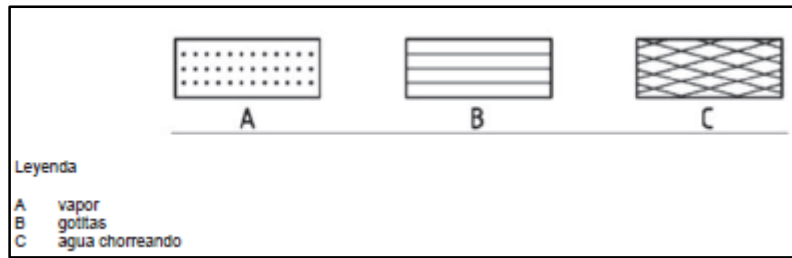


Figura 2. 7 Códigos de condensación. Fuente [4, p. 38]

5.3.8. Ensayo de consumo de energía

El propósito de este ensayo es el de medir el consumo de energía de los aparatos de refrigeración bajo condiciones establecidas, este procedimiento se describe en la sección 15 de NTE INEN IEC 62552.

El aparato de refrigeración se instala de manera similar al ensayo de temperaturas, el consumo de energía se puede establecer de dos maneras:

- Se determina la temperatura objetivo de cada compartimento, que es la temperatura máxima permisible de cada compartimento de acuerdo a la especificación de la Tabla 2. 5 y la lectura registrada en el medidor vatio-hora es la que corresponde al consumo de energía, en el instante en que las temperaturas cumplan con esta especificación.
- Se puede determinar dos lecturas de dos ensayos, una lectura determinada cuando las temperaturas de cada compartimento son mayores a las temperaturas objetivos y la segunda determinada cuando las temperaturas de cada compartimento son menores a las temperaturas objetivas, siempre y cuando estas temperaturas no tengan una diferencia entre ellas superior a 4K. Con esas dos lecturas se procede a realizar una interpolación y se determina el consumo de energía.

Este ensayo hace referencia a la clasificación entre Tipo I y Tipo II de los artefactos de refrigeración y define así las temperaturas:

Temperatura de almacenamiento para ensayo de energía	Refrigeradores y refrigeradores – congeladores Tipo I				Refrigeradores – congeladores Tipo II, con dispositivo de control de temperatura del compartimento congelador de alimentos				Gabinetes de almacenamiento de alimentos congelados y congeladores de alimentos	
	°C									
	a	b	c	d	e	f	g	h		
t_{max}^{***}	-18 ^a	≤-18	≤-18	≤-18	-18 ^c	≤-18	-18 ^c	≤-18	-18	≤-18
t_{min}^{**}	≤-12	-12 ^b	≤-12	≤-12	≤-12	-12 ^c	≤-12	-12 ^c	≤-12	≤-12
t_{max}^{*f}	≤+5	≤+5	+5 ^d	≤+5	+5 ^e		≤+5		----	----
t_{min}^f	≤+12	≤+12	≤+12	+12 ^b	≤+12		+12 ^c		----	----
t_{ice}	≤+3	≤+3	≤+3	≤+3	≤+3		≤+3		----	----

Si existen secciones dos estrellas o compartimentos una estrella, las condiciones de temperatura para estas secciones o compartimentos deben ser ≤ -12 °C o ≤ -6 °C, como corresponda.

Si existen compartimentos fríos, el valor máximo de t_{ice} debe ser lo más cercano posible, pero no exceder, +3 °C.

Un compartimento debe ensayarse en la condición como fue entregado.

^a Temperatura máxima del paquete M más caliente en el compartimento del congelador de alimentos y en cualquier compartimento tres estrellas de almacenamiento de alimentos congelados.

^b En general, estas temperaturas se obtienen por interpolación de acuerdo con 15.3.3.

^c En general, estas temperaturas se obtienen por interpolación de acuerdo con 15.3.4.

^d Temperatura máxima del paquete M más caliente en cualquier sección o compartimento dos estrellas.

^e Con 0 °C ≤ t_{max} , t_{min} , t_{ice} ≤ +10 °C.

^f Para t_{max} y t_{min} las condiciones son t_{max} = +5 °C con +6 °C ≤ t_{min} ≤ +12 °C (pero tan cercana como sea posible a +12 °C si el ajuste es posible – por ejemplo, por solapas).

^g t_{max} = +12 °C con t_{min} ≤ +5 °C (pero tan cercana como sea posible a +5 °C si el ajuste es posible, por ejemplo, por solapas).

^h Como un resultado de un ciclo de descongelación, la temperatura permitida aumenta para el congelador de alimentos y gabinete/compartimento y sección tres estrellas y para compartimento dos estrellas de acuerdo con la Tabla 2, aplica.

Figura 2. 8 Temperaturas objetivas en el ensayo de consumo de energía. Fuente [4, p. 40]

Una vez fijado el valor medido el valor del consumo de energía debe calcularse para un período de 24 horas y deben expresarse en kilovatios hora por 24h (kW h/24 h), con una aproximación de dos decimales.

5.3.9. Ensayo de aumento de temperatura

El objeto de este ensayo es la verificación del tiempo para el aumento de temperatura de los paquetes de ensayo en un compartimento de almacenamiento de alimentos congelados de tres o cuatro estrellas.

La parte 16 de NTE INEN IEC 62552 describe el procedimiento de este ensayo, la instalación del artefacto de refrigeración debe ser tal como para el ensayo de consumo de energía.

El ensayo debe registrar el tiempo en el que un paquete M, el más caliente, en las secciones tres o cuatro estrellas aumenta de -18°C a -9°C. Después del ciclo de funcionamiento se debe cortar el suministro de energía eléctrica.

5.3.10. Ensayo de congelación

El propósito del ensayo de congelación es verificar la capacidad de congelación de los compartimentos congeladores de alimentos, su proceso es detallado en la cláusula 17 de NTE INEN IEC 62552.

El aparato de refrigeración se ubica de acuerdo con el requerimiento de una plataforma de instalación y de las temperaturas ambientales específicas, los puntos de verificación

en los compartimentos de bodega y de alimentos frescos se cargan con paquetes M en lugar de los cilindros de cobre o latón.

El compartimento frío tiene una carga de paquetes M correspondiente al ensayo de temperaturas de almacenamiento.

Se tienen que montar dos tipos de carga en el compartimento de alimentos congelados en las secciones tres o cuatro estrellas:

- Una carga denominada como balasto o carga de lastre, en la que se debe formar una carga con una masa de 40kg por cada 100 l del volumen total de almacenamiento de los compartimentos o secciones tres estrellas. Deben existir un paquete M por cada 15kg de carga, no pueden ser menos de 4 paquetes M en ningún caso. Esta carga registra las temperaturas objetivas del ensayo de consumo de energía y se reemplaza por otra carga.
- La segunda carga que reemplaza a la carga lastre, se denomina carga liviana y debe colocarse en forma de pila acorde al ensayo de temperaturas con una masa total igual a la especificada por el fabricante para 24h de congelación, debe registrarse el tiempo de congelación de la carga liviana hasta -18°C, y la capacidad de congelación determinada durante el ensayo.

5.3.11. Ensayo de fabricación de hielo

La finalidad de este ensayo que se explica en la sección 18 de NTE INEN IEC 62552 es la de determinar la capacidad de fabricación de hielo del aparato de refrigeración.

Tiene una instalación similar a la de los ensayos de temperatura y consumo de energía, cuando se consiguen condiciones de funcionamiento estables las bandejas de hielo deben llenarse con agua hasta 5mm de la parte superior o a la posición indicada por el fabricante y colocarse en el aparato de refrigeración para ensayarse. Al término del ensayo se debe medir la masa del hielo fabricado en el período de tiempo en el que se ha realizado (por lo general 24h), además se necesita inspeccionar datos de los materiales, peso y posición de las bandejas para la fabricación de hielo.

6. Eficiencia energética

A pesar de que las normativas nacionales que conciernen a los ensayos de artefactos de refrigeración, no definen un ensayo o un procedimiento de cálculo para la eficiencia energética, es un factor vinculado con algunos valores obtenidos en los ensayos, debido mantiene relación con el consumo energético y el volumen del refrigerador.

En referencia a la importancia nacional de promover el uso de equipos eficientes, es necesario considerar documentos técnicos orientados a la determinación de Eficiencia Energética.

El reglamento para establecer el rango de eficiencia energética de aparatos de refrigeración en el Ecuador es RTE INEN 035:2009 titulado “Eficiencia energética en artefactos de refrigeración de uso doméstico, reporte de consumo de energía, métodos de prueba y etiquetado”.

En este reglamento técnico se indica los rangos de eficiencia energética desde A hasta G, en comparación con el consumo promedio de referencia nacional.

Modelos matemáticos:

Los modelos matemáticos tienen en cuenta dos consumos de referencia, el consumo de referencia nacional CER_n y los consumos de energía de referencia CER_i , las relaciones de este último determinan el grado de eficiencia energética.

Ambas relaciones de consumos de referencia son lineales y se refieren a dos parámetros un volumen ajustado VA (del refrigerador) y al consumo de energía en kW h/año ajustado a un volumen de cero CE_o .

La siguiente recta es para los valores de consumo de energía de referencia:

$$CER_i = m_i \cdot m_n \cdot VA + CE_{0n} \cdot CE_{0i}$$

En donde

m_i Representa la pendiente de la función lineal de consumo de energía de referencia.

m_n Representa la pendiente de la función lineal del consumo de energía de referencia nacional.

CE_{0n} Representa el Consumo de Energía de referencia nacional ajustado para un volumen 0.

CE_{0i} Representa el Consumo de Energía de referencia ajustado para un volumen 0.

Los coeficientes m_i y CE_{0i} se encuentran dados en base a el número de CER (coeficiente energético de referencia) y se pueden obtener de la siguiente tabla:

Tabla2. 7 Coeficientes de consumo de energía de referencia. Fuente [14, p. 4]

i	CER_i	Nombre de CER	m_i	CE_{0i}
0	CER ₀	CER_cero	m ₀ = 0	CE ₀₀ = 0
1	CER ₁	CER_uno	m ₁ = 0,675	CE ₀₁ = 0,675
2	CER ₂	CER_dos	m ₂ = 0,775	CE ₀₂ = 0,775
3	CER ₃	CER_tres	m ₃ = 0,925	CE ₀₃ = 0,925
4	CER ₄	CER_cuatro	m ₄ = 1,075	CE ₀₄ = 1,075
5	CER ₅	CER_cinco	m ₅ = 1,225	CE ₀₅ = 1,225
6	CER ₆	CER_seis	m ₆ = 1,325	CE ₀₆ = 1,325
α	CER α	CER_infinito	m α = 0	CE= α

Los coeficientes de referencia nacional m_n y CE_{0n} dependen de una clasificación específica en base a tipos de refrigerados integrados en números del 1 al 10. Esta información solo se proporciona para las clases climáticas T y ST, no hay información para SN y N.

Tabla2. 8 Coeficientes de consumo de energía de referencia nacional. Fuente [14, p. 7]

Clasificación según el diseño del producto	T		ST	
	m_n	CE_{0n}	m_n	CE_{0n}
1	1,05	254	0,60	235
2	0,47	299	0,22	237
3	0,33	640	0,60	235
4	0,33	812	0,78	305
5	0,58	367	0,78	305
6	0,60	970	0,78	305
7	0,62	391	0,78	305
8	0,57	527	0,78	305
9	0,36	264	0,47	289
10	0,52	391	0,62	376
11	0,38	160	0,48	195

Tabla2. 9 Clasificación de equipos de refrigeración, en la determinación de Eficiencia Energética. Fuente [14, p. 6]

Clasificación según el diseño del producto	Tipo artefacto	Descripción
1	Refrigerador Convencional	Refrigerador con compartimiento congelador montado interiormente, en el cual, la superficie refrigerada encierra parcialmente el congelador. Tanto el enfriamiento del compartimiento de alimentos frescos como el compartimiento congelador se realizan por convección natural. Requiere descongelado manual (la acción de descongelado puede terminarse automáticamente). Control simple.
2	Enfriador doméstico	Refrigerador sin compartimiento congelador (puede tener un compartimiento para congelación y almacenamiento de hielo) (solo refrigerador). Control simple sin descongelado automática.
3	Refrigerador - congelador	Combinación refrigerador congelador, con congelador montado en la parte superior. Descongelado automático para el compartimiento de alimentos frescos, se requiere descongelado manual para el compartimiento congelador. Se diferencia del tipo 4 por la ausencia de la circulación de aire forzado y a menudo por la presencia de una placa enfriadora en la parte posterior del compartimiento de alimentos frescos.
4	Refrigerador sin escarcha, congelador superior	Artefacto refrigerador y/o refrigerador-congelador sin escarcha con congelador montado en la parte superior, y descongelado automática (sin escarcha), pueden tener controles separados para el congelador y compartimiento de alimentos frescos. Sin servicio de hielo y/o agua a través de la puerta, incluye todos los refrigeradores con descongelado automático.
5	Refrigerador sin escarcha, congelador inferior	Refrigerador-congelador con el congelador montado en la parte inferior, y descongelado automática (sin escarcha) controles separados para el congelador y compartimiento de alimentos frescos. Sin servicio de hielo y/o agua a través de la puerta.
6	Refrigerador side by side	Combinación refrigerador-congelador con congelador montado al lado del compartimiento de alimentos frescos (side by side) y descongelado automático (sin escarcha). Puede tener controles separados para el congelador y compartimiento de alimentos frescos. Sin servicio de hielo y/o agua a través de la puerta.
7	Refrigerador sin escarcha, c/dispensador	Combinación refrigerador-congelador con el compartimiento congelador montado, en la parte superior, descongelado automática, y servicio de hielo y/o agua a través de la puerta.
8	Refrigerador side by side c/dispensador	Combinación refrigerador-congelador con el compartimiento congelador montado al lado del compartimiento de alimentos frescos (side by side) descongelado automática, y servicio de hielo y/o agua a través de la puerta.
9	Congelador vertical	Congeladores verticales con descongelación manual
10	Congelador vertical sin escarcha	Congeladores verticales no frost
11	Congelador horizontal sin escarcha	Congelador horizontal no frost

El modelo para calcular el volumen ajustado VA de los aparatos de refrigeración es el siguiente:

$$VA = V_{b-af} + V_{b-aac} \cdot FA$$

V_{b-af} Representa el volumen bruto del compartimiento de alimentos frescos.

V_{b-aac} Representa el volumen bruto del compartimiento de almacenamiento de alimentos congelados (en una de sus cinco clasificaciones).

FA Denota un factor de ajuste que se determina de la siguiente manera:

$$FA = \frac{T_{cp} - T_{r-aac}}{T_{cp} - T_{r-af}}$$

T_{cp} Es la temperatura del cuarto de pruebas.

T_{r-aac} Es la temperatura de referencia del compartimento de alimentos congelados.

T_{r-af} Es la temperatura de referencia del compartimento de alimentos frescos.

Los rangos de eficiencia energética se refieren al porcentaje de consumo en comparación con el promedio nacional:

Tabla2. 10 Rangos de consumo de energía de referencia. Fuente [14, p. 7]

Rangos de consumo de energía de referencia		
Rango	Límite superior (incluido) (%) [*]	Límite inferior (%)
A	67,5	0
B	77,5	67,5
C	92,5	77,5
D	107,5	92,5
E	122,5	107,5
F	132,5	122,5
G	α	132,5

*El porcentaje es respecto al consumo de energía de referencia nacional

Como ejemplo se toma una gráfica del reglamento RTE INEN 035, en donde se muestra los Consumos Energéticos de Referencia 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7. Para que un refrigerador se etiquete como A, en lo que respecta a Eficiencia Energética, su coordenada del volumen ajustado VA y del consumo energético anual debe permanecer por debajo de la línea denotada como 1.

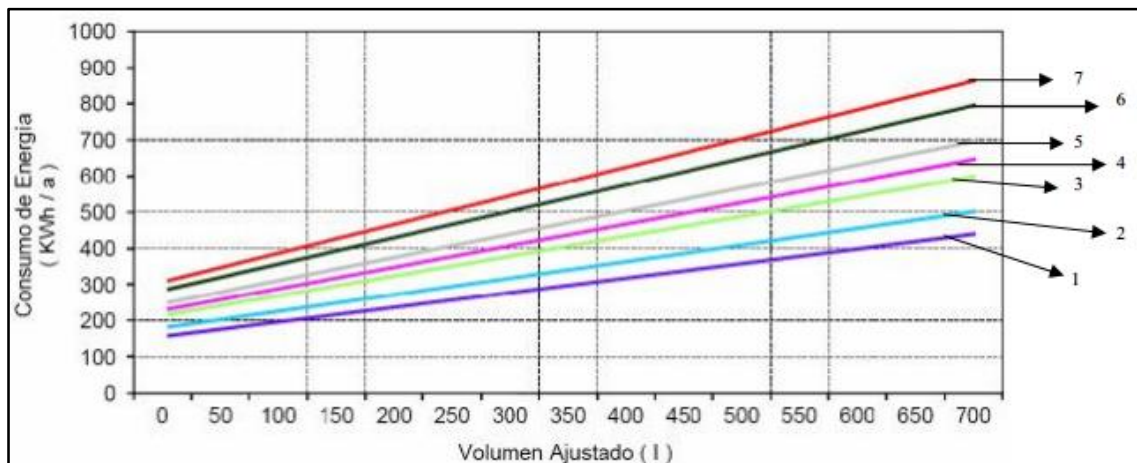


Figura 2. 9 Gráficas de CERS para un refrigerador convencional (clasificado como 1). Fuente [14, p. 15]

7. Nueva normativa Internacional

Desde el 13 de Febrero de 2015 la norma IEC 62552, ha sido modificada y se conforma por tres partes[15]:

IEC 62552-1: Household refrigerating appliances - Characteristics and test methods - Part 1: General requirements

IEC 62552-2: Household refrigerating appliances - Characteristics and test methods - Part 2: Performance requirements

IEC 62552-3: Household refrigerating appliances - Characteristics and test methods - Part 3: Energy consumption and volumen.

La normativa, cuya estructura se asemeja a la norma australiana y neozelandesa vigente, contiene dos ensayos nuevos: un ensayo con puertas abiertas del aparato de refrigeración y otro ensayo respecto a los estantes destinados para la colocación de vinos. A esto se le añade que la parte 3 de la normativa se dedica a la eficiencia energética, a diferencia de la normativa anterior que no se concentraba directamente al cálculo de este parámetro.

8. Conclusiones Parciales

Existe una sola normativa reconocido por un Organismo Internacional de normalización referida a los ensayos en los artefactos de refrigeración, se trata del documento IEC 62552 que ha reemplazado al documento ISO 15502. Sin embargo a nivel internacional se manejan con fuerza otras tres normas: en Estados Unidos AHAM HRF-1, en Japón JIS C 9607 y en Australia y Nueva Zelanda AS/NZS 4474. Entre estos textos los procedimientos de ensayos tienen algunas variaciones y coincidencias. La norma japonesa es la que mayor número de pruebas y ensayos proporciona. AHAM describe en su normativa un corto número de ensayos, tres más una sección de seguridad, destacando la determinación de la eficiencia energética para un aparato de refrigeración que se diferencia de la metodología aplicada en la parte segunda de la reglamentación australiana y neozelandesa que incluye el procedimiento de etiquetado. Esta norma en su parte uno especifica definiciones generales acerca de los artefactos de refrigeración y dedican los anexos a la explicación ejemplificada de los procedimientos para llevar a cabo los ensayos.

En el ámbito nacional se encuentran dos normativas vigentes referidas a los ensayos en artefactos de refrigeración doméstica, la primera con su tercera revisión de 2011 con el número NTE INEN 2206 y la segunda, que es una traducción de IEC 62552 al castellano, con número NTE INEN IEC 62552. Ambas contienen una cantidad de diez ensayos, sin considerar la determinación de dimensiones lineales (que entre otras cosas contempla el establecimiento del volumen bruto y neto del refrigerador), con especificaciones bastante similares.

La mitad de los ensayos a realizarse, bajo la normativa nacional, requieren de temperaturas ambientales de salas que se puedan fijar en 10°C, 16°C, 25°C, 32°C, 38°C y 43°. También la mitad de ellos exigen ubicar el artefacto de refrigeración en una plataforma de madera construida de 5 placas pintadas a negro mate.

Fuera de las normativas estudiadas y analizadas, se encuentra el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE 035 del año 2009 que mantiene una estrecha relación con las normativas nacionales de ensayos a los artefactos de refrigeración, debido a que especifica los parámetros de determinación de la eficiencia energética para aparatos refrigeradores. Considerando dos variables que se obtienen de los ensayos en refrigeradores su volumen bruto y el consumo de energía.

Recientemente la norma internacional IEC 62552 ha sido modificada y ahora es un conjunto de tres partes, su parte final se concentra detalladamente en el consumo de energía y el volumen por la determinación de factores de eficiencia energética.

9. Referencias

- [1] E. Vértice, *Gestión de la calidad (ISO 9001/2008)*. Editorial Vértice, 2010.
- [2] «Reseña Histórica», *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. .
- [3] «ISO 15502:2005 - Household refrigerating appliances-Characteristics and test methods». [En línea]. Disponible en: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=27428. [Accedido: 04-feb-2015].
- [4] NTE INEN-IEC 62552, *Aparatos Domésticos de Refrigeración- Características y métodos de ensayo.*, Primera. Ecuador: International Electrotechnical Comission, 2007.
- [5] «Association of Home Appliance Manufacturers». [En línea]. Disponible en: <http://www.aham.org/ht/d/ProductDetails/sku/4048-110-140>. [Accedido: 04-feb-2015].
- [6] «Japanese Industrial Standards Committee:Japanese Industrial Standards-Outline of JIS». [En línea]. Disponible en: <http://www.jisc.go.jp/eng/jis-act/index.html>. [Accedido: 04-feb-2015].
- [7] «Search and Buy a Standard». [En línea]. Disponible en: <http://www.standards.org.au/SearchandBuyAStandard/Pages/default.aspx>. [Accedido: 04-feb-2015].

- [8] AHAM HRF-1, 2004, *Energy and Internal Volume of Refrigerating Appliances*. Washington-DC, USA: American National Standards Institute, 2008.
- [9] JIS C 9607, *Household electric refrigerators, refrigerators-freezers and freezers*. Japan: Japanese Standards Association, 1986.
- [10] AS/NZS 4474.1, *Performance of household electrical appliances- refrigerating appliances. Part 1: Energy consumption and performance. Part 2: Energy labeling and minimum energy performance standard requirements*. Wellington, New Zealand: Standards Association of New Zealand, 2007.
- [11] NTE INEN 2206, *Artefactos de refrigeración domésticos con o sin escarcha. Refrigeradores con o sin compartimiento de temperatura. Requisitos e inspección.*, 3.ª ed. Ecuador, 2015.
- [12] NTE INEN-IEC 60335-1, *Aparatos Electrodomésticos y Análogos. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales.*, Quinta., vol. 1. Ecuador: International Electrotechnical Commission, 2014.
- [13] IEC 60335-2:24, *Particular requirements for refrigerating appliances, ice-cream appliances and ice-makers*, Sexta. International Electrotechnical Commission, 2002.
- [14] RTE 035:2009, *Eficiencia energética en artefactos de refrigeración de uso doméstico, reporte de consumo de energía, métodos de prueba y etiquetado.*, Primera. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2009.
- [15] «Buy IEC 62552-3 ed1.0 - Household refrigerating appliances - Characteristics and test methods - Part 3: Energy consumption and volume | IEC Webstore | Publication Abstract, Preview, Scope». [En línea]. Disponible en: http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/ArtNum_PK/50833!openDocument. [Accedido: 23-feb-2015].

CAPÍTULO III

EL LABORATORIO DE ENSAYOS PARA ARTEFACTOS DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA

1. Aparatos de refrigeración doméstica comercializados en el país

En el país existen marcas nacionales y extranjeras que comercializan refrigeradores domésticos en el país.

Las marcas nacionales son:

- DUREX
- ECASA
- INDURAMA

Las marcas multinacionales son:

- ELEXTROLUX
- GENERAL ELECTRIC GE
- HACEB
- MABE
- LG
- WHIRLPOOL

Con la finalidad de diseñar algunos equipos necesarios para la realización de ensayos en los artefactos de refrigeración doméstica es fundamental identificar ciertos parámetros, tales como:

- Dimensiones lineales: Altura, anchura y profundidad.
- Peso del refrigerador.
- Suministro de Energía y sus características.

En las tablas siguientes se proporciona la información de las variables mencionadas en correspondencia con los modelos que se fabrican y mercadean en la actualidad.

Tabla 3. 1 Características de refrigeradores. Marcas nacionales.

MARCA	Cantidad de modelos	Anchura [mm]		Profundidad [mm]		Altura [mm]		Peso [kg]		E. eléctrica	
		Máx	mín	Máx	mín	Máx	mín	Máx	mín	V [V]	f [hz]
DUREX	5	660	580	750	590	1540	1200	--	--	110	60
ECASA	3	640	590	670	600	1750	1540	75	71	110	60
INDURAMA	30	895	540	730	560	1805	1400	--	--	110	60

Tabla 3. 2 Características de refrigeradores. Marcas multinacionales.

MARCA	Cantidad de modelos	Anchura [mm]		Profundidad [mm]		Altura [mm]		Peso [kg]		E. eléctrica	
		Máx	mín	Máx	mín	Máx	mín	Máx	mín	V [V]	f [hz]
ELECTROLUX	33	911	496	790	525	1920	850	--	--	110 y 120	60
GENERAL ELECTRIC	8	911	742	845	728	1840	1753	--	--	115 y 120	60
HACEB	11	942	610	881	690	1812	1340	129	40	110	60
MABE	14	744	554	781	628	1873	1573	--	--	110	60
LG	5	912	825	830	720	1870	1750	126	79	115	60
WHIRLPOOL	18	910	610	890	570	1857	1470	110	52	110	60

Las características más importantes de los 127 modelos disponibles en el mercado nacional de refrigeradores domésticos se refieren a dimensiones lineales, peso, tensión y frecuencia.

Las máximas dimensiones lineales son: anchura 942mm, profundidad 890mm y altura 1920mm.

El peso mayor de un artefacto de refrigeración corresponde a 129kg. Todos los aparatos de refrigeración necesitan de un suministro de energía eléctrica de corriente alterna con una frecuencia nominal de 60hz. La tensión de la corriente eléctrica tiene como valores de fábrica 110, 115 y 120V.

2. Cantidad de artefactos a ensayar

Las dos normas vigentes en el Ecuador, tienen diferentes indicaciones en la cantidad de equipos a ensayar.

La norma NTE-INEN 2206 escoge la cantidad de equipos a ensayar en base al sistema AQL (Nivel de calidad aceptable) en concordancia con la norma ISO NTE INEN 2859-1.

Tabla 3. 3 Tabla de muestreo. Fuente [1, p. 17]

Letra clave	Tamaño del lote	Tamaño de la muestra	Plan de muestreo para inspección simplificada AQL=4%.	
			Ac.	Re.
A	2-50	2	0	1
B	51-500	2	0	1
C	501 en adelante	2	0	1

Es decir que bajo esta normativa, se deben ensayar dos artefactos de refrigeración y ninguno de ellos puede tener resultados defectuosos o se rechazaría el lote.

La norma NTE INEN IEC 62552 menciona la realización de los ensayos en un artefacto de refrigeración, si es que el aparato escogido no cumple con los requerimientos establecidos en su Anexo E, se proceden a seleccionar otros tres refrigeradores pertenecientes al mismo lote al que se le practican todos los ensayos. [2, p. 84]

3. Ensayos y sus requerimientos:

Los ensayos en los artefactos de refrigeración que se ejecutarán en el laboratorio, se encuentra regulados por las normas nacionales NTE INEN 2206 Y NTE INEN IEC 62552, que describen los procedimientos de forma similar.

En total son once ensayos, cada uno con sus particulares requisitos. Estas exigencias se clasifican en una tabla que considera los siguientes parámetros:

- Cantidad y tipo de personal para la realización del ensayo.
- Equipos e Instrumentación que intervienen en el ensayo.
- Condiciones necesarias concernientes a: temperaturas ambientales, humedad relativa, suministro de energía.
- Área oportuna para el ensayo. (Debe considerar la mínima sección del espacio total ocupado por un refrigerador con su puerta abierta, en relación a las dimensiones máximas de ancho [942mm] y profundidad [890mm] de un refrigerador nacional).

3.1. Primer ensayo: Determinación de dimensiones lineales, volúmenes y áreas.

Tabla 3. 4 Requisitos del primer ensayo

ENSAYO: Determinación de dimensiones lineales, volúmenes y áreas.	
PERSONAL	
Cantidad	Una persona.
Característica	No calificado.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS	
Equipos	Ordenador para el registro de datos.
Instrumentación	Medidor lineal con una precisión de 1mm para determinar las dimensiones lineales de los compartimentos, estantes y otros componentes del aparato de refrigeración.
CONDICIONES NECESARIAS	
Temperatura ambiental	No existe condición.
Humedad relativa	Menor al 75%.
Suministro de Energía	No necesita.
ÁREA APROXIMADA	
1m ancho por 1,9 de profundidad. (Aproximado 2m ²)	

3.2. Segundo ensayo: Ensayo de hermeticidad de puertas, cubiertas o sellos de gavetas.

Tabla 3. 5 Requisitos del segundo ensayo.

ENSAYO: Hermeticidad de puertas, cubiertas o sellos de gaveta.	
PERSONAL	
Cantidad	Una persona.
Característica	No calificado.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS	
Equipos	No requiere.
Instrumentación	Tira de papel con un espesor de 0,08mm (verificado según la norma ISO 534) con un ancho de 50mm y con un largo mayor al sello a probar para verificar su no deslizamiento, asegurando adecuadamente el paso de corrientes de aire al interior.
CONDICIONES NECESARIAS	
Temperatura ambiental	Entre 16°C a 32°C.
Humedad relativa	Menor al 75%.
Suministro de Energía	No necesita.
ÁREA APROXIMADA	
1m ancho por 1,9 de profundidad. (Aproximado 2m ²)	

3.3. Tercer ensayo: Ensayo de fuerza de apertura de puertas o cubiertas.

Tabla 3. 6 Requisitos del tercer ensayo.

ENSAYO: Fuerza de apertura de puertas o cubiertas.	
PERSONAL	
Cantidad	Una persona.
Característica	No calificado.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS	
Equipos	No requiere.
Instrumentación	Dinamómetro, con una lectura superior a los 70N, para medir la fuerza con la que se puede abrir la puerta del refrigerador. Ventosas para adherir el dinamómetro a la puerta del aparato de refrigeración.
CONDICIONES NECESARIAS	
Temperatura ambiental	Entre 16°C a 32°C.
Humedad relativa	Menor al 75%.
Suministro de Energía	No necesita.
ÁREA APROXIMADA	
1m ancho por 1,9 de profundidad. (Aproximado 2m ²)	

3.4. Cuarto ensayo: Ensayo de durabilidad de puertas, cubiertas y gavetas.

Tabla 3. 7 Requisitos del cuarto ensayo.

ENSAYO: Durabilidad de puertas, cubiertas y gavetas.	
PERSONAL	
Cantidad	Una persona.
Característica	No calificado.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS	
Equipos	Equipo de ensayo para completar ciclos automáticos de apertura y cierre de puerta de los aparatos de refrigeración. Equipo de ensayo para completar ciclos automáticos de apertura y cierre de las gavetas de aparatos de refrigeración.
Instrumentación	Ninguna.
CONDICIONES NECESARIAS	
Temperatura ambiental	Entre 16°C a 32°C.
Humedad relativa	Menor al 75%.
Suministro de Energía	No necesita.
ÁREA APROXIMADA	
1m ancho por 3m de profundidad (longitud de la máquina). (Aproximado 3m ²)	

3.5. Quinto ensayo: Ensayo de resistencia mecánica de estantes y componentes similares.

Tabla 3. 8 Requisitos del quinto ensayo.

ENSAYO: Resistencia mecánica de estantes y componentes similares.	
PERSONAL	
Cantidad	Una persona.
Característica	No calificado.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS	
Equipos	Ninguno.
Instrumentación	Medidor lineal con precisión de 1mm, para determinar la dimensión de apertura de las gavetas. Cronómetro para registrar el tiempo de ensayo de 1 hora. Pesas cilíndricas de 1000g con diámetro de 80mm. Pesas cilíndricas de 500g con diámetro de 80mm.
CONDICIONES NECESARIAS	
Temperatura ambiental	Entre 16°C a 32°C.
Humedad relativa	Menor al 75%.
Suministro de Energía	No necesita.
ÁREA APROXIMADA	
1m ancho por 1,9 de profundidad. (Aproximado 2m ²)	

3.6. Sexto ensayo: Ensayo de temperaturas de almacenamiento.

Tabla 3. 9 Requisitos del sexto ensayo.

ENSAYO: Temperaturas de almacenamiento.	
PERSONAL	
Cantidad	Dos personas.
Característica	Calificada y No Calificada.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS	
Equipos	Plataforma de instalación para la ubicación del aparato de refrigeración. Dispositivo de Adquisición de datos de temperatura en períodos no mayores a 60s. Ordenador para el registro de datos.
Instrumentación	Cilindros de cobre y latón para el registro de temperaturas ambientales y de temperaturas en los compartimentos de almacenamiento de alimentos frescos y de bodega, con diámetro y altura de 12,5mm. Paquetes de ensayo para contener las sondas de temperatura en el registro de temperaturas de los compartimentos frío y de almacenamiento de alimentos congelados. Sondas de temperatura cuya incertidumbre de la medición no sea mayor que $\pm 0,5K$.
CONDICIONES NECESARIAS	
Temperatura ambiental	Debe poderse fijar en los siguientes valores: 10°C, 16°C, 32°C, 38°C y 43°C. De acuerdo a la clase climática a la que correspondan.
Humedad relativa	Menor al 75%.
Suministro de Energía	La energía eléctrica debe poseer una tensión y una frecuencia indicadas por el fabricante con una tolerancia de $\pm 1\%$.
ÁREA APROXIMADA	
El ancho se incrementa en 600mm por la tarima de instalación. Ancho 1,6m y Profundidad 1,9m. Aproximado de 3m ² .	

3.7. Séptimo ensayo: Ensayo de condensación del vapor de agua.

Tabla 3. 10 Requisitos del séptimo ensayo.

ENSAYO: Condensación del vapor de agua.	
PERSONAL	
Cantidad	Una persona.
Característica	Calificada
EQUIPOS E INSTRUMENTOS	
Equipos	Plataforma de instalación para la ubicación del aparato de refrigeración. Dispositivo de Adquisición de datos de temperatura en períodos no mayores a 60s. Ordenador para el registro de datos.
Instrumentación	Cilindros de cobre y latón para el registro de temperaturas ambientales y de temperaturas en los compartimentos de almacenamiento de alimentos frescos y de bodega, con diámetro y altura de 12,5mm. Paquetes de ensayo para contener las sondas de temperatura en el registro de temperaturas de los compartimentos frío y de almacenamiento de alimentos congelados. Sondas de temperatura cuya incertidumbre de la medición no sea mayor que $\pm 0,5K$.
CONDICIONES NECESARIAS	
Temperatura ambiental	Debe poderse fijar en los siguientes valores: 25°C y 32°C.
Humedad relativa	Debe ser tal que el punto de condensación se encuentre en 19°C $\pm 0,5^\circ\text{C}$ y 27°C $\pm 0,5^\circ\text{C}$.
Suministro de Energía	La energía eléctrica debe poseer una tensión y una frecuencia indicadas por el fabricante con una tolerancia de $\pm 1\%$.
ÁREA APROXIMADA	
El ancho se incrementa en 600mm por la tarima de instalación. Ancho 1,6m y Profundidad 1,9m. Aproximado de 3m ² .	

3.8. Octavo ensayo: Ensayo del consumo de energía:

Tabla 3. 11 Requisitos del octavo ensayo.

ENSAYO: Consumo de energía.	
PERSONAL	
Cantidad	Una persona.
Característica	Calificada
EQUIPOS E INSTRUMENTOS	
Equipos	Plataforma de instalación para la ubicación del aparato de refrigeración. Dispositivo de Adquisición de datos de temperatura en períodos no mayores a 60s. Ordenador para el registro de datos.
Instrumentación	Cilindros de cobre y latón para el registro de temperaturas ambientales y de temperaturas en los compartimentos de almacenamiento de alimentos frescos y de bodega, con diámetro y altura de 12,5mm. Paquetes de ensayo para contener las sondas de temperatura en el registro de temperaturas de los compartimentos frío y de almacenamiento de alimentos congelados. Sondas de temperatura cuya incertidumbre de la medición no sea mayor que $\pm 0,5K$. Medidor vatio-hora con una lectura mínima de 0,001kW h y deben tener exactitud de $\pm 1\%$. Watímetro de corriente alterna hasta 130V de rango mínimo, con precisión de 0,1V.
CONDICIONES NECESARIAS	
Temperatura ambiental	Debe poderse fijar en los siguientes valores: 10°C, 16°C, 32°C, 38°C y 43°C. De acuerdo a la clase climática a la que correspondan.
Humedad relativa	Menor a 75%.
Suministro de Energía	La energía eléctrica debe poseer una tensión y una frecuencia indicadas por el fabricante con una tolerancia de $\pm 1\%$.
ÁREA APROXIMADA	
El ancho se incrementa en 600mm por la tarima de instalación. Ancho 1,6m y Profundidad 1,9m. Aproximado de 3m ² .	

3.9. Noveno ensayo: Ensayo de aumento de temperatura

Tabla 3. 12 Requisitos del noveno ensayo

ENSAYO: Aumento de temperatura.	
PERSONAL	
Cantidad	Una persona.
Característica	Calificada
EQUIPOS E INSTRUMENTOS	
Equipos	Plataforma de instalación para la ubicación del aparato de refrigeración. Dispositivo de Adquisición de datos de temperatura en períodos no mayores a 60s. Ordenador para el registro de datos.
Instrumentación	Cilindros de cobre y latón para el registro de temperaturas ambientales y de temperaturas en los compartimentos de almacenamiento de alimentos frescos y de bodega, con diámetro y altura de 12,5mm. Paquetes de ensayo para contener las sondas de temperatura en el registro de temperaturas de los compartimentos frío y de almacenamiento de alimentos congelados. Sondas de temperatura cuya incertidumbre de la medición no sea mayor que $\pm 0,5K$. Medidor vatio-hora con una lectura mínima de 0,001kW h y deben tener exactitud de $\pm 1\%$. Vatímetro de corriente alterna hasta 130V de rango mínimo, con precisión de 0,1V.
CONDICIONES NECESARIAS	
Temperatura ambiental	Debe poderse fijar en los siguientes valores: 10°C, 16°C, 32°C, 38°C y 43°C. De acuerdo a la clase climática a la que correspondan.
Humedad relativa	Menor a 75%.
Suministro de Energía	La energía eléctrica debe poseer una tensión y una frecuencia indicadas por el fabricante con una tolerancia de $\pm 1\%$.
ÁREA APROXIMADA	
El ancho se incrementa en 600mm por la tarima de instalación. Ancho 1,6m y Profundidad 1,9m. Aproximado de 3m ² .	

3.10. Décimo ensayo: Ensayo de congelación:

Tabla 3. 13 Requisitos del décimo ensayo.

ENSAYO: Ensayo de congelación	
PERSONAL	
Cantidad	Una persona.
Característica	Calificada
EQUIPOS E INSTRUMENTOS	
Equipos	Plataforma de instalación para la ubicación del aparato de refrigeración. Dispositivo de Adquisición de datos de temperatura en períodos no mayores a 60s. Ordenador para el registro de datos.
Instrumentación	Cilindros de cobre y latón para el registro de temperaturas ambientales y de temperaturas en los compartimentos de almacenamiento de alimentos frescos y de bodega, con diámetro y altura de 12,5mm. Paquetes de ensayo para contener las sondas de temperatura en el registro de temperaturas de los compartimentos frío y de almacenamiento de alimentos congelados. Sondas de temperatura cuya incertidumbre de la medición no sea mayor que $\pm 0,5K$. Medidor vatio-hora con una lectura mínima de 0,001kW h y deben tener exactitud de $\pm 1\%$. Vatímetro de corriente alterna hasta 130V de rango mínimo, con precisión de 0,1V.
CONDICIONES NECESARIAS	
Temperatura ambiental	Debe poderse fijar en los siguientes valores: 10°C, 16°C, 32°C, 38°C y 43°C. De acuerdo a la clase climática a la que correspondan.
Humedad relativa	Menor a 75%.
Suministro de Energía	La energía eléctrica debe poseer una tensión y una frecuencia indicadas por el fabricante con una tolerancia de $\pm 1\%$.
ÁREA APROXIMADA	
El ancho se incrementa en 600mm por la tarima de instalación. Ancho 1,6m y Profundidad 1,9m. Aproximado de 3m ² .	

3.11. Décimo primer ensayo: Ensayo de fabricación de hielo.

Tabla 3. 14 Requisitos del décimo primer ensayo.

ENSAYO: Fabricación de hielo	
PERSONAL	
Cantidad	Una persona.
Característica	Calificada
EQUIPOS E INSTRUMENTOS	
Equipos	Plataforma de instalación para la ubicación del aparato de refrigeración. Dispositivo de Adquisición de datos de temperatura en períodos no mayores a 60s. Ordenador para el registro de datos.
Instrumentación	Cilindros de cobre y latón para el registro de temperaturas ambientales y de temperaturas en los compartimentos de almacenamiento de alimentos frescos y de bodega, con diámetro y altura de 12,5mm. Paquetes de ensayo para contener las sondas de temperatura en el registro de temperaturas de los compartimentos frío y de almacenamiento de alimentos congelados. Sondas de temperatura cuya incertidumbre de la medición no sea mayor que $\pm 0,5K$. Sondas de temperatura para la medición de la temperatura del agua de suministro con tolerancia de $\pm 1^{\circ}C$. Vatímetro de corriente alterna hasta 130V de rango mínimo, con precisión de 0,1V.
CONDICIONES NECESARIAS	
Temperatura ambiental	Debe poderse fijar en los siguientes valores: 10°C, 16°C, 32°C, 38°C y 43°C. De acuerdo a la clase climática a la que correspondan. La temperatura de agua de suministro para la fabricación de hielo debe ser de 25°C y 32°C.
Humedad relativa	Menor a 75%.
Suministro de Energía	La energía eléctrica debe poseer una tensión y una frecuencia indicadas por el fabricante con una tolerancia de $\pm 1\%$.
ÁREA APROXIMADA	
El ancho se incrementa en 600mm por la tarima de instalación. Ancho 1,6m y Profundidad 1,9m. Aproximado de 3m ² .	

En base a todos los requerimientos por ensayo se establecen tres tipos:

- Equipos que deben diseñarse.
- Equipos e instrumentos que deben seleccionarse.

- Características particulares que requieren las zonas de ensayo.

3.12. Equipos a diseñarse.

Existen tres equipos que se tienen que diseñar para su construcción posterior:

- Plataforma de instalación para el refrigerador. Necesario para el sexto, séptimo, octavo, noveno, décimo y décimo primer ensayo.
- Máquina de apertura y cierre de puerta del refrigerador. Necesaria para el tercer ensayo.
- Máquina de apertura y cierre de gavetas. Necesaria para el tercer ensayo.

3.13. Equipos e instrumentos para medición.

Se requiere adquirir una variedad y cantidad significativa de instrumentos para la ejecución de los ensayos. Para una unidad de refrigeración ensayada se necesita:

3.13.1. Cilindro de cobre recubierto de estaño o latón.

Especificación Técnica: Diámetro 15,2mm. Altura 15,2mm.

Descripción de su utilización: Se utilizan para tres situaciones particulares:

A) Tres se utilizan para la medición de la temperatura ambiente en los ensayos del 6 al 11. Dos deben ubicarse a 350mm de distancia de cada pared lateral del refrigerador y su altura y profundidad coinciden con las dimensiones medias del refrigerador. Y la última por debajo de la plataforma de instalación.

B) Tres se utilizan para la medición de tres temperaturas, en los ensayos del 6 al 11, del compartimento de alimentos frescos concorde las indicaciones.

C) Tres se utilizan para la medición de tres temperaturas, en los ensayos 6 al 11, en el compartimento de bodega.

Cantidad total requerida: 9

3.13.2. Pesas cilíndricas de 1000g

Especificación Técnica: Masa 1000g. Diámetro 80mm.

Descripción de su utilización: Se utilizan para el ensayo 5, las pesas deben ubicarse de manera vertical sin superponerse, ocupando la mayor área posible.

Consideraciones: En base a las dimensiones máximas de ancho y profundidad 942 y 890 respectivamente (a partir de la sección 1 del presente capítulo) se debe definir el máximo de círculos con diámetro de 80mm que pueden caber en esta área.

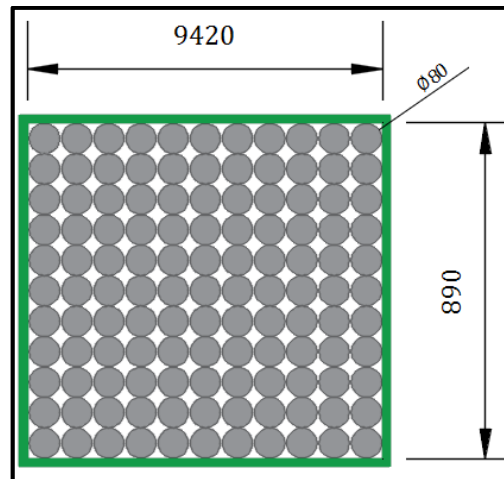


Figura 3. 1 Distribución de pesas en una gaveta con dimensiones máximas. Fuente Autores

Caben como máximo 11 filas y 11 columnas por tanto se necesitan 121 pesas.

Las pesas se seleccionarán de acero, con un valor de su densidad de 7850kg/m^3 , la altura de las pesas debe ser de 25,4mm.

Cantidad total requerida: 121

3.13.3. Pesas cilíndricas de 500g.

Especificación Técnica: Masa 500g. Diámetro 80mm.

Descripción de su utilización: Se utilizan para el ensayo 5 cuando los componentes no pueden exceder la altura de 150mm, las pesas deben ubicarse de manera vertical sin superponerse, ocupando la mayor área posible.

Consideraciones: En base a las dimensiones máximas de ancho y profundidad 942 y 890 respectivamente (a partir de la sección 1 del presente capítulo) se debe definir el máximo de círculos con diámetro de 80mm que pueden caber en esta área.

Caben como máximo 11 filas y 11 columnas por tanto se necesitan 121 pesas.

Las pesas se seleccionarán de acero, con un valor de su densidad de 7850kg/m^3 , la altura de las pesas debe ser de 12,7mm.

Cantidad total requerida: 121

3.13.4. Paquetes de ensayo.

Especificación Técnica: A: (50x100x200)mm Masa:1kg

B: (50x100x100)mm Masa:500g

C: (50x50x100)mm Masa:250g

D: (25x100x200)mm Masa:500g

Descripción de su utilización: Se utilizan para los ensayos 6 al 11, y una parte parcial del ensayo 5. Su función principal es actuar como plan de carga en los compartimento congelador de alimentos y el en compartimento de almacenamiento de alimentos congelados. Se deben cargar apilados hasta una distancia mayor a 10mm pero menor a 35 mm a una parte superior interna del refrigerador en donde se forma la pila. Además la distancia entre pilas tiene que ser mayor o igual a 15mm.

Consideraciones: Primero el compartimento frío debe disponer de por lo menos dos paquetes de ensayo, nombrados como D, cuyas dimensiones lineales son 25x100x200mm y su masa de 500g.

Los paquetes de ensayos deben conformar el plan de carga de los compartimentos de alimentos congelados, considerando su mayor espacio en referencia a las mayores dimensiones de los refrigeradores disponibles a nivel nacional. De manera que las dimensiones máximas de una sección congeladora de alimentos serían: 471mm de ancho (caso extremo en el que la mitad del aparato sea una sección congeladora), 890mm de profundidad y 1920mm. A todas estas dimensiones se les debe sustraer por lado una dimensión de 50mm correspondiente al espesor de las paredes.

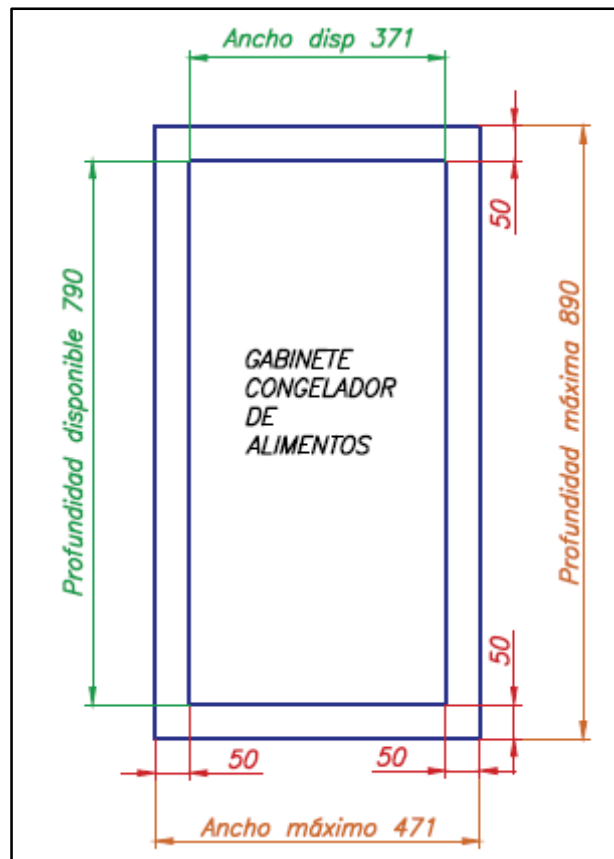


Figura 3. 2 Sección máxima congeladora de alimentos. Dimensiones referentes al ancho y a la profundidad. Fuente Autores.

Los paquetes de ensayo nombrados como A, con masa de 1kg, deben colocarse sobre las superficies horizontales apegadas a las superficies verticales del refrigerador. La base de estos paquetes es de 200x100mm, en el área máxima transversal del gabinete de alimentos congelados se podrían colocar 9 de estos, respetando una distancia mínima de 15mm con respecto a la colocación de otro paquete. Encima de cada paquete colocado se debe formar una pila, en el mejor de los casos recta completamente.

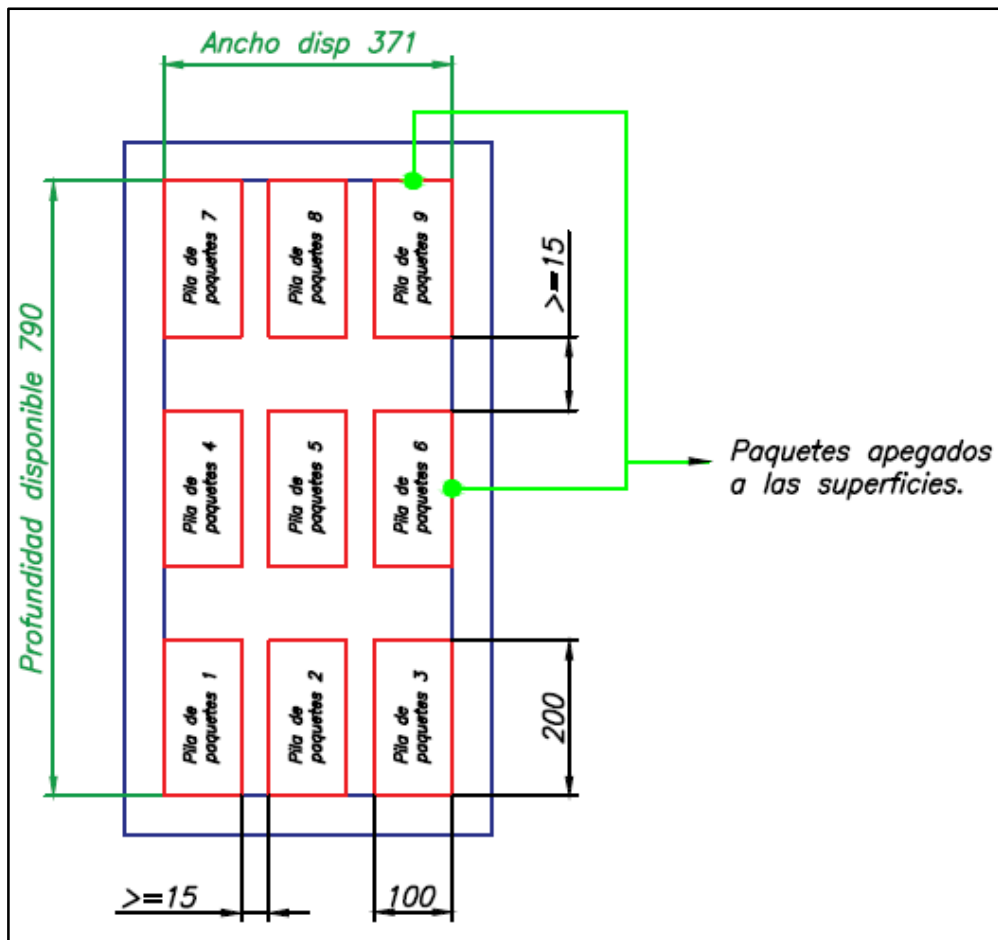


Figura 3. 3 Máxima disposición de paquetes en la superficie horizontal de una sección congeladora.
Fuente Autores.

Suponiendo la no existencia de interrupciones en la elevación, debido a estantes o divisiones, se tiene una altura disponible de 1820mm. La altura de estos paquetes es de 50mm, el resultado de dividir la distancia disponible para la altura de los paquetes genera la posibilidad de colocar un total de 36. El paquete colocado más arriba debe mantener una distancia con la pared superior interna del refrigerador de 10 a 35mm.

El total de paquetes nombrados como A, responde al producto de pilas, 9, con el máximo de paquetes a colocar verticalmente uno sobre otro, 36. Esto genera la necesidad de contener 324 paquetes de ensayo.

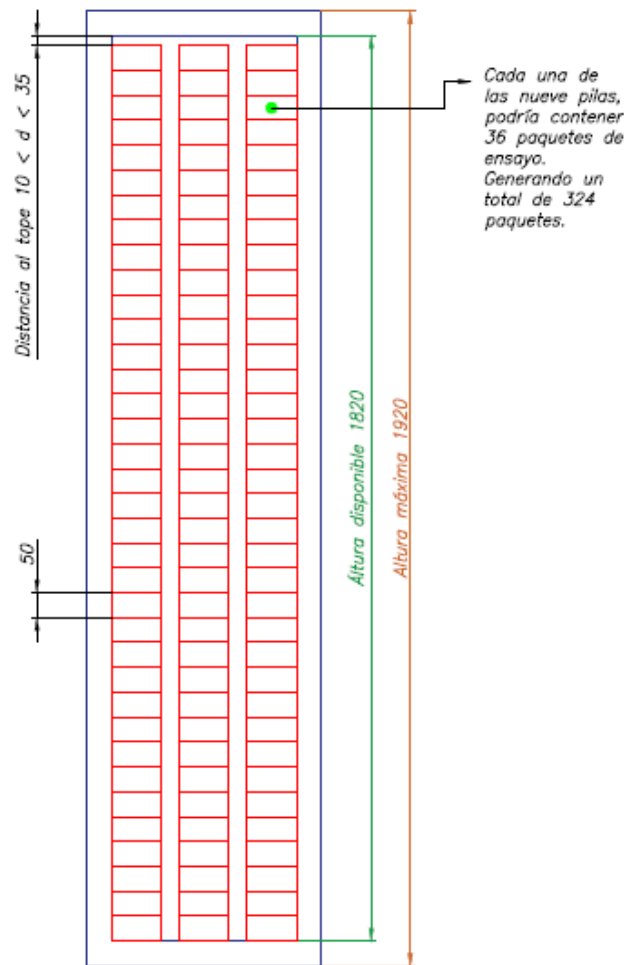


Figura 3. 4 Paquetes ubicados en elevación en la sección congeladora. Fuente Autores.

Sin embargo los paquetes, nombrados como A, no pueden ser siempre colocados libremente debido a restricciones en las superficies verticales cuyas esquinas son redondeadas e imposibilitan apegar los paquetes completamente a las paredes del refrigerador. En estos casos se utilizan otros tipos de paquetes como base de las pilas que se tienen que conformar, mencionados paquetes se nombran como B y C, podrían existir 4 de estos paquetes para cada sección que tenga sus paredes redondeadas en las esquinas. Nuevamente como límite se podría concebir una sección congeladora dividida en cinco partes y con las esquinas de las paredes redondeadas, tal situación produce la necesidad de 20 paquetes de los nombrados B y C.

Cantidad total requerida: Paquetes nombrados como A: 324

Paquetes nombrados como B: 20

Paquetes nombrados como C: 20

Paquetes nombrados como D: 2

3.13.5. Paquetes M

Especificación Técnica: Masa 500g. Dimensiones lineales 25x100x200mm.

Descripción de su utilización: Se utilizan para los ensayos 6 al 11, se utilizan en cuatro situaciones:

A) Para el ensayo de un refrigerador-congelador, son los encargados de medir la temperatura en los compartimentos de alimentos frescos y compartimento bodega. En cada compartimento se especifican tres puntos de medición, por lo tanto se necesitan 6 paquetes M.

B) En los ensayos 6 al 11 se necesitan para cargar el compartimento frío, si es que se tiene un máximo volumen (mayor a 80 l) se necesita de 10 paquetes M.

C) Los paquetes M se deben disponer en los compartimentos de congelación o de almacenamiento de alimentos congelados entre los paquetes de ensayo. Se deben ubicar en donde se esperan las temperaturas más altas y más bajas, por lo general uno por división existente y otros en las divisiones de las puertas. Aproximadamente se necesita de unos 8 paquetes M como máximo.

D) Se utilizan en el ensayo de congelación entre las cargas lastres y livianas en los compartimentos de congelación de tres o cuatro estrellas. Se necesitan paquetes M por cada 3kg de carga liviana, en una disposición similar a la indicada en 3.13.4, que indica un aproximado de 300kg y el número de paquetes M sería de 100.

Cantidad total requerida: 100

3.13.6. Sondas de temperatura

Especificación Técnica: Longitud 3m. Rango de temperaturas de -18°C hasta 43°C.

Descripción de su utilización: Se utilizan para los ensayos 6 al 11, se utilizan en tres situaciones:

A) Para la medición de temperaturas ambientales (tres lugares) comprendidas entre 10°C y 43°C de acuerdo a las clases climáticas a la que correspondan.

B) Tres para la medición de las temperaturas del compartimento de alimentos frescos, en donde la temperatura puede variar entre 0°C a 8°C. Para el compartimento bodega la

temperatura va desde 8°C hasta 14°C. Se necesitan tres sondas para cada compartimento en total 6 con un rango de 0°C y 14°C.

C) Para los compartimento frío se necesita una temperatura de -2°C hasta 3°C, se necesitan un máximo de 10 que son los máximos paquetes M que se pueden ubicar. Para el compartimento congelador o de almacenamiento de alimentos congelados se necesita una temperatura de -18°C hasta la temperatura ambiente, para un máximo total de 14 paquetes M.

Todas las sondas deben tener una longitud apropiada, aproximada de 2m para su manipulación.

Cantidad requerida: 33.

3.13.7. Sistema de adquisición de datos

Especificación Técnica: Por lo menos treinta y tres entradas. Registrar los datos en períodos inferiores a 60s.

Descripción de su utilización: Se utilizan para los ensayos 6 al 11 para el registro y almacenamiento de temperaturas.

Cantidad requerida: 1

3.13.8. Medidores de distancias lineales

Especificación Técnica: Precisión de 1mm. Rango de mediciones de 0 a 150mm. De 0 a 2000m.

Descripción de su utilización: Se utiliza en el primer ensayo, además de los ensayos 6 al 11 para definir la colocación de los cilindros de cobre o latón.

Cantidad requerida: 2

3.13.9. Vatímetro

Especificación Técnica: Lectura mínima de 0,001kW h y deben tener exactitud de $\pm 1\%$.

Descripción de su utilización: Se utiliza en el octavo ensayo para el registro de energía consumida por el aparato de refrigeración.

Cantidad requerida: 1

3.13.10. *Multímetro*

Especificación Técnica: Rango mayor a 120V (en medida de tensión AC), tolerancia con un $\pm 1\%$.

Descripción de su utilización: Se utiliza para medir en los ensayos del 6 al 11, la tensión de la energía eléctrica suministrada.

Cantidad requerida: 1

3.13.11. *Estabilizador de voltaje*

Especificación Técnica: Estabilizar a 110V, 115V, 120V.

Descripción de su utilización: Se utiliza para cumplir con el requisito de 1% la diferencia de tensión con la nominal. Son de tres valores de acuerdo a los refrigeradores comercializados nacionalmente.

Cantidad requerida: 3

3.13.12. *Dinamómetro*

Especificación Técnica: Digital, rango superior a 70N.

Descripción de su utilización: Se utiliza para el tercer ensayo, se debe abrir la puerta del refrigerador con este.

Cantidad requerida: 1

3.13.13. *Ventosas*

Especificación Técnica: Ventosa de nudillo.

Descripción de su utilización: Se utiliza para el tercer ensayo para anclar al dinamómetro y abrir la puerta del refrigerador.

Cantidad requerida: 1

3.13.14. *Tira de papel*

Especificación Técnica: Ancho 50mm. Espesor 0,08mm. Largo superior a 50mm.

Descripción de su utilización: Se utiliza para el segundo ensayo en la verificación de la hermeticidad ubicada en los sellos de las puertas del refrigerador.

Cantidad requerida: 100.

3.14. Condiciones ambientales.

Las condiciones ambientales para la realización de los ensayos necesita de temperaturas fijadas en los valores de: 10°C, 16°C, 25°C, 32°C, 38°C y 43°C.

En cinco ensayos se requiere una temperatura ambiental dentro del rango de 16°C a 32°C y con una humedad relativa no sobrepasada del 75%.

Para las temperaturas fijas de 25°C y 32°C, la humedad relativa tiene que ser 50% y 75% respectivamente. Estos valores se utilizan en el ensayo de condensación de vapor.

Tabla 3. 15 Resumen de instrumentos requeridos a seleccionarse.

Instrumento	Cantidad	Especificación Técnica
Cilindro de cobre o latón.	9	Diámetro=15,2mm. Altura=15,2mm.
Pesas cilíndricas 1000g	121	Masa: 1000g Diámetro 80mm. Altura: 25,4mm. Material Acero.
Pesas cilíndricas de 500g	121	Masa: 500g Diámetro 80mm. Altura: 12,7mm. Material Acero.
Paquetes de ensayo	A: 324 B:20 C:20 D:2	Nombrados como A: (50x100x200)mm Masa:1kg Nombrados como B: (50x100x100)mm Masa:500g Nombrados como C: (50x50x100)mm Masa:250g Nombrados como D: (25x100x200)mm Masa:500g
Paquetes M	100	Masa 500g Dimensiones lineales: 25x100x200 mm
Sondas de temperatura	33	Longitud 2m. Rango de temperatura -18°C hasta 43°C.
Sistema de adquisición de datos	1	Por lo menos treinta y tres entradas. Registrar los datos en períodos inferiores a 60s.
Medidores de distancias lineales.	2	Rango de mediciones de 0 a 150mm. De 0 a 2000m.
Vatímetro	1	Lectura mínima de 0,001kW h y deben tener exactitud de $\pm 1\%$
Multímetro	1	Rango mayor a 120V, tolerancia con un 1%.
Estabilizador de voltaje	3	Uno de 110V. Uno de 115V. Uno de 120V.
Dinamómetro	1	Lectura digital, rango superior a 70N.
Ventosas	1	De nudillo.
Tira de papel	100	Ancho 50mm. Espesor 0,08mm. Largo superior a 50mm.

4. Diseño de Equipos

4.1. Diseño de Plataforma

Requisitos: La plataforma para instalar el artefacto de refrigeración debe contener cuatro paredes que se especifican en la siguiente figura:

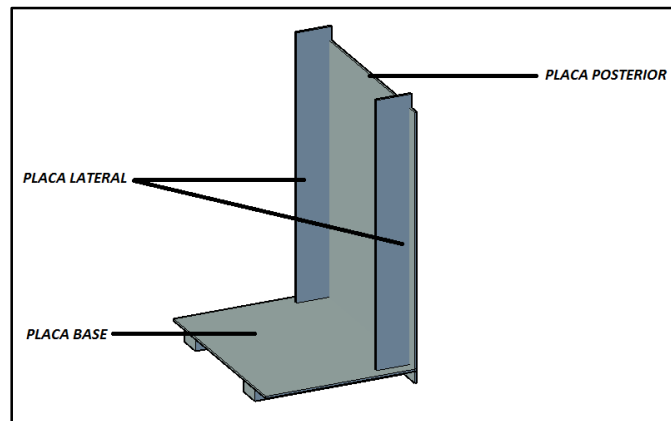


Figura 3. 5 Partes de la plataforma de instalación. Fuente Autores

Las placas que conforman la plataforma deben ser construidas de madera y pintadas de negro mate, con espesores de 16mm a 30mm. Las placas base, lateral y posterior tienen que superar en 300mm a las dimensiones del aparato de refrigeración según se indicó en la Figura 2.1 del segundo capítulo.

La plataforma debe situarse a más de 50mm del piso, las paredes laterales deben movilizarse para conseguir el cometido de encontrarse a 300mm de cada pared lateral del refrigerador.

Diseño:

Placa base: La placa base debe superar en 600mm al ancho máximo del refrigerador, y en 300mm a la profundidad máxima. Dado el ancho máximo de 942mm y la profundidad máxima de 890mm, la placa tendrá dimensiones de 1,7m de ancho x 1,3m de profundidad para sobrepasar los límites necesarios.

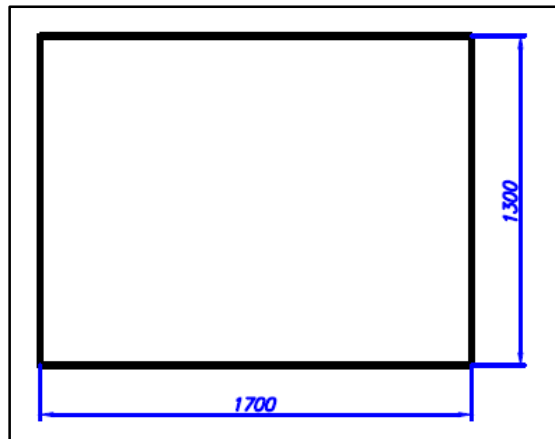


Figura 3. 6 Dimensiones placa base. Fuente Autores.

Placa posterior: La altura de la placa posterior y de los tabiques debe superar por lo menos en 300mm a la altura del refrigerador, con una dimensión de altura máxima de 1920mm la consideración final sería de 2220, se diseña a 2250mm. El ancho es igual al de la placa base.

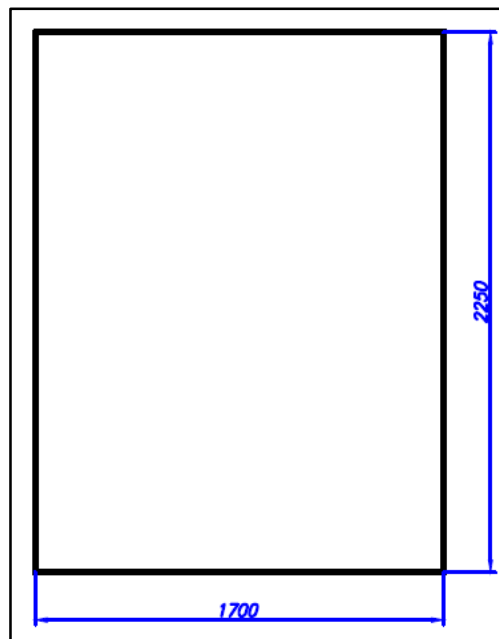


Figura 3. 7 Dimensiones placa posterior. Fuente Autores.

Placas laterales: Las placas lateras tienen una dimensión de 300mm de acuerdo a la norma, y una altura de 2250mm de acuerdo a la altura de la placa posterior.

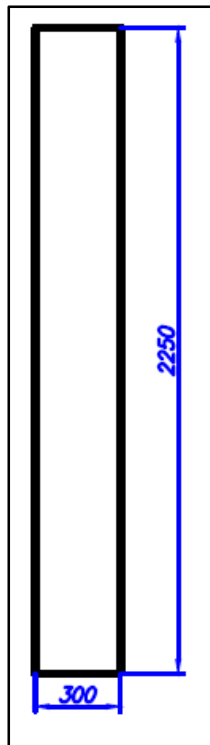


Figura 3. 8 Dimensiones de las placas laterales. Fuente Autores.

Determinación del espesor requerido:

Se determina la carga por unidad de longitud, a partir del área en la que se ejerce:

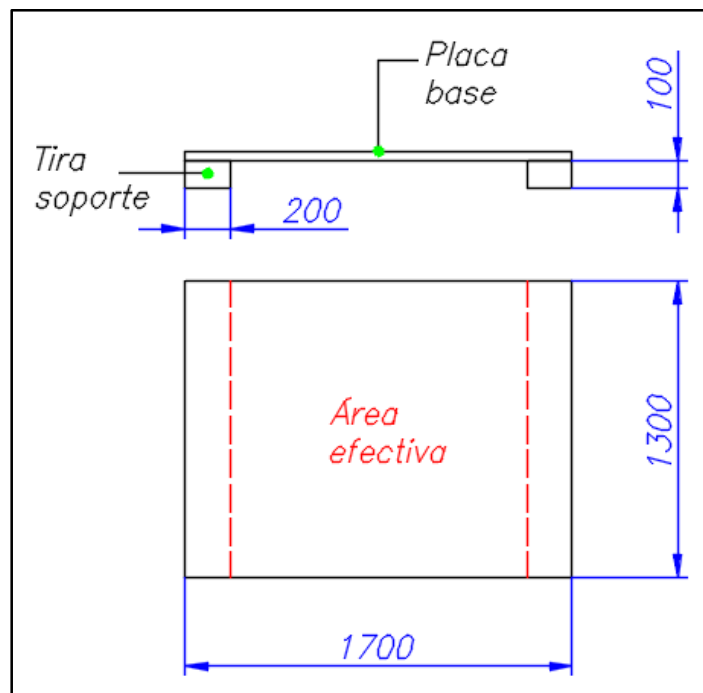


Figura 3. 9 Área efectiva de la fuerza sobre la plataforma. Fuente Autores.

La carga se compone de una carga muerta referida al peso máximo de un refrigerador de 129kg, y a una carga dinámica tomada como una carga predefinida concerniente a una bodega de almacenamiento ligero [3, p. 13] por la circulación de personal que se puede producir y las herramientas o equipos que se pueden asentar sobre esta área.

Cálculo del área:

$$A = l \text{ argo} * \text{ancho}$$

$$A = 1300mm * 1300mm$$

$$A = 1690000mm^2$$

$$A = 1,69m^2$$

Peso máximo de un refrigerador = 129 kg

$$\text{Carga muerta} = \frac{129kg}{1,69m^2} = 76,33 \frac{kg}{m^2} = 748,54 \frac{N}{m^2}$$

$$\text{Carga viva para almacenamiento ligero de bodega: } 125 \frac{lb}{ft^2} = 5985,032 \frac{N}{m^2}$$

Tabla 3. 16 Carga total sobre la placa base. Fuente autores.

Tabla de Cargas	N/m²
Carga Muerta (Cmb)	748,54
Carga Viva (Cvb)	5985,032
Carga Total (Ctb)	6733,572

C_{tb} es la carga para el área efectiva, la carga (w_b) por metro sobre la base resulta del producto de C_{tb} y el ancho.

$$w_b = C_{tb} \cdot \text{ancho} = 6733,572 \frac{N}{m^2} \cdot 1,3m = 8754 \frac{N}{m}$$

Resultando la siguiente disposición de carga por metro:

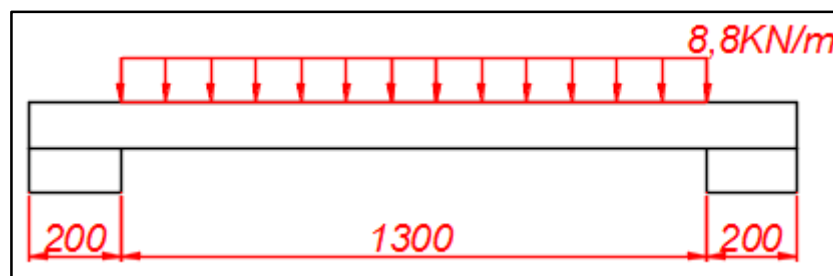


Figura 3. 10 Carga por metro sobre la base de la plataforma. Fuente Autores.

Que genera una reacción estática R_{eb} en los soportes y un momento máximo M_{mb} de:

$$R_{eb} = 5690,1\text{N}$$

$$M_{mb} = 1850\text{Nm}$$

De la ecuación general del esfuerzo de flexión, aplicado a la base se tiene:

$$\frac{2I_b}{e_b} = \frac{M_{mb}}{\sigma_{fm}}$$

En donde

I_b representa la inercia de la base.

e_b espesor de la base.

σ_{fm} Esfuerzo a flexión de la madera.

Considerando la inercia de la base como la de un rectángulo que implica al ancho a_b y su espesor, se tiene una relación en función de este último parámetro:

$$e_b = \sqrt{\frac{M_{mb}}{6 \cdot \sigma_{fm} \cdot a_b}}$$

Con un valor de esfuerzo de flexión mínimo de la madera 12MPa. [4, p. 14]

El espesor mínimo requerido resulta en 4,45mm.

La exigencia de la norma es un espesor de 16 a 30mm, se elige un espesor de 18mm por disponibilidad.

Desplazamiento de las placas laterales:

Para cumplir el requisito de ubicar cada uno de los dos tabiques a 300mm de distancia de las paredes laterales del refrigerador, estos deben ser movibles, se ha diseñado un sistema en base a una ranura en T, en donde se ancla una guía T junto a un espárrago para la fijación del desplazamiento del tabique sobre la placa posterior.

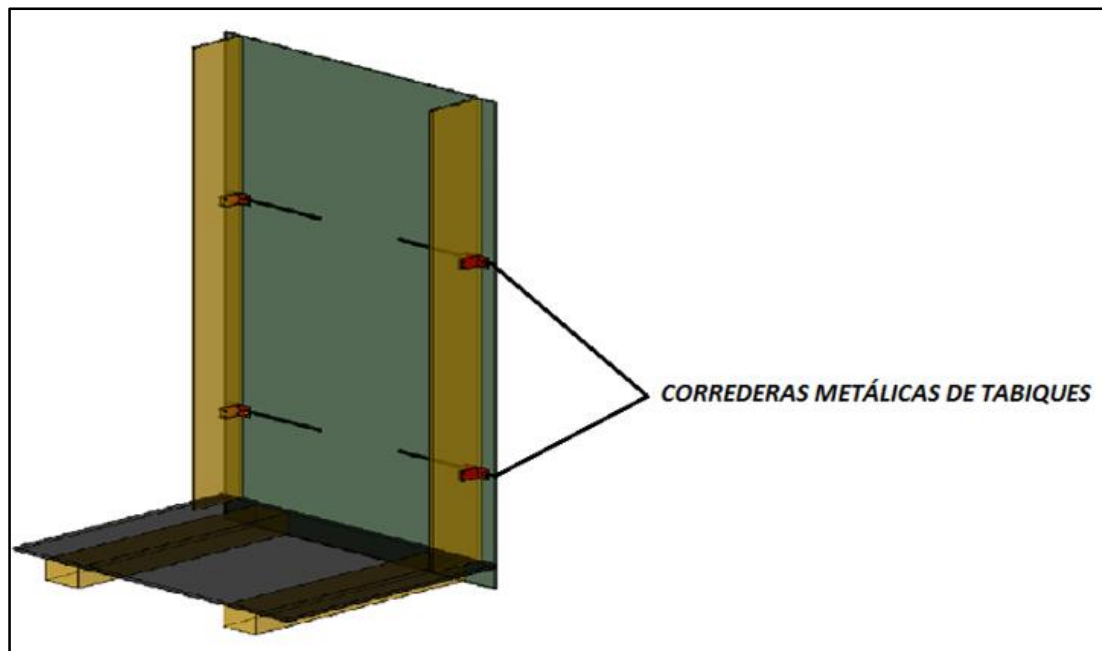


Figura 3. 11 Correderas para desplazamiento de tabiques. Fuente Autores

Necesidades potenciales: Esta plataforma requiere:

- 7,4m² de madera con espesor de 18mm.
- Dos tiras de madera con dimensión de 200x100x1300mm.
- Ocho tes.
- Ocho espárragos.
- Ocho tuercas.
- 12 pernos.

4.2. Máquina de apertura y cierre de puerta

Requisitos: La máquina debe abrir y cerrar la puerta del refrigerador, la fuerza aplicada debe permanecer entre 5 y 10° de apertura de la puerta. Respecto del cierre la puerta debe ser cerrada cuando alcance una apertura de 45°, y la fuerza aplicada debe ser mantenida entre 40 y 35° de apertura. Se pueden realizar 30000 o 100000 operaciones. La apertura debe durar la cuarta parte del ciclo de cierre, y se debe repetir todo el intervalo de abrir y cerrar la puerta entre 10 a 25 veces por minuto.

Diseño:

Tiempo: El tiempo máximo de duración de todo el ciclo es de 6s y el mínimo es de 2,4s. Se escoge un tiempo aproximado de 4s, dentro del rango, de manera que la apertura

debería realizarse en 0,8s y el cierre en 3,2s (por la relación de ciclo de cierre = 4 ciclo de apertura).

Masa de la puerta estimada: Se considerará la puerta como una placa delgada debido a que la dimensión del espesor de la puerta es pequeño en comparación con las medidas de altura y ancho.

La estimación de la mayor masa de la puerta se obtiene usando las dimensiones máximas de altura y ancho, considerando también un espesor de 40mm sólidos de espuma de polietileno más una caja de lámina de acero.

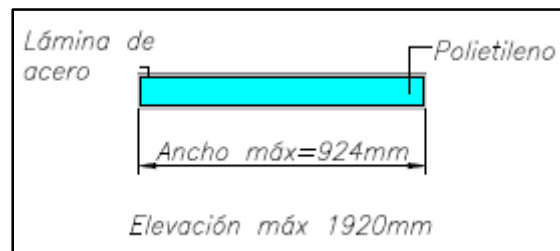


Figura 3. 12 Estimación de la masa de la puerta de un refrigerador. Fuente Autores.

La masa máxima estimada resulta 34kg desde:

Tabla 3. 17 Estimación de la masa del refrigerador. Fuente Autores.

Materiales	Volumen [m ³]	Densidad [kg/m ³]	Masa [kg]
Polietileno	0,685824	15	10,29
Acero	0,003016704	7850	23,68
TOTAL			33,97

Fuerza requerida de apertura: Para determinar la fuerza de la apertura se necesita primero obtener la aceleración angular constante necesaria para un arco de 10°, en la cuarta parte del tiempo total de apertura.

En la relación, el arco θ_{apc} es igual a $\frac{\pi}{12}$ rad (el arco máximo de control equivalente a 15°), el tiempo t_{apc} es igual a 0,27s (aproximadamente la tercera parte del tiempo de apertura que es lo que se permite controlar) y la velocidad angular inicial ω_0 es igual a cero. [5, p. 319]

$$\theta_{apc} = \omega_0 \cdot t_{apc} + \frac{1}{2} \alpha_c \cdot t_{apc}^2$$

La aceleración angular constante α_c adquiere el valor de $7,2\text{rad/s}^2$.

Para obtener la fuerza necesaria de apertura se analiza cinéticamente la puerta del refrigerador, considerada como una lámina delgada. Se añade también un par de 70N por la mitad de la distancia total de la puerta, que se tiene que vencer para abrirla por seguridad según el ensayo 2.

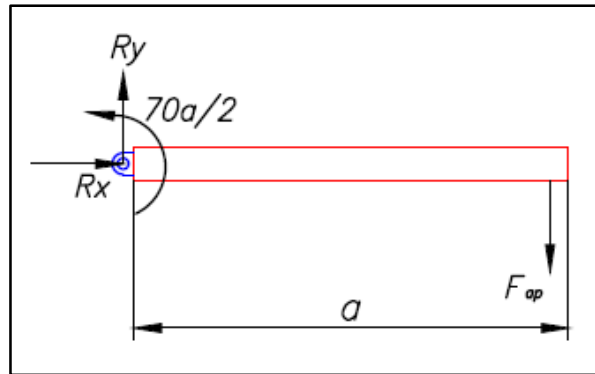


Figura 3. 13 Análisis cinético apertura de la puerta. Fuente Autores.

Utilizando la ecuación de movimiento de rotación:

$$\sum M_{\text{Bisagra}} = I_{\text{respecto bisagra}} \cdot \alpha_c$$

Los momentos existentes a la bisagra son el momento inicial a vencer y la Fuerza de apertura F_{ap} con una distancia del ancho de la puerta a . La inercia de la puerta con respecto a la bisagra es $1/3$ del ancho cuadrado por la masa máxima. La relación de la fuerza de apertura F_{ap} es:

$$F_{ap} = \frac{1}{3} \cdot a \cdot m_p \cdot \alpha_c + 70\text{N}$$

Donde m_p es la máxima masa del refrigerador, de 34kg , a es el ancho del refrigerador con un máximo de $0,942\text{m}$.

Esto resulta en una fuerza necesaria de apertura de 147N .

Fuerza requerida de cierre: Se necesita considerar la aceleración angular con la que llega la puerta hasta la posición de 45° , después de 15° la puerta debe rotar libremente.

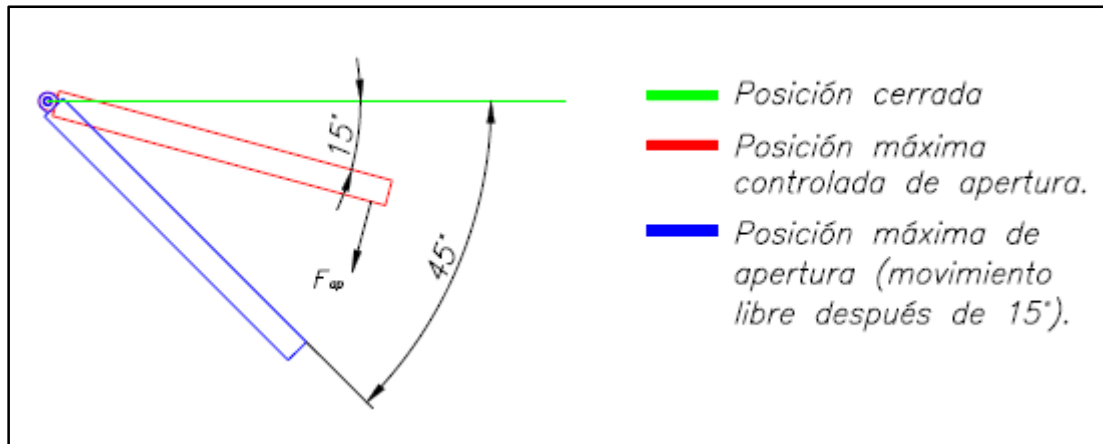


Figura 3. 14 Posiciones de apertura de la puerta, movimiento controlado y libre. Fuente Autores.

Desde el análisis cinemático en base a las siguientes relaciones se obtiene la aceleración angular al final del movimiento de apertura α_{c2} .

$$\omega_{apc} = 2\alpha_c \cdot \theta_{apc}$$

$$\theta_{apl} = \omega_{apc} \cdot t_{apl} + \frac{1}{2} \alpha_{c2} \cdot t_{apl}^2$$

En donde ω_{apc} es la velocidad angular de la puerta al final del período controlado. El tiempo de apertura libre t_{apl} es de 0,53s (el restante para contemplar 0,8s del ciclo de apertura). Los arcos θ_{apc} , apertura de la puerta controlada, y θ_{apl} , la apertura de la puerta con movimiento libre, son de 15° y 30° respectivamente.

De las ecuaciones definidas se determina α_{c2} con un valor de 2,5424rad/s².

El primer valor para la fuerza de cierre F_{cp1} es el necesario para detener la aceleración de la puerta, del análisis cinético se tiene un valor de 54N.

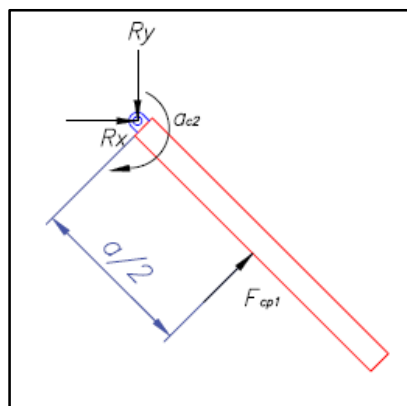


Figura 3. 15 Análisis cinético, cierre de puerta. Fuente Autores.

Después se considera el instante de empuje de parte del dispositivo de cierre, mismo que tendría una duración de 3,2s. De la cinemática se obtiene que la aceleración para la cuarta parte del movimiento 10° , en un tiempo aproximado a la cuarta parte del total de cierre 0,8s. La aceleración total final necesaria sería $0,54 \text{ rad/s}^2$. La fuerza total F_{cp2} requerida para el cierre, se obtiene de un último análisis cinético 11,53. El resultado total de la fuerza requerida para el cierre F_{cp} es de 65,6N.

Dispositivos del equipo: El equipo a diseñarse contará con dos actuadores lineales capaces de aplicar las fuerzas requeridas de apertura y cierre. Para ambos se necesita una regulación angular y lineal para que puedan comportarse de las dos maneras (como dispositivo de apertura y como dispositivo de cierre).

Los dispositivos deben contar con válvulas reguladoras de caudal y válvulas reguladoras de presión, con el objeto de modificar su velocidad y fuerza.

El ciclo será continuo al partir de dispositivos que accione un sistema electro-neumático.



Figura 3. 16 Dispositivos en máquina de apertura y cierre de puertas.

Carrera de los actuadores: La carrera del actuador será máxima en el proceso de apertura en suposición a que el actuador se apegas totalmente a la puerta del refrigerador. Por relación trigonométrica el radio, ancho de 942mm, a un ángulo de 15° produce una altura relativa de 667mm, pero la dimensión adecuada de un actuador de 600mm porque estos serán desplazables verticalmente.

Esquema electro-neumático: Este esquema muestra el funcionamiento automático del dispositivo de apertura y cierre de puertas.

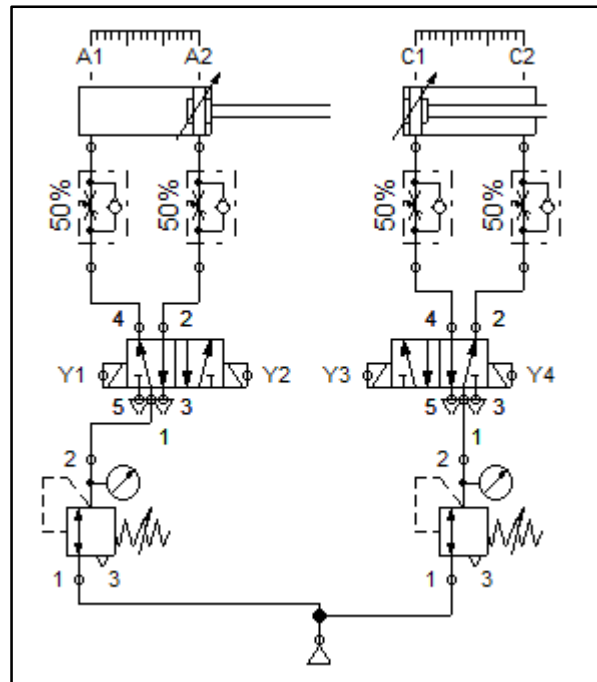


Figura 3. 17 Esquema neumático de dispositivo abre y cierra puertas. Fuente Autores.

En la secuencia de control, se incluyen dos pulsantes para comandar el inicio de cierre y apertura de las puertas, nombrados como SIC y SIA respectivamente.

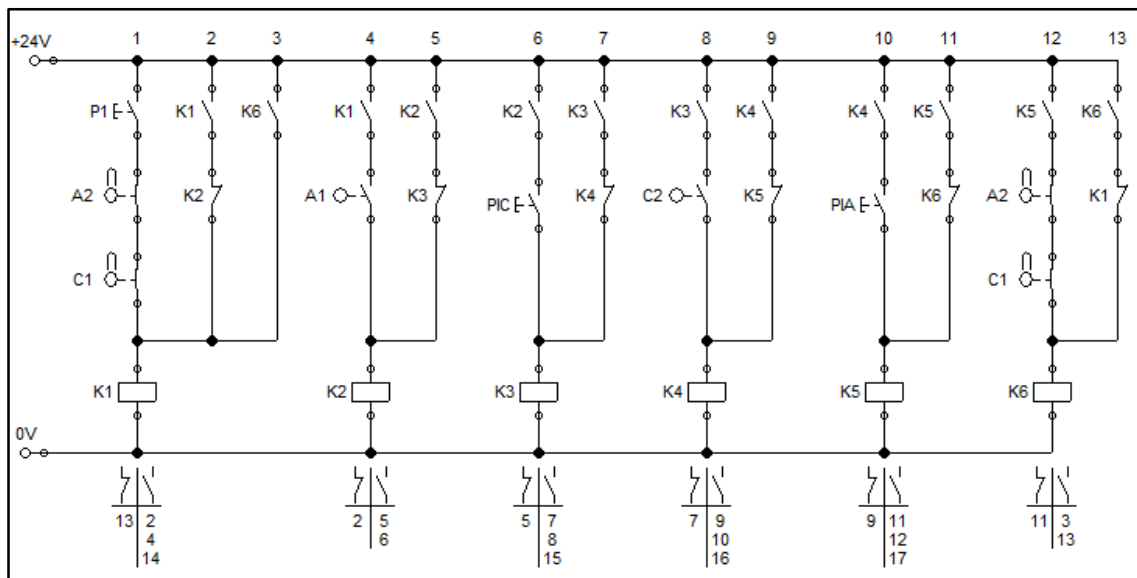


Figura 3. 18 Esquema eléctrico de dispositivo abre y cierra puertas. Fuente Autores.

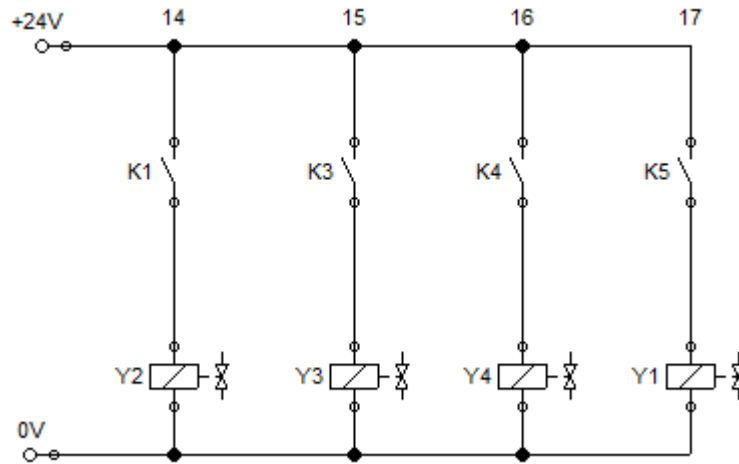


Figura 3. 19 Esquema de control de movimiento dispositivos de apertura y cierre de la máquina.

Ventosas: Para garantizar la sujeción del actuador con la puerta del refrigerador en el proceso de apertura, se necesita de un cable a tensar sujeto en una ventosa y en el actuador, en donde se puede regular su largo.

La fuerza máxima es de 147N, la presión en el interior de la ventosa se obtiene de la relación:

$$F_{Tv} = (P_{at} - P_{vacío}) * A * g$$

En esta relación F_{Tv} es la fuerza teórica de la ventosa en N, P_{at} es la presión atmosférica en MPa, A es el área en mm^2 y g representa la gravedad. [6, p. 195]

Para una presión atmosférica de 89kPa, la presión de vacío necesaria es de 0,0872MPa equivalente a 654mmHg, considerando tres ventosas de diámetro 4cm.

Necesidades potenciales:

- Tablero de aluminio para mesa con ranuras.
- Dos actuadores de desplazamiento lineal, 600mm, de doble efecto con fuerzas de hasta 150N.
- Cuatro válvulas estranguladoras.
- Dos válvulas reguladoras de presión.
- Ventosa con vacío de 654 mm Hg.
- Cable nylon.
- Brida para regulación de cable.
- Compresor.

- 6 Relés.
- Contactor de rodillo.
- Tubos rectangulares estructurales, soporte de la mesa.

4.3. Máquina de apertura y cierre de gavetas.

Requisitos: La norma requiere de un elemento para abrir y cerrar gavetas, considerando una profundidad máxima de 890mm en relación a la dimensión máxima de un refrigerador, además se debe considerar la posibilidad de desplazarse en ancho entre 920mm y en elevación en 1920mm.

Diseño:

La condición inicial es un actuador que posea por lo menos 890mm de carrera, sin embargo el texto guía de procedimientos especifica una reducción en 15% de la carrera para el ensayo.

Se necesita de un dispositivo de desplazamiento en las coordenadas verticales y horizontales.



Figura 3. 20 Equipo para abrir y cerrar gavetas del refrigerador. Fuente Autores.

Necesidades potenciales:

- Actuador lineal con carrera de doble efecto, máximo de 900mm.
- Fuerza del actuador de 150N mínimo.
- Tubos rectangulares estructurales.
- Pernos y guías.
- Válvula estranguladora.
- Válvula reguladora de presión.
- Compresor.

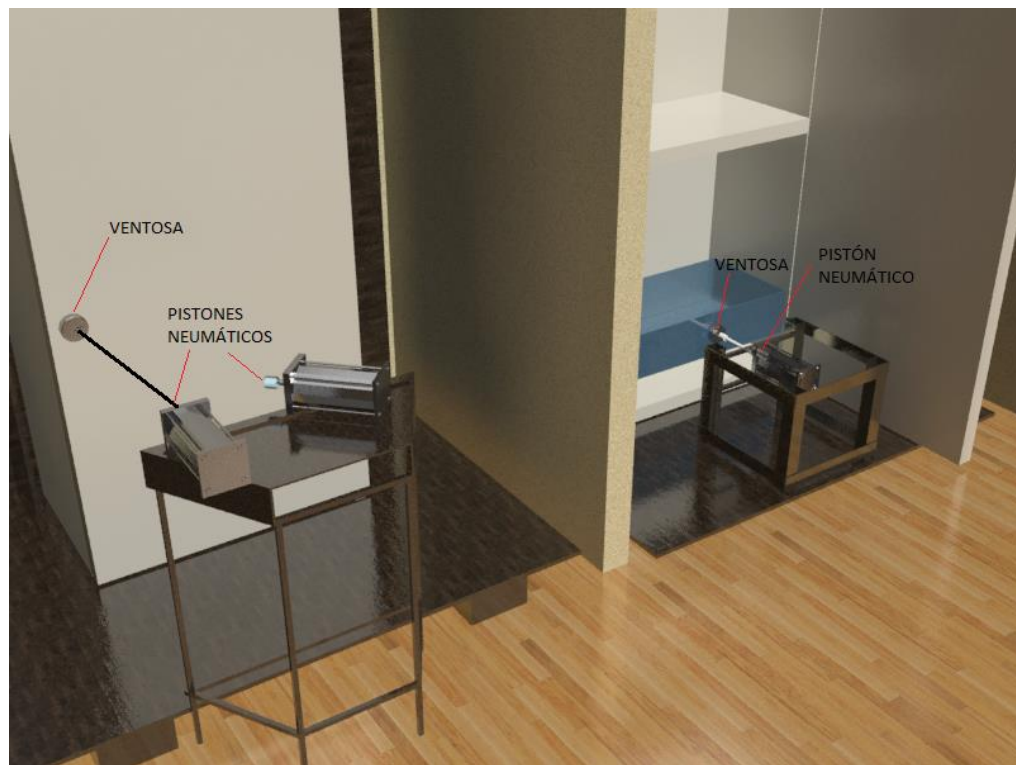


Figura 3. 21 Máquina de puertas y gavetas. Posición inicial de apertura. Fuente Autores.



Figura 3. 22 Máquina de puertas y gavetas. Posición inicial de cierre. Fuente Autores.

5. Diseño de ambientes

5.1. Localización del laboratorio

El lugar de implementación del laboratorio de ensayos para artefactos de refrigeración es la Sede Cuenca de la Universidad Politécnica Salesiana, en específico en el sótano de los laboratorios del área de Ingeniería Mecánica.

Este lugar, sótano, dispone de las siguientes dimensiones 28m de largo x 4,60m de ancho y 2,50m de altura.

5.2. Disposición de ambientes.

La mitad de los ensayos no requiere una temperatura fija de trabajo, sino una temperatura entre un rango de 16°C a 32°C. La parte restante, seis de los once ensayos, requiere de una temperatura fija de trabajo que puede ser: 10°C, 16°C, 25°C, 32°C, 38°C y 43°C por esta razón se divide así el laboratorio:

El laboratorio contará con una zona climatizada y con otra zona no climatizada denominada como normal.

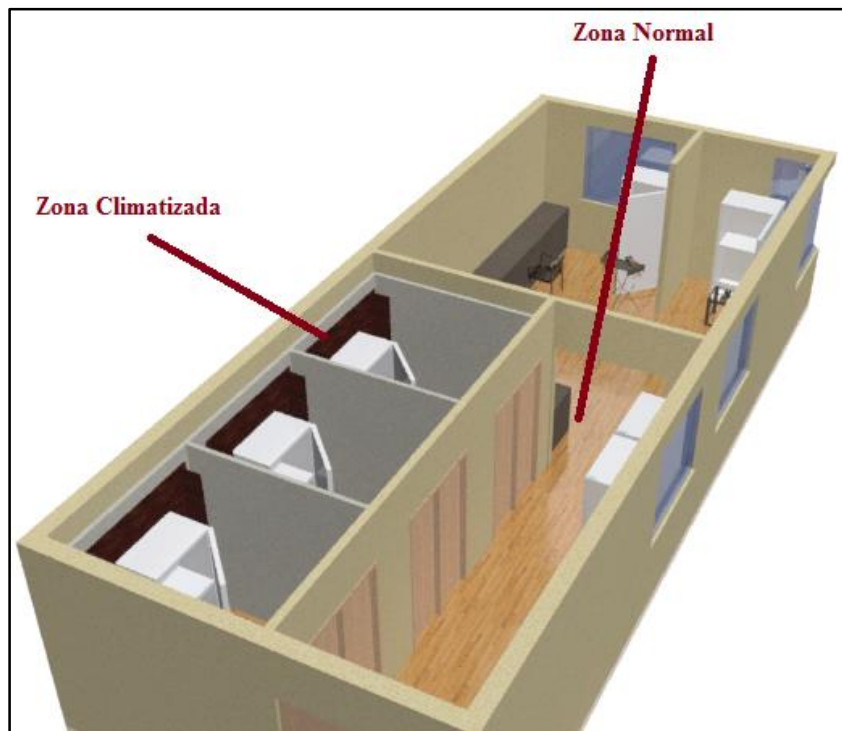


Figura 3. 23 Disposición de Zonas. Fuente Autores

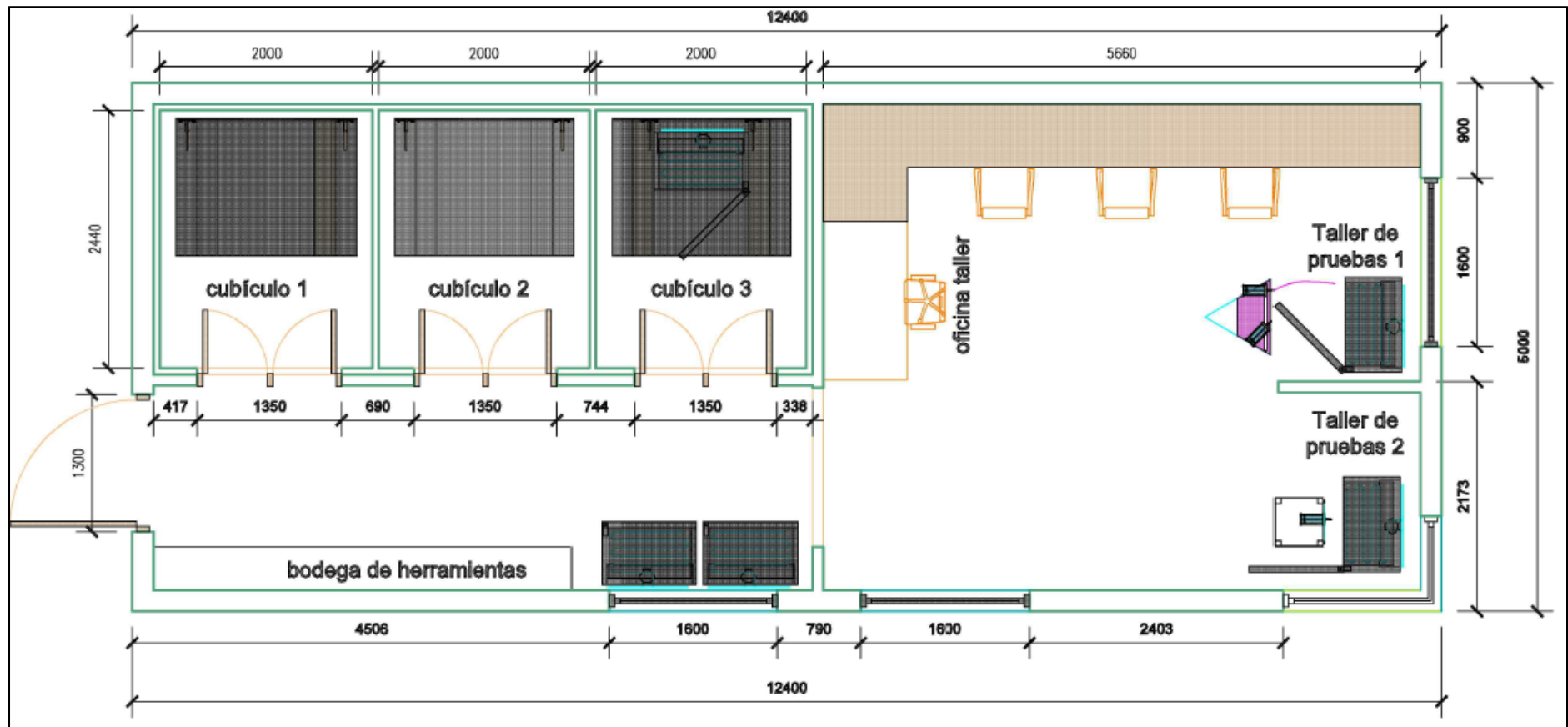


Figura 3. 24 Disposición de ambiente en el laboratorio. Fuente Autores.

En la zona climatizada se realizarán los ensayos desde el 6 al 11, que requieren las temperaturas fijas ya señaladas. Esta zona se dividirá en tres cubículos debido a la necesidad de ensayar dos refrigeradores por lote y que a un mismo refrigerador ensayado se lo debe probar en dos temperaturas fría y caliente extrema. Cada cubículo debe medir por lo menos 2m de ancho por 2,4m de profundidad, para cumplir con la exigencia de la plataforma de instalación, albergar un sistema de adquisición de datos y permitir con comodidad la operación de los procedimientos por parte del personal.

En la zona normal se realizarán los ensayos del 1 al 5, en ambientes denominados como laboratorios de taller 1 y 2, además se contará con un espacio destinado para el o los laboratoristas encargados, área para almacenamiento de equipos y herramientas, y un pasillo para el transporte de equipos de refrigeración hacia los cubículos climatizados.

5.3. Climatización de cubículos

Exigencias: Las temperaturas deben ser de 10°C, 16°C, 38°C y 43°C con una humedad relativa inferior a 75%.

Las temperaturas de 25°C y 32°C deben tener una humedad relativa de 50% y 75% respectivamente, esto a partir de las temperaturas de rocío indicadas.

Premisas: Sería óptimo poseer tres cubículos con temperatura regulable de forma independiente, que pueda variar desde el mínimo 10°C hasta el máximo de 43°C. Un equipo de bomba de calor invertible multizona podría cumplir con el requerimiento, sin embargo no existen equipos comerciales de climatización que superen los 32°C al funcionar con calefacción.

Las temperaturas de 10°C y 16°C son siempre utilizadas para los tipos de refrigeradores según su clasificación por clases climáticas, a diferencia de la temperatura de 43°C y 38°C que son las máximas temperaturas para equipos ST y T respectivamente.

Los equipos climatizadores de aire pueden controlar la temperatura de salas desde 5°C hasta 32°C. [7, p. 1.4]

Diseño: Por las razones expuestas en las premisas, dos de los cubículos serán diseñados en una temperatura variante de 10°C a 32°C, y solo el último se diseñará para calefacción a una temperatura de 38°C a 43°C.

Condiciones exteriores: Según el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) las temperaturas máximas y mínimas promedio en la ciudad de Cuenca son de 25,1°C y 8,1°C respectivamente. La humedad relativa varía de un 43% hasta un 81%. [8, p. 16]

Cargas de calefacción y refrigeración: Las cargas de calefacción y refrigeración se calculan en referencia a los valores extremos, para el primer caso a temperaturas de recinto de 32°C y 43°C y para el segundo caso solo a 10°C.

Cargas de calefacción: Se consideran las siguientes cargas de calefacción: sensibles y latentes.

Cargas de calefacción sensibles:

- Pérdida a través de las paredes del piso, pared y techo.

$$\dot{Q}_{pc} = C_{ppt} \cdot A_{ppt} \cdot (T_{rc} - T_{fe})$$

En donde $\dot{Q}_{pc}$ es la pérdida de calor por paredes, piso y techo en W, C_{ppt} es la conductancia de paredes piso y techo en W/m² °C, A_{ppt} es el área de paredes, piso y techo, T_{rc} es la temperatura del recinto caliente en °C y T_{fe} es la temperatura de frío del exterior en °C. La conductancia del piso se considera 0,1 Btu/h ft² °F para sótanos según [9, p. 55].

- Pérdida por infiltración.

$$\dot{Q}_{ic} = \rho_{aire} \cdot \dot{v}_{inf,c} \cdot c_{p,aire} (T_{rc} - T_{fe})$$

En donde $\dot{Q}_{ic}$ es la pérdida de calor por infiltración, ρ_{aire} es la densidad del aire y $c_{p,aire}$. El volumen de infiltración en el calentamiento $\dot{v}_{inf,c}$ será determinado a partir del método de cambio de aire [10, p. 81] que para un cuarto con puertas o ventanas exteriores de un lado es igual al volumen del cuarto en una hora.

Cargas de calefacción latentes:

- El aire de infiltración, diferencia de humedades.

El aire de infiltración es menos húmedo que el aire interior, la humedad que se considera como mínima es la de 43% según los datos ambientales, a una máxima de humedad relativa de 75% en el aire interior.

$$\dot{Q}_{h,c} = \rho_{\text{aire}} \cdot \dot{V}_{\text{inf},c} \cdot L_m \cdot (w_{i,c} - w_{e,c})$$

$\dot{Q}_{h,c}$ es la pérdida de infiltración debido a la diferencia de humedades, L_m es el calor medio latente del vapor de agua (2478kJ/kg), $w_{i,c}$ y $w_{e,c}$ son las humedades absolutas del interior y del exterior. [10, p. 55]

Las humedades absolutas, w , en función de la humedad relativa, ϕ , se calculan de la relación: [10, p. 721]

$$w = \frac{0,622 \cdot \phi \cdot P_g}{P_{at} - \phi \cdot P_g}$$

En donde P_g es la presión de saturación a la temperatura del aire.

Los resultados se muestran por cada pérdida para temperaturas de 32°C y 43°C de recinto.

Tabla 3. 18 Pérdidas en calefacción a 43°C. Paredes. Fuente Autores.

PÉRDIDAS A TRAVÉS DE PAREDES, PISO Y TECHO					
	Conductancia [W/m ² °C]	Área [m ²]	T. ext [°C]	Trecinto [°C]	Pérdida [W]
Pared lateral 1	0,476	5,856	8,1	43	97,282214
Pared lateral 2	0,476	5,856	8,1	43	97,282214
Piso	0,568	4,8	8,1	43	95,15136
Pared posterior	0,476	4,88	8,1	43	81,068512
Techo	0,476	4,88	8,1	43	81,068512
Pared frontal	0,612	4,88	8,1	43	104,23094
				TOTAL	556,08376

Tabla 3. 19 Pérdidas por infiltración a 43°C. Fuente Autores.

PÉRDIDA POR INFILTRACIONES			
Caudal [m ³ /h]	T recinto [°C]	T exterior [°C]	Calor perdido [W]
0,0032533	43	8,1	147,20066

Tabla 3. 20 Pérdida latente, diferencia de humedades a 43°C. Fuente Autores.

CALOR LATENTE (DIFERENCIA DE HUMEDADES)				
H. rel int	H. abs int	H. rel ext	H. abs ext	Pérdida [W]
75	0,0443902	41	0,0027737	440,13371

Tabla 3. 21 Carga total de calefacción a 43°C. Fuente Autores.

CARGA DE CALEFACCIÓN		
CARGA SENSIBLE [W]	CARGA LATENTE [W]	CARGA TOTAL [W]
703,28442	440,13371	1143,4181

El diseño del equipo de calefacción deberá basarse en la capacidad total de por lo menos 1,2kw y en la consideración de fracción de calor latente necesaria para humidificar el cuarto.

Tabla 3. 22 Pérdidas a través de paredes a 32°C. Calefacción. Fuente Autores.

PÉRDIDAS A TRAVÉS DE PAREDES, PISO Y TECHO					
	Conductancia [W/m ² °C]	Área [m ²]	T. ext [°C]	Trecinto [°C]	Pérdida [W]
Pared lateral 1	0,476	5,856	8,1	32	66,620198
Pared lateral 2	0,476	5,856	8,1	32	66,620198
Piso	0,568	4,8	8,1	32	65,16096
Pared posterior	0,476	4,88	8,1	32	55,516832
Techo	0,476	4,88	8,1	32	55,516832
Pared frontal	0,612	4,88	8,1	32	71,378784
				TOTAL	380,8138

Tabla 3. 23 Pérdidas por infiltración a 32°C. Fuente Autores.

PÉRDIDA POR INFILTRACIONES			
Caudal [m ³ /h]	T recinto [°C]	T exterior [°C]	Calor perdido [W]
0,0032533	32	8,1	100,80504

Tabla 3. 24 Pérdida latente, diferenciad de humedades. Calefacción a 32°C. Fuente Autores.

CALOR LATENTE (DIFERENCIA DE HUMEDADES)				
H. rel int	H. abs int	H. rel ext	H. abs ext	Pérdida [W]
75	0,0429073	41	0,0026866	425,37146

Tabla 3. 25 Carga total de calefacción, a 32°C de temperatura. Fuente Autores.

CARGA DE CALEFACCIÓN		
CARGA SENSIBLE [W]	CARGA LATENTE [W]	CARGA TOTAL [W]
481,61884	425,37146	906,9903

La carga de calefacción máxima, a una temperatura de 32°C, es en aproximado 1kW, con la consideración de la carga latente que se necesita para la humidificación (máxima) del aire climatizado.

Cargas de refrigeración: Las cargas de refrigeración se diferencian de las de calefacción en la consideración de la ganancia de calor que existe a través de equipos, personas y acumulación de radiación favorecen calentando el ambiente.

La temperatura extrema para el cálculo de la carga de enfriamiento es la de 10°C.

Al igual que para la carga de calefacción, las pérdidas se dividen en sensibles y latentes:

Cargas de enfriamiento sensibles:

- **Pérdidas a través de paredes y techos:**

$$\dot{Q}_{pe} = C_{ppt} \cdot A_{ppt} \cdot (T_{re} - T_{ce})$$

En esta relación $\dot{Q}_{pe}$ es la pérdida a través de paredes, techos y pisos, T_{re} es la temperatura del recinto frío y T_{ce} es la temperatura caliente del exterior.

- **Pérdidas por infiltraciones:**

$$\dot{Q}_{ie} = \rho_{aire} \cdot \dot{V}_{inf,e} \cdot c_{p,aire} (T_{re} - T_{ce})$$

Siendo $\dot{Q}_{ie}$ la pérdida por infiltración en el enfriamiento, $\dot{V}_{inf,e}$ el volumen infiltrado para enfriamiento, que tiene la misma consideración que para calentamiento.

- **Pérdida por actividad humana:**

Depende de la actividad realizada, el calor sensible cedido por dos personas con la siguiente actividad: parados, trabajo ligero o camina despacio, es de 180W. [9, p. 152]

- **Pérdida por equipos:**

Para la pérdida por equipos una estimación aproximada es suponer que su potencia eléctrica es igual al calor disipado. [11, p. I.5]

Sin embargo para un refrigerador se debe considerar el calor disipado. Este calor disipado es igual a la suma del calor absorbido más la potencia del compresor. Se conoce que la potencia de los compresores esta entre 1/10 y 1/3 hp, según [12, p. 1150].

El calor absorbido para los ensayos será crítico, para el ensayo de congelación en donde los paquetes a una temperatura ambiente llegan a -18°C. El calor específico de estos paquetes es igual a la de la carne magra 1,46 KJ/kg °C, en un período de 24 horas por 300kg máximo de carga según el plan de almacenamiento se conseguiría una absorción de 142W aproximadamente. El calor disipado por compresor y el absorbido es la suma de 142W más 248W dando como total 390W, se considerará un total de 400W.

Los equipos de sistemas de adquisición de datos consumen un total de 400W.

Por las razones expuestas la carga de refrigeración sensible será de 1kW, debido al eventual funcionamiento de un equipo adicional.

- **Pérdida por luminaria:**

Es igual a 1,25 (para dispositivos fluorescentes) por su potencia nominal, para cuatro lámparas de 40W, la pérdida total es de 200W.

Carga de enfriamiento latente:

Se debe a la diferencia de humedad y a la generación por personas.

En la diferencia de humedad el calor latente se obtiene de manera similar que en la carga de calefacción, con la diferencia de que la humedad es mayor en el exterior.

La carga latente para dos personas con actividad ligera, paradas o caminando despacio es de 190W.

Tabla 3. 26 Cargas de enfriamiento. Fuente Autores.

Cargas sensibles	
Pérdida	Valor [W]
A través de paredes	278,29408
Infiltraciones	63,688538
Equipos	1000
Personas	180
Iluminación	200
Cargas latentes	
Diferencia de Humedad	147,59814
Personas	190
TOTAL	2059,5808

5.4. Diseño de un equipo de calefacción para el cubículo 3.

Para calentar a 43°C el último cubículo, se considera el diseño de un sistema de calefacción por resistencia eléctrica debido a su simplicidad. La potencia teórica que debe entregar en el calentamiento es igual a la calculada como carga de calefacción a 43°C.

El balance energético del aire de entrada y salida del aire:

$$\dot{Q}_{cal,res} + \dot{m}_a \cdot h_{en} = \dot{m}_a \cdot h_{sal}$$

El calor absorbido por el aire $\dot{Q}_{cal,res}$ sumado por el producto de flujo másico del aire y la entalpía h_{en} de entrada es igual al producto del flujo másico del aire con la entalpía h_{sal} de salida.

Con un calor de calefacción de 1,15kW y a temperaturas de entrada de 8,1°C y salida de 43°C, el flujo másico debe ser de 0,032 kg/s. El caudal proporcionado por el ventilador debe tener un valor mínimo de 92m³/h.

Necesidades potenciales:

- Resistencia eléctrica de 1,5kW.
- Ventilador.
- Sistema de control de temperatura y humedad.
- Nebulizador.

6. Selección de materiales

La selección de los diversos materiales para el funcionamiento se clasifica en tres grupos:

- Selección de equipos e instrumentos para medición.
- Selección de dispositivos para diseño y construcción de máquinas específicas.
- Selección de unidades y elementos para climatización.

6.1. Selección de equipos e instrumentos para medición.

Cilindros de cobre:

Elemento: Brass Cylinder

Proveedor: MADI (Empresa Inglesa)

Razones de su elección: Proporciona un certificado de que el cilindro de cobre tiene la tolerancia de 5% respecto a su masa. Además incluye una sonda de temperatura en su centro geométrico.

Pesas Cilíndricas 1000g:

Elemento: Cilindro de diámetro 80mm y altura 25,4mm.

Proveedor: El Acero (Comercial en Cuenca)

Razones de su elección: No se necesita ningún requerimiento específico, son cilindros de acero simples.

Pesas Cilíndricas 500g:

Elemento: Cilindro de diámetro 80mm y altura 12,7mm.

Proveedor: El Acero (Comercial en Cuenca)

Razones de su elección: No se necesita ningún requerimiento específico, son cilindros de acero simples.

Paquetes de ensayo:

Elemento: 324 Type 1000, 20 Type 500, 20 Type 2500, 2 Type Flat.

Proveedor: MADI (Empresa Inglesa)

Razones de su elección: No existen en el país, los componentes de los paquetes son complicados de conseguir.

Paquetes M:

Elemento: 100 Type 500X.

Proveedor: MADI (Empresa Inglesa)

Razones de su elección: Los paquetes de ensayo tienen incluido en el centro geométrico la sonda de temperatura perfectamente aislada.

Sondas de Temperatura:

Las sondas de temperatura se encuentran incluidas en cilindros de cobre y paquetes M, por lo tanto no se requiere adquirir más de estas.

Sistema de Adquisición de datos:

Elemento: 1 Chasis NI cDAQ-9188XT y 8 módulos NI 923

Proveedor: National Instruments.

Razones de su elección: Cada módulo proporciona la posibilidad de conectar 16 sensores de temperatura, el chasis integra hasta 8 módulos para lograr un total de 128 mediciones de temperatura correspondiente con los posibles 100 paquetes M, además de las 9 sondas de los cilindros.

Medidores de distancias lineales:

Elemento: 2 Distanciómetros LEICA Listo D210, Flexómetro

Proveedor: PCE

Razones de su elección: Por la precisión de 1mm y por el rango de medición de 0,5mm, todos los elementos del proveedor tienen certificación respecto a su incertidumbre, elemento clave en la acreditación del laboratorio.

Vatímetro:

Elemento: 1 Vatímetro PX120

Proveedor: PCE

Razones de su elección: Cumple con los requerimientos de lectura de 0,001kWh y con la tolerancia de 1%, sobre este último parámetro el instrumento posee certificación.

Multímetro:

Elemento: 1 Multímetro PCE-MO 1000

Proveedor: PCE

Razones de su elección: Cumple con el requerimiento de tolerancia de 1% de la medición.

Estabilizadores:

Elemento: 1 Estabilizador 110V, 1 Estabilizador 115V, 1 Estabilizador 120V.

Proveedor: National Instruments.

Razones de su elección: Cumplen con los requerimientos de voltaje de suministro.

Dinamómetro:

Elemento: 1 Dinamómetro PCE-FM200

Proveedor: PCE

Razones de su elección: Cumplen con los requerimientos de voltaje de suministro.

Ventosa:

Elemento: 1 Ventosa 2-14-054

Razones de su elección: Contiene la fuerza de arrastre necesaria.

6.2. Selección de los dispositivos para diseño de máquinas específicas:

6.2.1. Plataforma de Instalación

Tabla 3. 27 Elementos seleccionados para la plataforma de instalación. Fuente Autores.

Elementos	Materiales seleccionados	Características
Placa base y placas laterales.	2 Plancha de MDF Proveedor: Edimca	2200 x 2750 x 18 mm
Tes	Acero ASTM – 36 Platina 20x20x10mm. Proveedor: Acero	Se necesita construir
Espárragos	Diámetro 6mm. Proveedor: Banco del Perno	Es necesario cortar
Tiras soportes	2 Tacos de Madera Eucalipto. Proveedor: Edimca	2300 x 200 x 100 mm

6.2.2. Máquina de apertura y cierre de puertas

Tabla 3. 28 Elementos seleccionados para la máquina de apertura y cierre de puertas. Fuente Autores.

Elementos	Materiales seleccionados	Características
Actuador Lineal de apertura y cierre.	2 DSBC-32-600-PPVA-N3 Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Cilindro de doble efecto. Diámetro 32mm. Carrera 600mm. Fuerza de avance: 483N. Fuerza de retroceso: 415N
Electroválvula	2 MFH-5-1-4/B Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Monoestable. Posición 5/2. 1300 l/min
Inductor de bobina.	2 MSFG-24-OD Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Para control eléctrico.
Caja de enchufe	2 MSSD-F Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Diámetro de cable de 6mm.
Silenciador	4 AMTE-M-LH-G14 Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	A la salida de la electroválvulas.
Racor Recto	6 QS-1/4-8 Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Para unir los dispositivos neumáticos.
Regulador de Presión	2 LR-1/4-D-MINI Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Regula la fuerza del actuador.
Regulador de Caudal	4 GRLA-1/8-QS-8-D Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Regula la velocidad de la carrera.

6.2.3. Máquina de apertura y cierre de gavetas

Tabla 3. 29 Selección de elementos para el dispositivo de apertura y cierre de gavetas.

Fuente Autores.

Elementos	Materiales seleccionados	Características
Actuador Lineal de apertura y cierre.	1 DSBC-32-900-PPVA-N3 Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Cilindro de doble efecto. Diámetro 32mm. Carrera 900mm. Fuerza de avance: 483N. Fuerza de retroceso: 415N
Electroválvula	1 MFH-5-1-4/B Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Monoestable. Posición 5/2. 1300 l/min
Inductor de bobina.	1 MSFG-24-OD Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Para control eléctrico.
Caja de enchufe	1 MSSD-F Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Diámetro de cable de 6mm.
Silenciador	2 AMTE-M-LH-G14 Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	A la salida de la electroválvulas.
Racor Recto	3 QS-1/4-8 Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Para unir los dispositivos neumáticos.
Regulador de Presión	1 LR-1/4-D-MINI Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Regula la fuerza del actuador.
Regulador de Caudal	2 GRLA-1/8-QS-8-D Equipos FESTO Proveedor: ECUAinsetec	Regula la velocidad de la carrera.

6.3. Selección de los equipos de climatización

Tabla 3. 30 Selección de elementos para la climatización. Fuente Autores.

Elementos	Materiales seleccionados	Características
Unidad de climatización	2 Unidades Interiores: RAK-25PSB. Marca Hitachi. 2 Unidades Exteriores: RAC 25WSB. Marca Hitachi. Proveedor: FRIJISA MONTEJIMÉNEZ S.A.	Potencia de refrigeración 2,2kw. Potencia de calefacción 3kw.
Resistencia eléctrica	1 DP001 Proveedor: Ortega Ruiz. Equipo: Electricfor	Longitud 180mm. Potencia 1500w.
Ventilador	1 Blower. Proveedor: Banco del Perno.	Tensión: 110V. Revoluciones: 3000rpm. Boca: 2in

7. Conclusiones Parciales

Las normativas nacionales que regulan las pruebas y ensayos en los artefactos de refrigeración describen un total de once procedimientos, se añade a estos la determinación de dimensiones lineales, áreas y volúmenes. Sin embargo en ninguna de las dos normativas vigentes se especifica una relación que defina el rango de Eficiencia Energética de los artefactos de refrigeración, pese a que su determinación relaciona el consumo de energía con el volumen neto del refrigerador.

Según el método AQL con un nivel de calidad de 4, los equipos seleccionados para los ensayos tendrán que ser siempre dos por cualquier tipo de lote, sin tomar en cuenta la cantidad de equipos fabricados.

En el anexo E de la normativa NTE INEN IEC 62552 se especifica las condiciones para que el aparato de refrigeración sea designado como apto. Los dos aparatos de refrigeración tienen que cumplir con las especificaciones, caso contrario se rechaza todo el lote.

Los ensayos de determinación de volúmenes, hermeticidad de puertas, durabilidad de bisagras, resistencia mecánica de los estantes y fuerza de apertura de la puerta necesitan una condición ambiental de 16°C a 32°C con una humedad relativa menor

al 75%, por esa razón se dispone de un ambiente no climatizado para la realización de estos ensayos, en dos espacios definidos como talleres de pruebas.

Para los ensayos de temperaturas de almacenamiento, ensayo de condensación, capacidad de congelación, consumo de energía, aumento de temperatura y fabricación de hielo se necesitan condiciones ambientales de temperaturas fijas a: 10°C, 16°C, 25°C, 32°C, 38°C y 43°C. Con el propósito de cumplir las condiciones de temperaturas fijas, se necesita climatizar áreas reducidas con la finalidad de minimizar el costo de energía. Todos los ensayos mencionados necesitan montar el refrigerador en la plataforma de instalación de madera. El área de ambiente controlado ha sido dividida en tres cubículos, porque un refrigerador debe ensayarse a las temperaturas extremas, las mínimas de 10°C y 16°C y las máximas 32°C, 38°C y 43°C. La máxima temperatura de 43°C es un inconveniente en la selección un equipo comercial de climatización, generando la necesidad de plantear un sistema de calefacción.

El sistema de calefacción externo para conseguir la temperatura de 43°C es un sistema basado en el calentamiento del aire en base a una resistencia eléctrica, por la simplicidad relativa del dispositivo en comparación con otros.

Los ensayos requieren de instrumentos para la medición de temperatura y consumo de energía con incertidumbres dadas, obligando a considerar la certificación de estos elementos en el proceso de selección.

Las mediciones de temperatura se realizan de manera diferente en los compartimentos del refrigerador, y se utilizan para los ensayos en los que se requiere un ambiente controlado. Para los compartimentos de alimentos frescos y de bodega es necesario colocar cilindros de cobre con una sonda en su centro geométrico, en tres puntos diferentes. Para el compartimento de alimentos congelados, y para el compartimento frío pero con una cantidad muy reducida, se debe cargar el espacio libre con paquetes de ensayo, de una composición que simula el calor específico de la carne magra, mediante un apilamiento de acuerdo al plan de carga estipulado por el fabricante. En estas pilas se deben colocar paquetes de ensayo con sondas de temperatura en su centro geométrico, denominados paquetes M que registrarán las temperaturas en el tiempo. Los paquetes M que contienen una sonda de temperatura incluida pueden conformar un máximo de 100 para las mayores dimensiones de los refrigeradores comercializados

en la nación, situación que da lugar a poseer un sistema de adquisición de datos de por lo menos 110 señales de registro.

El ensayo de durabilidad de puertas y gavetas requiere de la elaboración de dos máquinas, cuyas proyecciones de diseño se abordan en este proyecto, considerando que este tipo específico de maquinarias no se encuentra disponible en el Ecuador ni en la región.

8. Referencias

- [1] NTE INEN 2206, Artefactos de refrigeración domésticos con o sin escarcha. Refrigeradores con o sin compartimiento de temperatura. Requisitos e inspección., 3.^a ed. Ecuador, 2015.
- [2] NTE INEN-IEC 62552, Aparatos Domésticos de Refrigeración- Características y métodos de ensayo., Primera. Ecuador: International Electrotechnical Commission, 2007.
- [3] R. C. Hibbeler, Análisis estructural. Pearson Educación, 2012.
- [4] P. U. Brotóns, Construcción de estructuras de madera. Editorial Club Universitario, 2012.
- [5] R. C. Hibbeler, R. N. Salas, y M. Á. R. Sánchez, Ingeniería mecánica: dinámica. Pearson Educación de México, 2010.
- [6] SMC (Firma comercial), Neumática. Madrid: Paraninfo Thomson Learning, 2000.
- [7] N. R. Grimm, R. C. Rosaler, y C. e-libro, Manual de diseño de calefacción, ventilación y aire acondicionado. México: McGraw-Hill Interamericana, 1996.
- [8] Palacios Juan, «Boletín Climatológico.» INAMHI, 2014.
- [9] E. G. Pita, Acondicionamiento de aire: principios y sistemas : un enfoque energético. México: Compañía Editorial Continental, 1994.
- [10] González Sierra, Diseño y cálculo de instalaciones de climatización., Primera. España: Cano Pina, 2000.
- [11] J. Alarcón Creus y J. M. Boixareu Vilaplana, Manual de aire acondicionado Handbook of air conditioning system design. Barcelona: Marcombo, 2008.
- [12] W. C. Whitman, J. León Cárdenas, A. E. García Hernández, y J. Bonilla Talavera, Tecnología de refrigeración y aire acondicionado, vol. IV. México: Delmar Cengage Learning, 2010.

CAPÍTULO IV

GUÍAS DIDÁCTICAS

1. Características Generales:

Para llevar a cabo los ensayos en los artefactos de refrigeración es necesario registrar los valores nominales entregados por el fabricante, a través de un manual o guía del usuario.

Antes de realizar ningún ensayo, se debe identificar el tipo de artefacto de refrigeración en base a las distintas clasificaciones de la normativa.

Todos los ensayos deben hacer referencia a la cláusula exacta de la normativa que los regula, añadiendo también la información de los equipos e instrumentos que se utilizan y los procedimientos a llevar a cabo.

2. Guías de Procedimientos:

Se elaboran las siguientes guías de procedimientos:

- Registro de datos nominales proporcionados por el fabricante. (Datos introductorios de partida).
- Clasificación de aparato de refrigeración y los compartimentos que contiene. (Situación introductoria para todos los ensayos).
- Doce ensayos, incluyendo el procedimiento para la determinación de la eficiencia energética del aparato de refrigeración.
- Reporte final en base a los requerimientos de registro de la norma NTE INEN IEC 62552.

Tabla 4. 1 Guía Inicial N°1 Datos Informativos del Refrigerador. Fuente Autores.

DATOS INFORMATIVOS			
Marca:		Modelo:	
CARACTERÍSTICAS NOMINALES DEL ARTEFACTO			
Parámetro	Valor	Unidad	Documento de Referencia.
Dimensiones totales. (Ancho x Profundidad x Alto).		mm x mm x mm	
Espacio Total. (Ancho x Profundidad x Alto).		mm x mm x mm	
Peso Total		kg	
Tensión nominal		V	
Frecuencia nominal		hz	

Tabla 4. 2 Guía Inicial N°2. Clasificación del refrigerador. Fuente Autores.

Primera clasificación (De Acuerdo al sistema de refrigeración)			
Tipo compresión: Compresor accionado por un motor.		Tipo absorción: Utiliza como fuente energía solar.	
Segunda clasificación (De acuerdo al dispositivo de control)			
Tipo I: Único dispositivo de control de temperatura.		Tipo II: Tiene medios ajustables por el usuario para la regulación por separado de las temperaturas de los compartimentos.	
Tercera clasificación (De acuerdo a la clase climática de funcionamiento)			
SN De 10°C a 32°C	N De 16°C a 32°C	ST De 16°C a 38°C	T De 16°C a 43°C
NOTA: Si el equipo se multi-clima se debe señalar las clases que comprende.			

Tabla 4. 3 Guía Inicial N°3. Compartimentos del refrigerador. Fuente Autores.

COMPARTIMENTOS DEL REFRIGERADOR		
Tipo de compartimento	Cantidad	Referencia
Compartimento de alimentos frescos.		Para almacenamiento de alimentos frescos. Temperatura media menor o igual a 4°C.
Compartimento bodega.		Temperatura de 8°C a 14°C.
Compartimento frío.		Temperatura de -2°C a 3°C.
Compartimento de fabricación de hielo.		Sección destinada exclusivamente a la fabricación del hielo.
Compartimentos de alimentos congelados.		
Compartimento de una estrella.		Almacenamiento de alimentos congelados a la temperatura de -6°C.
Compartimento de dos estrellas:		Almacenamiento de alimentos congelados a la temperatura de -12°C.
Compartimento de tres estrellas:		Almacenamiento de alimentos congelados a la temperatura de -18°C.
Compartimento de cuatro estrellas:		Congelación de alimentos de la temperatura ambiente a la temperatura de -18°C.
Sección dos estrellas.		Almacenamiento de alimentos congelados a una temperatura de -12°C, no es independiente.

Tabla 4. 4 Guía de Ensayo 1. Determinación de volumen.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

SALESIANA

ECUADOR

LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN



ENSAYO 1: Determinación de dimensiones lineales y volúmenes.

Referencia normativa nacional.	Sección 7 de NTE INEN IEC 62552. Sección 8.2 de NTE INEN 2206.
Objetivo del ensayo:	Determinar el espacio total de ocupación del refrigerador y definir el volumen bruto y neto de refrigeración.
Condiciones generales del ensayo:	Temperatura ambiental de 16°C a 32°C. Humedad relativa no mayor a 75%.
Materiales y recursos:	Distanciómetros. Flexómetros.
Zona del laboratorio:	Zona normal.

PROCEDIMIENTO

1) Medir altura, ancho y profundidad del refrigerador, con la puerta cerrada.

2) Abrir la puerta del refrigerador y medir ancho, altura y profundidad, considerando la manija de la puerta.

3) Medir el volumen bruto del refrigerador utilizando el distanciómetro, acercando los cuerpos geométricos complejos a ideales, en los que la determinación del volumen sea más sencilla.

4) Considerar el volumen de las partes internas del refrigerador. Sumarlas todas.

5) Obtener el volumen neto a partir de la diferencia entre el volumen bruto y el volumen de los componentes que reducen el mismo.

VALORES A REPORTARSE

Parámetro	Valor o Calificación
Dimensiones Totales	Ancho, Altura y Profundidad.
Espacio Total Ocupado	Ancho, Altura y Profundidad.
Volumen Bruto.	Acercado al dm ³ más cercano.
Volumen Neto.	Acercado al dm ³ más cercano.

Tabla 4. 5 Guía de Ensayo N°2: Hermeticidad de puertas.

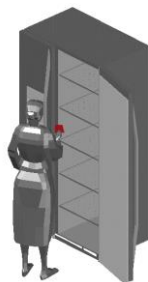
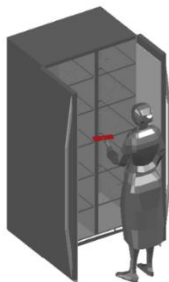
			
		LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN	
ENSAYO 2: Hermeticidad de puertas.			
Referencia normativa nacional.	Sección 9 de NTE INEN IEC 62552. Sección 8.3 de NTE INEN 2206.		
Objetivo del ensayo:	Asegurar que las juntas de las puertas o cubiertas del aparato de refrigeración eviten adecuadamente cualquier ingreso anormal de aire circundante.		
Condiciones generales del ensayo:	Temperatura ambiental de 16°C a 32°C. Humedad relativa no mayor a 75%.		
Materiales y recursos:	Tira de papel con dimensiones: Ancho: 50mm. Profundidad: 0,08mm. Largo: Más de 50mm.		
Zona del laboratorio:	Zona normal.		
PROCEDIMIENTO			
1) Abrir la puerta del refrigerador. 2) Tomar la tira de papel y colocarla en uno de los sellos herméticos del refrigerador.			
			
Figura 4. 1 Colocación de la tira de papel en los sellos de la puerta. Fuente Autores.			
3) Verificar si la tira de papel se desliza libremente. 4) Repetir los procedimientos 1, 2 y 3 para el otro borde hermético de la puerta.			
			
Figura 4. 2 Verificación del procedimiento de hermeticidad. Fuente Autores.			
5) Si el refrigerador contiene más de una puerta, repetir el paso 4 para las puertas faltantes.			
VALORES A REPORTARSE			
Parámetro	Valor o Calificación		
Inspección visual del deslizamiento libre de la tira de papel.	Pasa o No Pasa.		

Tabla 4. 6 Guía de Ensayos N°3 Fuerza de apertura de puertas. Fuente Autores.

		LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN	
ENSAYO 3: Fuerza de apertura de puertas o cubiertas.			
Referencia normativa nacional.	Sección 10 de NTE INEN IEC 62552. Sección 8.4 de NTE INEN 2206.		
Objetivo del ensayo:	Verificar que las puertas o cubiertas puedan abrirse desde el interior.		
Condiciones generales del ensayo:	Temperatura ambiental de 16°C a 32°C. Humedad relativa no mayor a 75%.		
Materiales y recursos:	Dinamómetro digital. Ventosa.		
Zona del laboratorio:	Zona normal.		
PROCEDIMIENTO			
1) Abrir la puerta del refrigerador. 2) Identificar el punto más lejano en la puerta hacia la bisagra. 3) Cerrar la puerta. 4) Determinar el punto medio de la distancia más lejana hacia la bisagra. 5) Tomar el dinamómetro y colocarlo en el punto medio			
			
Figura 4. 3 Colocación del dinamómetro para el Ensayo 3. Fuente Autores.			
6) Se debe jalar con una gradiente inferior a 15N/s. 7) Registrar el valor del dinamómetro al abrirse la puerta.			
			
Figura 4. 4 Medición del dinamómetro, al abrir la puerta. Fuente Autores.			
VALORES A REPORTARSE			
Parámetro		Valor o Calificación	
Fuerza de apertura de la puerta.		Inferior a 70N.	

Tabla 4. 7 Guía de Ensayo N°4 Durabilidad de puertas y gavetas.

		LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN	
ENSAYO 4: Ensayo de durabilidad de puertas y gavetas.			
Referencia normativa nacional.	Sección 11 de NTE INEN IEC 62552. Sección 8.5 de NTE INEN 2206.		
Objetivo del ensayo:	Verificar la durabilidad de las bisagras y manijas de puertas, cubiertas y gavetas.		
Condiciones generales del ensayo:	Temperatura ambiental de 16°C a 32°C. Humedad relativa no mayor a 75%.		
Materiales y recursos:	Máquina de apertura y cierre de puertas. Máquina de apertura y cierre de gavetas.		
Zona del laboratorio:	Zona normal.		
PROCEDIMIENTO			
1) Fijar las máquinas de apertura y cierre junto a la puerta del refrigerador o a la gaveta.			
			
<i>Figura 4. 5 Máquinas de ensayo de apertura y cierre pegadas a la puerta y a una gaveta de refrigeradores.</i>			
2) Regular la carrera para el movimiento de apertura y cierre, mediante la posición de los detectores.			
3) Distancia de carrera de los actuadores para la gaveta: Verificar que la secuencia de apertura sea de 15 a 20mm de la apertura máxima.			
4) Distancia de carrera de los actuadores para la puerta: Verificar que el desplazamiento del actuador de apertura se encuentre en el siguiente rango: $0,088a < \text{desplazamiento} < 0,26a$. Siendo al ancho de la puerta. El desplazamiento del actuador en el cierre debe encontrarse entre $0,044a < \text{desplazamiento} < 0,088a$.			
5) Número de ciclos: El número de ciclos por minuto, son en la gaveta entre 5 y 10. En la puerta entre 10 y 25.			
6) Ensayar las puertas: Operar 100000 ciclos para puertas de compartimentos no congeladores, y 30000 ciclos para puertas de compartimentos congelados.			
7) Definir si el artefacto de refrigeración contiene múltiples gavetas o en su defecto solo una.			

Tabla 4. 8 Guía de Ensayo N°4. Continuación. Fuente Autores.

 LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN	
ENSAYO 4: Ensayo de durabilidad de puertas y gavetas.	
PROCEDIMIENTO	
CONTINUACIÓN:	
8) Ensayar gavetas: Para gavetas de compartimentos no congeladores de alimentos, 100000 operaciones para gavetas únicas y 50000 operaciones para gavetas que integran un grupo múltiple. Para compartimentos congeladores de alimentos, las gavetas se ensayan en 30000 operaciones.	
	
<i>Figura 4. 6 Ensayo de apertura y cierre en puertas y gavetas únicas. Fuente Autores.</i>	
VALORES A REPORTARSE	
Parámetro	Valor o Calificación
Puertas de compartimentos no congeladores.	Resistencia a 100000 operaciones.
Puertas de compartimentos congeladores.	Resistencia a 30000 operaciones.
Gavetas únicas, de compartimentos no congeladores.	Resistencia 100000 operaciones.
Gavetas múltiples, de compartimentos no congeladores.	Resistencia 50000 operaciones.
Gavetas de compartimentos congeladores.	Resistencia a 30000 operaciones.

Tabla 4. 9 Guía de Ensayo N°5 Resistencia mecánica de estantes. Fuente Autores.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

SALESIANA

ECUADOR

LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN



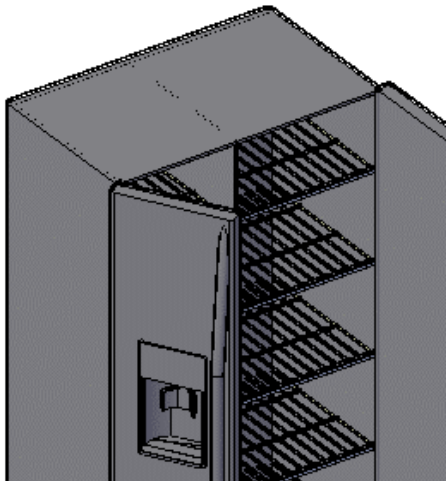
ENSAYO 5: Resistencia mecánica de estantes.		
Referencia normativa nacional.	Sección 12 de NTE INEN IEC 62552. Sección 8.6 de NTE INEN 2206.	
Objetivo del ensayo:	Verificar la resistencia mecánica de los componentes utilizados para almacenamiento de alimentos, estantes y contenedores.	
Condiciones generales del ensayo:	Temperatura ambiental en 10°C, 16°C, 32°C, 38°C o 43°C, dependiendo de la clase climática del aparato. (Parte A) Temperatura entre 16°C y 32°C. (Parte B). Humedad relativa no mayor a 75%.	
Materiales y recursos:	Pesas cilíndricas de acero de 500g y 1000g.	
Zona del laboratorio:	Zona climatizada. Cubículos 1, 2 y 3 a depender.	
PROCEDIMIENTO		
El ensayo se divide en dos partes A y B.		
Parte A: - Después del ensayo 6, apagar el artefacto de refrigeración. - Examinar los estantes, cestas y contenedores al igual que sus apoyos.		
		
<i>Figura 4. 7 Verificación de la condición de estantes después del ensayo de temperatura. Fuente Autores.</i>		
Parte B: - Con el artefacto de refrigeración doméstica apagado, desplazar los estantes móviles. - Cargarlos completamente en la superficie horizontal con pesas de 1000g si la altura del estante es más de 150mm. - Si la altura del estante es igual o menor a 150mm, se debe cargar con pesas de 500g.		

Tabla 4. 10 Guía de Ensayo N°5. Continuación. Fuente Autores.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN

ENSAYO 5: Resistencia mecánica de estantes.

PROCEDIMIENTO CONTINUACIÓN.

4) Una vez cargado el estante se tiene que tomar una hora de tiempo.

Figura 4. 8 Desplazamiento de una gaveta, hacia la mitad de su posición. Fuente Autores.

VALORES A REPORTARSE

Parámetro	Valor o Calificación
Carga en el estante	Número de pesas
Condición el estante	Durabilidad.

Tabla 4. 11 Guía de Ensayo N°6 Temperaturas de Almacenamiento. Fuente Autores.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

SALESIANA

ECUADOR

LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN

ENSAYO 6: Temperaturas de almacenamiento.

Referencia normativa nacional.	Sección 13 de NTE INEN IEC 62552. Sección 8.7 de NTE INEN 2206.
Objetivo del ensayo:	Verificar que las temperaturas de los distintos compartimentos cumplan con las establecidas, para la clase climática apropiada.
Condiciones generales del ensayo:	Temperatura ambiental en 10°C, 16°C, 32°C, 38°C o 43°C, dependiendo de la clase climática del aparato. Humedad relativa no mayor a 75%.
Materiales y recursos:	Cilindros de cobre con sonda de temperatura. Paquetes de ensayo. Paquetes M. Sistema de Adquisición de Datos Plataforma de instalación.
Zona del laboratorio:	Zona climatizada. Cubículo 1, 2 o 3.

PROCEDIMIENTO

1) Fijar las máquinas en uno de los cubículos según la clase climática, encima de la plataforma de instalación.

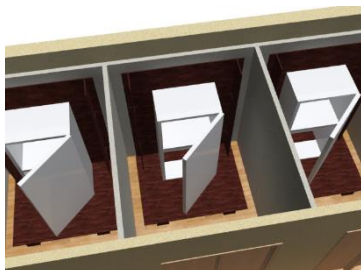


Figura 4. 9 Aparatos de refrigeración montados sobre plataforma de instalación. Fuente Autores.

2) Considerar las temperaturas estándar que debe poseer cada compartimento:

Tabla 4. 12 Temperaturas de referencia. Fuente [1, p. 12]

Tipo de compartimento	Símbolos	Temperaturas
Compartimento de conservación de alimentos frescos.	t_{im}	$0^{\circ}C \leq t_{im} \leq 8^{\circ}C$
Compartimento congelador de alimentos (cuatro estrellas) y de tres estrellas.	t^{***}	$t^{***} \leq -18^{\circ}C$
Compartimento/sección de dos estrellas	t^{**}	$t^{**} \leq -12^{\circ}C$
Compartimento de una estrella	t^{*}	$t^{*} \leq -6^{\circ}C$
Compartimento bodega	t_{cm}	$8^{\circ}C \leq t_{cm} \leq 14^{\circ}C$
Compartimento helador	t_{cc}	$-2^{\circ}C \leq t_{cc} \leq 3^{\circ}C$



ENSAYO 6: Temperaturas de almacenamiento.

PROCEDIMIENTO

CONTINUACIÓN (PRIMERA PARTE):

3) Dejar funcionar a vacío el aparato de refrigeración por 24 horas.

4) Equipar cilindros de cobre con sondas de temperatura:

A los costados del refrigerador se colocan dos cilindros de cobre a 350mm de la pared del refrigerador. La altura de colocación y la distancia de profundidad deben coincidir con la mitad de las dimensiones del refrigerador.

Colocar tres cilindros de cobre en los compartimentos de almacenamiento de alimentos frescos y bodega en las dimensiones especificadas:

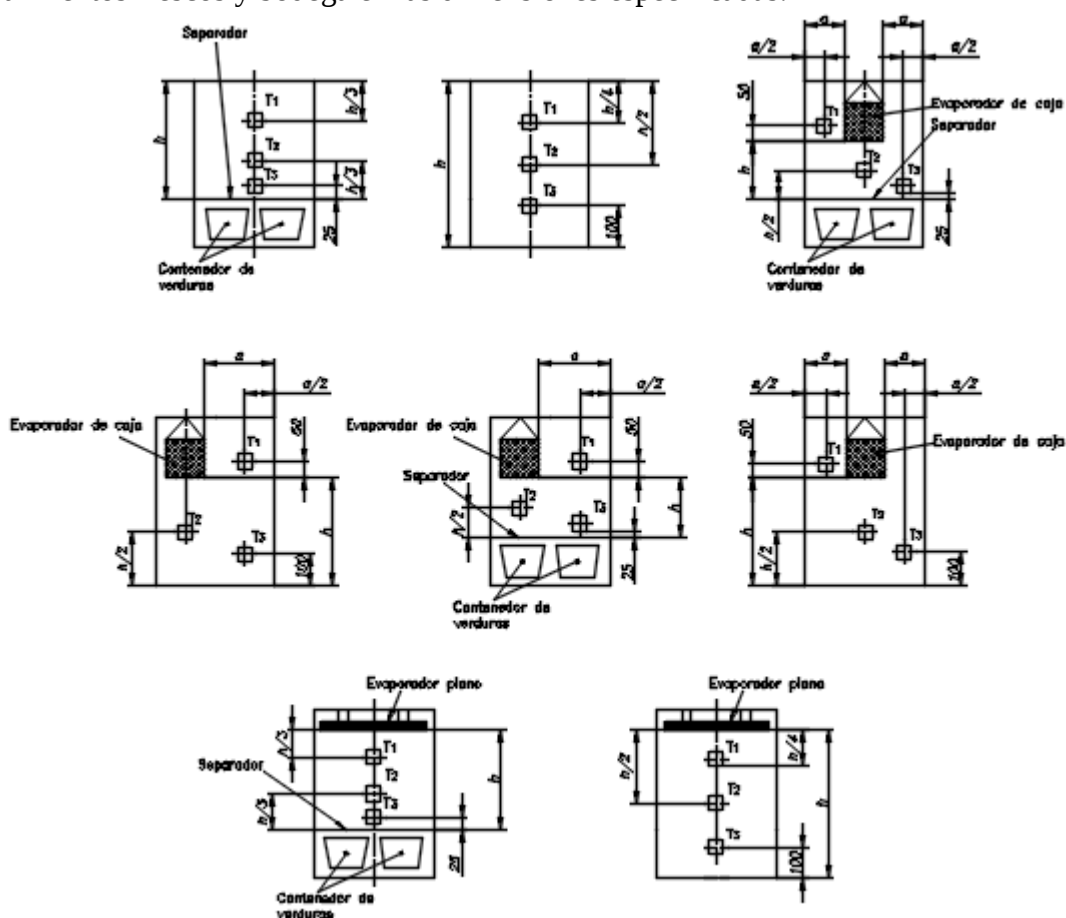


Figura 4. 10 Posiciones de cilindros con sondas de temperatura. Compartimento de alimentos frescos. Fuente[1, p. 59]

Tabla 4. 14 Guía de Ensayos N°6. Continuación (Segunda Parte). Fuente Autores.



ENSAYO 6: Temperaturas de almacenamiento.

PROCEDIMIENTO

CONTINUACIÓN (SEGUNDA PARTE):

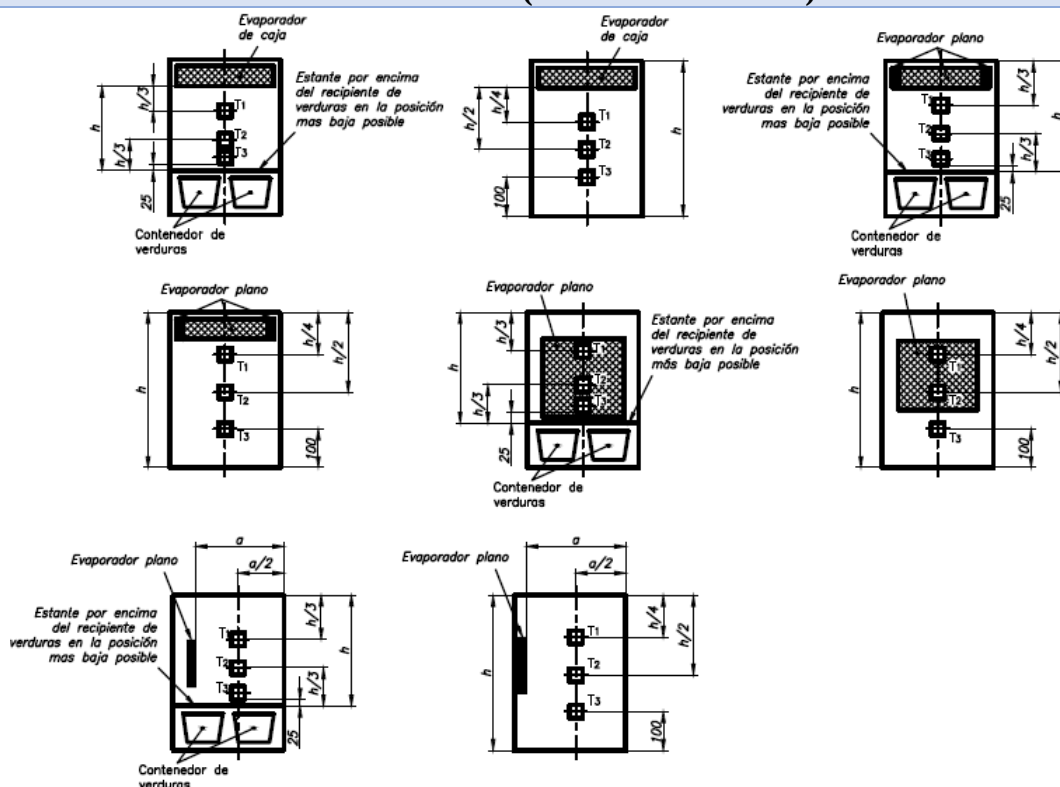


Figura 4. 11 Colocación de cilindros en compartimentos de alimentos frescos con diferentes ubicaciones del evaporador. Fuente [1, p. 60]

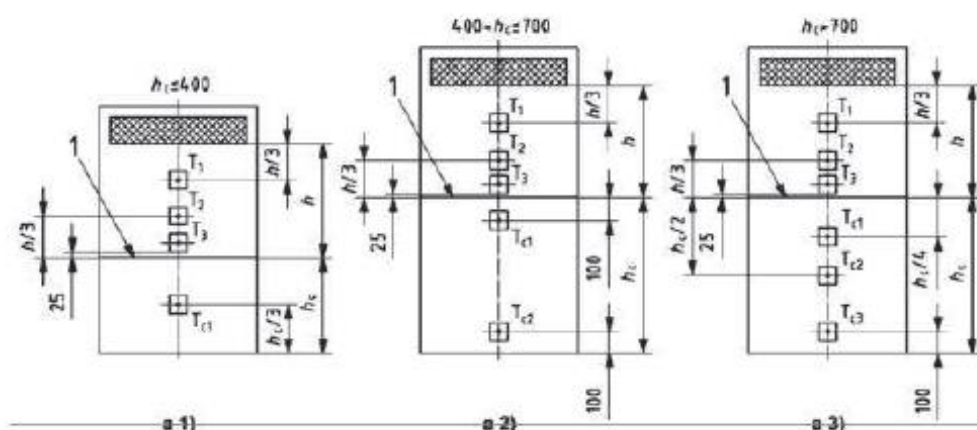


Figura 4. 12 Colocación de cilindros de cobre en tres puntos, compartimento de bodega y de alimentos frescos. Fuente [1, p. 61]



ENSAYO 6: Temperaturas de almacenamiento.

PROCEDIMIENTO

CONTINUACIÓN (TERCERA PARTE):

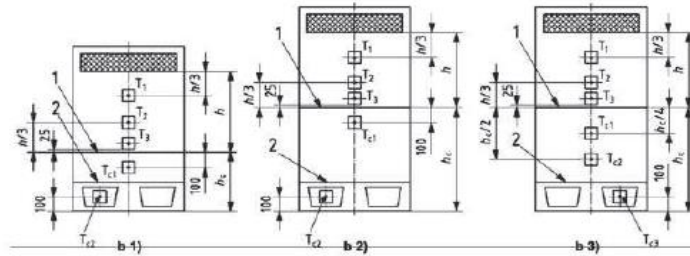


Figura 4. 13 Puntos de colocación de cilindros de cobre en los compartimentos de alimentos frescos y bodega. Fuente [1, p. 61]

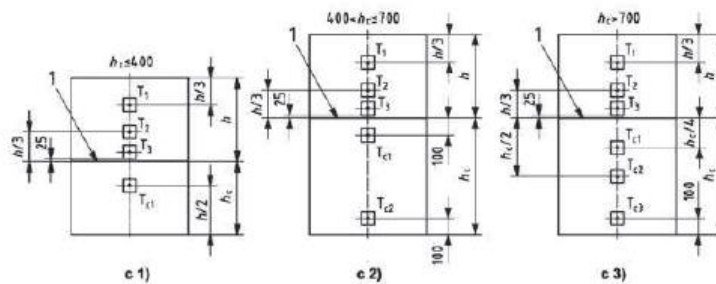


Figura 4. 14 Puntos de medición con cilindros de cobre. Compartimentos de alimentos frescos y bodega. Fuente [1, p. 61]

- 5) Cargar con paquetes de ensayo los compartimentos congeladores y con paquetes M dispuestos en las siguientes posiciones según el equipo de refrigeración a ensayar:
- A representa la puerta del compartimento.
 - B representa la línea de carga marcada.
 - C representa el estante refrigerado.
 - D representa el límite de carga natural.
 - E representa las aberturas de ventilación.

Para un armario tres estrellas, sin almacenamiento en puertas, con n estantes:

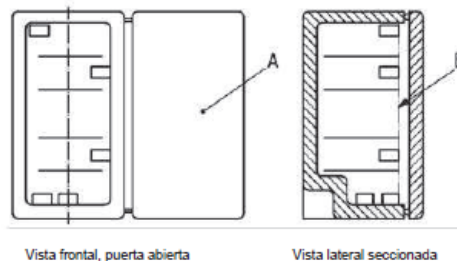


Figura 4. 15 Posición de paquetes M en armario tres estrellas sin almacenamiento en puertas. Fuente [1, p. 64]



LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN



ENSAYO 6: Temperaturas de almacenamiento.

PROCEDIMIENTO

CONTINUACIÓN (CUARTA PARTE):

Para compartimentos de conservación de alimentos congelados. Sin paredes no ventiladas, refrigeradas y fondo, sin almacenamiento en puerta, con n estantes y con límite de carga natural.

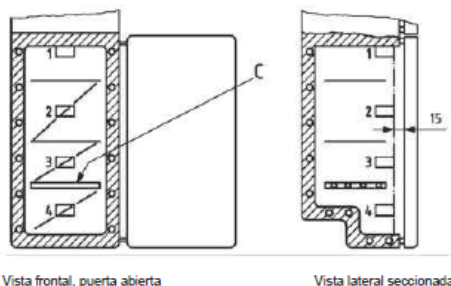


Figura 4. 16 Colocación de paquetes M en compartimentos de conservación de alimentos congelados sin paredes no ventiladas, refrigeradas y fondo, sin almacenamiento en puerta. Fuente

Para compartimentos congeladores de alimentos de conservación de alimentos congelados, sin evaporador visible, sin almacenamiento en puerta, con n estantes refrigerados, con límite de carga marcada:

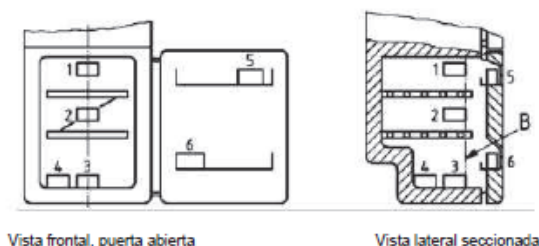


Figura 4. 17 Colocación de paquetes M en congelador de alimentos sin evaporador visible. Fuente[1, p. 64]

Para compartimentos congeladores con almacenamiento en puerta y con línea límite de carga marcada:

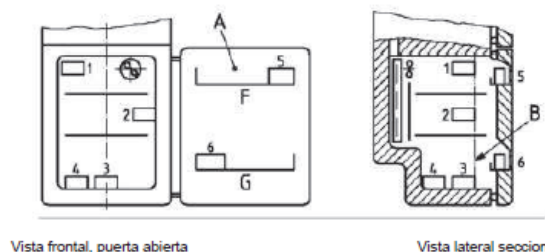


Figura 4. 18 Compartimento congelador de alimentos o compartimentos de conservación de alimentos congelados, con almacenamiento en puerta, n estantes refrigerados y línea de carga marcada. Fuente [1, p. 65]



LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN



ENSAYO 6: Temperaturas de almacenamiento.

PROCEDIMIENTO

CONTINUACIÓN (QUINTA PARTE):

Para compartimentos congeladores de alimentos o compartimentos de conservación de alimentos congelados, con almacenamiento en la puerta, n estantes y límite de carga natural:

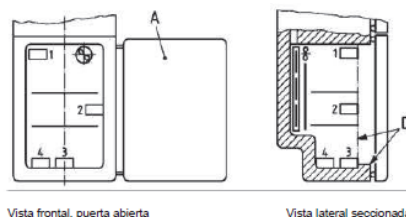


Figura 4. 19 Colocación de paquetes M para compartimento congelador con almacenamiento en puertas y límite de carga natural. Fuente [1, p. 65]

Para compartimento congelador de alimentos, con almacenamiento en puerta y sin ninguna carga de límite de carga marcada o límite de carga natural:

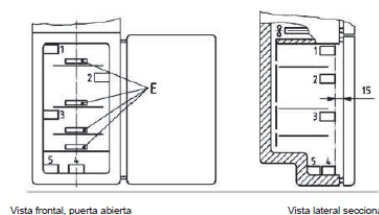


Figura 4. 20 Colocación de paquetes M para compartimento conservador de alimentos con almacenamiento en puerta y sin ninguna línea de carga límite. Fuente[1, p. 65]

- 6) Conectar las sondas de temperatura al sistema de adquisición de datos.
- 7) Dejar funcionar el refrigerador por lo menos por 24 horas cargado, parar el ensayo al final de un ciclo de funcionamiento o en un máximo de 48 horas (si no se logra completar el ciclo). Sin embargo para refrigeradores-congeladores este tiempo puede extenderse hasta 72horas.

VALORES A REPORTARSE

Parámetro	Valor aceptado
Temperatura media de almacenamiento de alimentos frescos.	Mayor a 0°C y menor o igual a 4°C.
Temperatura del compartimento bodega.	Entre 8°C y 14°C.
Temperatura del compartimento frío	Entre -2°C y 3°C.
Temperatura del compartimento una estrella	Menor o igual a -6°C.
Temperatura de compartimento dos estrellas	Menor o igual a -12°C.
Temperatura del compartimento de tres y cuatro estrellas.	Menor o igual a -18°C.

Tabla 4. 18 Guía del Ensayo N°7. Condensación del vapor de agua.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

SALESIANA

ECUADOR

LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN



ENSAYO 7: Condensación del vapor de agua.	
Referencia normativa nacional.	Sección 14 de NTE INEN IEC 62552. Sección 8.8 de NTE INEN 2206.
Objetivo del ensayo:	Determinar el grado de condensación del agua en la superficie externa del gabinete.
Condiciones generales del ensayo:	Para refrigeradores clase SN y N: 25°C y humedad relativa de 50%. Para refrigeradores clase T y ST: 32°C y humedad relativa del 75%.
Materiales y recursos:	Paño.
Zona del laboratorio:	Zona climatizada. Cubículos 1 o 2.
PROCEDIMIENTO	
1) Dejar funcionar a vacío el equipo por 24 horas para alcanzar las condiciones estables de funcionamiento. 2) Durante el período verificar la superficie externa del refrigerador en busca de niebla, gotas o agua chorreando. 3) Clasificar con A para vapor o niebla, B para gotas y C para agua chorreando los lugares del refrigerador en donde han ocurrido estos fenómenos.	
VALORES A REPORTARSE	
Parámetro	Valor o Calificación
Período de ensayo	Tiempo no mayor a 24horas.
Estado	A Vapor B Gotas C Agua chorreando

Tabla 4. 19 Guía del Ensayo N°8: Consumo de Energía. Fuente Autores.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

SALESIANA

ECUADOR

LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN



ENSAYO 8: Consumo de energía		
Referencia normativa nacional.	Sección 15 de NTE INEN IEC 62552. Sección 8.9 de NTE INEN 2206.	
Objetivo del ensayo:	Medir el consumo de energía de los aparatos de refrigeración.	
Condiciones generales del ensayo:	Temperatura ambiental en 10°C, 16°C, 32°C, 38°C o 43°C, dependiendo de la clase climática del aparato. Humedad relativa no mayor a 75%.	
Materiales y recursos:	Vatímetro. Multímetro. Estabilizadores de voltaje.	
Zona del laboratorio:	Zona climatizada. Cubículos 1, 2 o 3.	
PROCEDIMIENTO		
1) Cargar el equipo como para el ensayo 6. 2) Definir las temperaturas de referencia para los compartimentos del ensayo 6. 3) Cuando las temperaturas de todos los compartimentos se encuentren dentro del rango estándar tomar la lectura del vatímetro. 4) La lectura del vatímetro multiplicarla por 24 horas, proyección al día. Método alternativo 5) Cargar el equipo como para el ensayo 6. 6) Tomar una lectura con el vatímetro cuando las temperaturas de los compartimentos sean inferiores a las indicadas a las referenciales. 7) Tomar una lectura con el vatímetro cuando las temperaturas de los compartimentos sean superiores a las indicadas a las referenciales. NOTA: La diferencia entre la temperatura inferior y la superior no puede ser mayor a 4K. 8) Interpolar linealmente los datos de los pasos 6 y 7 para obtener el consumo de energía. 9) Realizar el procedimiento 4 para el valor obtenido de 8.		
VALORES A REPORTARSE		
Parámetro	Valor o Calificación	
Consumo de energía	En kW h proyectado a 24h.	

Tabla 4. 20 Guía de Ensayo N°9 Aumento de Temperatura. Fuente Autores.

			
LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN			
ENSAYO 9: Aumento de temperatura			
Referencia normativa nacional.		Sección 16 de NTE INEN IEC 62552. Sección 8.10 de NTE INEN 2206.	
Objetivo del ensayo:		Verificar el tiempo de aumento de temperatura para los paquetes M en secciones tres o cuatro estrellas.	
Condiciones generales del ensayo:		Temperatura ambiental en 10°C, 16°C, 32°C, 38°C o 43°C, dependiendo de la clase climática del aparato. Humedad relativa no mayor a 75%.	
Materiales y recursos:		Paquetes de Ensayo. Paquetes M. Cilindros de Cobre. Sistema de adquisición de datos.	
Zona del laboratorio:		Zona climatizada. Cubículos 1, 2 o 3.	
PROCEDIMIENTO			
1) Este ensayo solo es aplicable a secciones tres o cuatro estrellas. 2) Cargar el equipo como para el ensayo 6. 3) Constatar inicialmente el paquete M con la mayor temperatura. 4) Registrar el tiempo cuando el paquete del procedimiento 4 llega a -18°C. 5) Registrar el tiempo en el que cualquier paquete llega primero a -9°C. 6) Determinar la diferencia de tiempos de los procesos 5 y 6.			
VALORES A REPORTARSE			
Parámetro		Valor o Calificación	
Diferencia de tiempos.		De alcance a -9°C y a -18°C.	

Tabla 4. 21 Guía de Ensayo N°10 Congelación. Fuente Autores.

		
LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN		
ENSAYO 10: Congelación		
Referencia normativa nacional.	Sección 17 de NTE INEN IEC 62552. Sección 8.11 de NTE INEN 2206.	
Objetivo del ensayo:	Verificar la capacidad de congelación de los congeladores de alimentos.	
Condiciones generales del ensayo:	Temperatura ambiental en 10°C, 16°C, 32°C, 38°C o 43°C, dependiendo de la clase climática del aparato. Humedad relativa no mayor a 75%.	
Materiales y recursos:	Paquetes de Ensayo. Paquetes M. Cilindros de Cobre. Sistema de adquisición de datos.	
Zona del laboratorio:	Zona climatizada. Cubículos 1, 2 o 3.	
PROCEDIMIENTO		
1) Operar el equipo a vacío por 24 horas. 2) Montar en los compartimentos congeladores una carga lastre. 3) Se debe cargar 40kg por cada 100 l de volumen de espacio refrigerado. 4) Cuando se alcance la temperatura de referencia se debe retirar la carga lastre y colocar una carga liviana según el ensayo 6. 5) Tomar el tiempo en el que la carga liviana llega a una media de -18°C en todos los paquetes M. 6) Si el tiempo se encuentra entre 22 y 26 horas se debe estimar la capacidad de congelación en 24 horas por una relación lineal. 7) Si el tiempo supera las 26 horas el procedimiento debe repetirse con una menor carga.		
VALORES A REPORTARSE		
Parámetros	Valor o Calificación	
Tiempo de congelación	Entre 22 y 26 horas. Para obtener por relación el tiempo a 24 horas.	

Tabla 4. 22 Guía de Ensayo 11. Fabricación de Hielo. Fuente Autores.

			
LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN			
ENSAYO 11: Fabricación de Hielo			
Referencia normativa nacional.		Sección 18 de NTE INEN IEC 62552. Sección 8.12 de NTE INEN 2206. [2]	
Objetivo del ensayo:		Determinar la capacidad de fabricación de hielo del aparato de refrigeración.	
Condiciones generales del ensayo:		Temperatura ambiental en 10°C, 16°C, 32°C, 38°C o 43°C, dependiendo de la clase climática del aparato. Humedad relativa no mayor a 75%.	
Materiales y recursos:		Paquetes de Ensayo. Paquetes M. Cilindros de Cobre. Sistema de adquisición de datos.	
Zona del laboratorio:		Zona climatizada. Cubículos 1, 2 o 3.	
PROCEDIMIENTO			
1) Montar el artefacto de refrigeración sobre la plataforma de instalación. 2) El compartimento de alimentos frescos, de bodega y frío deben equiparse según el ensayo 6. 3) No equipar los compartimentos congeladores con paquetes de ensayo durante la operación. 4) Retirar las bandejas de hielo. 5) Suministrar agua a una temperatura de 25°C si los aparatos son de clase climática SN, N y ST. 6) Suministrar agua a 32°C si el aparato es de clase 3. 7) Registrar el tiempo de fabricación del hielo. 8) Verificar peso de bandejas de hielo. 9) Definir el material de las bandejas.			
VALORES A REPORTARSE			
Parámetros		Valor o Calificación	
Tiempo de fabricación de hielo.		El tiempo es relacionado con la cantidad de hielo fabricado.	

Tabla 4. 23 Guía de Ensayo N° 12 Eficiencia Energética. Fuente Autores.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

SALESIANA

ECUADOR

LAB. ENSA. REFRIGERACIÓN



ENSAYO 12: Eficiencia Energética	
Referencia normativa nacional.	RTE INEN 035:2009 [3]
Objetivo del ensayo:	Determinar el rango de eficiencia energética del artefacto de refrigeración.
Condiciones generales del ensayo:	No aplica.
Materiales y recursos:	Cálculo numérico.
Zona del laboratorio:	Oficina.
PROCEDIMIENTO	
1) Determinar el número de artefacto de refrigeración de acuerdo a la tabla 2.9. 2) Determinar los coeficientes de acuerdo a las tablas 2.7 y 2.8. 3) Encontrar el Volumen ajustado según las relaciones de la sección 6 del capítulo 2 del presente trabajo. 4) Determinar entre que indicadores CER se encuentra el refrigerador para establecer su rango de eficiencia energética.	
VALORES A REPORTARSE	
Parámetros	Valor o Calificación
Rango de eficiencia energética.	Entre CER ₀ y CER ₁ para tener una clasificación A.

3. Conclusiones Parciales

Se describen las guías de procedimientos para los doce ensayos a realizarse en el laboratorio de pruebas. Además es primordial establecer las características del artefacto de refrigeración que se refieren a sus generalidades.

En este capítulo se identifica las necesidades fundamentales necesarias para definir al aparato productor de frío, tales como: sus magnitudes nominales entregadas por el fabricante, la clasificación en los diferentes aspectos existentes y el tipo de compartimentos que podrían poseer junto con sus temperaturas de operación establecidas en las normativas.

Desde el ensayo 6 hasta el ensayo 11 el plan de carga de los compartimentos de alimentos congelados es prácticamente el mismo, por esa razón el procedimiento de almacenamiento de temperaturas se describe detalladamente.

El último ensayo consiste en la determinación de la Eficiencia Energética del refrigerador, ayudados del volumen bruto (calculado en el ensayo 1) y del consumo de energía (determinado en el ensayo 8) usando los modelos de referencia indicados en el Reglamento Técnico Ecuatoriano para la Eficiencia Energética de equipos de refrigeración., desarrollados en el segundo capítulo.

4. Referencias

- [1] NTE INEN-IEC 62552, *Aparatos Domésticos de Refrigeración- Características y métodos de ensayo.*, Primera. Ecuador: International Electrotechnical Commission, 2007.
- [2] NTE INEN 2206, *Artefactos de refrigeración domésticos con o sin escarcha. Refrigeradores con o sin compartimiento de temperatura. Requisitos e inspección.*, 3.ª ed. Ecuador, 2015.
- [3] RTE 035:2009, *Eficiencia energética en artefactos de refrigeración de uso doméstico, reporte de consumo de energía, métodos de prueba y etiquetado.*, Primera. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2009.

CAPÍTULO V

ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO

1. Organismo Regulador en el país:

El ente regulador de la acreditación en el país es la entidad SAE, Servicio de Acreditación Ecuatoriano, que tiene como propósito garantizar la seguridad y calidad de productos fabricados y comercializados en el país. [1]

2. Situación actual:

Ningún laboratorio de ensayos se encuentra acreditado por el SAE, que haga referencia a los ensayos o pruebas de artefactos de refrigeración doméstica.

3. Requisitos para la acreditación:

La Norma NTE INEN ISO/IEC 17025 es la que rige la competencia técnica de los ensayos y calibración.

En nuestro país se necesita los siguientes requisitos, para acreditar un laboratorio:

- Ser una entidad legal, constituida como persona jurídica.
- Tener implementado un sistema de gestión de calidad en la organización, acorde a la norma NTE INEN ISO/IEC 17025.
- Contar con personal competente para el desarrollo de las actividades.
- Infraestructura adecuada.
- Conocer y cumplir los requisitos establecidos por el SAE.

4. Pasos para la obtención de la acreditación:

Los siguientes pasos son necesarios para la obtención de la acreditación:

- El laboratorio envía una solicitud de acreditación.

- Se necesita cumplir con un rubro económico para la apertura del expediente.
- El SAE designa un equipo evaluador en correspondencia con el alcance del laboratorio.
- Le entregan al laboratorio una plataforma de costos aproximados para la acreditación, según las tarifas vigentes.
- Primero el equipo evaluador realiza una evaluación documental.
- Luego el equipo evaluador procede a realizar una evaluación en el sitio, es decir en el laboratorio.
- Los resultados son comprobados mediante en participación de pruebas de inter-comparación y calibración.
- El laboratorio puede presentar corrigendas hasta en 180 días, transcurridos desde la elaboración del informe.
- Si se aprueba con el cometido, el laboratorio adquiere una licencia de 4 años de acreditación, con visitas de equipos evaluadores de manera anual.

5. Documentos Relevantes

El documento que debe ser presentado para obtener la acreditación de un laboratorio de ensayos de calibración o certificación es: F PA04 03 R01 Solicitud PEA

Este documento es el primer paso para ingresar en el sistema de acreditación del país para un laboratorio de ensayos.

6. Ensayos a realizar y sus características

Los ensayos a realizar son doce en total, descritos en el capítulo 4.

Las características que se deben definir por cada ensayo son las siguientes:

- El tipo de ensayo a realizarse o la magnitud a determinarse.
- El producto sobre el que se realizará el ensayo.
- Indicar el intervalo de tiempo en la que se realizará el programa.
- Método utilizado para determinar el valor asignado y su incertidumbre.

7. Conclusiones Parciales

No existen hasta la fecha laboratorios de ensayos en refrigeradores reconocidos o acreditados por el SAE. Para acreditarse es necesario formular una solicitud con los ensayos a validarse de manera descrita y con la normativa a la que corresponden. Los instrumentos de medición y sus necesidades de precisión e incertidumbre fueron abordados en el capítulo 2, además los elementos seleccionados que conformarán la larga lista de requerimientos del laboratorio tienen certificados de su calibración, esto se especifica en el capítulo 3.

8. Referencias

[1] «Servicio de Acreditación Ecuatoriano», *Servicio de Acreditación Ecuatoriano*. .

CAPÍTULO VI

COSTOS

Los costos para la implementación del laboratorio son clasificados en los siguientes grupos:

- Costos de los equipos e instrumentos de medición.
- Costos de los dispositivos que integrarán máquinas a construirse.
- Costos de los elementos de climatización.
- Costos de la obra civil.

1. Costos de instrumentos de medición

Tabla 6. 1 Costos de los instrumentos de medición. Fuente Autores.

Instrumento	Cant. Por ref.	Aparatos de refrigeración	Precio unitario	Precio total
Cilindros de cobre	9	3	13,5	364,5
Pesas 1000g	121	2	1,32	319,44
Pesas 500g	121	2	0,66	159,72
Paquetes T1000	324	3	11,9	11566,8
Paquetes T5000	20	3	7,9	474
Paquetes T2500	20	3	7,4	444
Paquetes T5100	2	3	11,3	67,8
Paquetes M	100	3	16	4800
Chasis	1	3	2592	7776
Módulo	8	3	1174	28176
Dist. DISTO D210	2	1	236	472
Vatímetro PX 120	1	3	734	2202
Multímetro PCE-MO 1000	1	3	110	330
Estabilizador 110	1	3	50	150
Estabilizador 115	1	3	50	150
Estabilizador 120	1	3	50	150
Dinamómetro	1	2	341	682
Ventosas 2-14-054	1	2	52	104
Resma de papel Xerox	1	1	8	8
TOTAL				\$ 58.396,26

2. Costos de los dispositivos que integrarán máquinas a construirse

Se consideran tres máquinas:

- Plataforma de madera.
- Dispositivo abre y cierra puertas.
- Dispositivo abre y cierra gavetas.

Solo la plataforma de madera considera su fabricación en más de una unidad, y corresponde al número total de cubículos climatizados a existir en el laboratorio, un total de tres.

2.1. Plataforma de Madera

Se analiza las materias primas, los gastos indirectos y el costo de mano de obra en la fabricación.

Material directo:

Tabla 6. 2 Material directo, plataforma de madera. Fuente Autores.

Elemento	Designación	Proveedor	Cantidad	Precio Unitario	Precio
Madera	Plancha MDF 220x275x1,8	EDIMCA	2	66	132
Tes	M6	Banco del perno	8	3	24
Espárragos	M6	Banco del perno	8	0,25	2
Tuercas	M6	Banco del perno	8	0,12	0,96
Tiras soportes	Tira de 200x100x1300	EDIMCA	2	4	8
				TOTAL	\$ 166,96

Gastos indirectos:

Los gastos indirectos corresponden a un solo rubro que es el de la pintura negra, para todos los elementos. Estimándose en un cuarto de galón con un valor de \$5,30.

Mano de obra:

En referencia a las operaciones de corte, ranurado, armado y pintado se estima un costo de \$80.

Total:*Tabla 6. 3 Costo para una plataforma. Fuente Autores.*

COSTO TOTAL PLATAFORMA	
Materiales directos	166,96
Materiales indirectos	5,3
Mano de obra	80
TOTAL	\$ 252,26

2.2. Dispositivo abre y cierra puertas**Material directo:***Tabla 6. 4 Materiales directos, dispositivo abre y cierra puerta. Fuente Autores.*

Elemento	Designación	Proveedor	Cantidad	Precio Unitario	Precio
Cilindro doble efecto	DSBC-32-600-PPVA-N3	Ecuainsetec	2	230,4	460,8
Electroválvula	MFH-5-1/4B	Ecuainsetec	2	179,6	359,2
Inductor de Bobina	MSFG-24-OD	Ecuainsetec	2	22,05	44,1
Caja de enchufe	MSSD-F	Ecuainsetec	2	4,6	9,2
Silenciador largo	AMTE-M-LH-G14	Ecuainsetec	4	5,42	21,68
Regulador de presión	LR-1/4-D-MINI	Ecuainsetec	2	52,6	105,2
Regulador de caudal	GRLA-1/8-QS-8-D	Ecuainsetec	4	23,7	94,8
Mesa	Acero ASTM 36	DIPAC	1	30	30
Estructura	Tubo estructural 50x50mm	DIPAC	1	20	20
Compresor	2HP 25L	Banco del Perno	1	136,1	136,1
Racor Recto	QS-1/4-8	Ecuainsetec	6	2,5	15
				TOTAL	\$ 835,28

Gastos indirectos:

Los gastos indirectos corresponden a un solo rubro el de la soldadura, estimando un aproximado de una media libra de electrodos, con un precio de un dólar.

Mano de obra:

Considerando las operaciones de corte y suelda de las columnas, de la mesa y el montaje de los actuadores se estima un total de 120 dólares.

Total:

Tabla 6. 5 Costos Totales del dispositivo abre y cierra puertas. Fuente autores.

COSTO TOTAL DISP. AB Y CIE PUERTAS.	
Materiales directos	835,28
Materiales indirectos	1,00
Mano de obra	120,00
TOTAL	\$ 956,28

2.3. Dispositivo abre y cierra gavetas**Material directo:**

Tabla 6. 6 Costos del material directo, dispositivo abre y cierra gavetas. Fuente Autores.

Elemento	Designación	Proveedor	Cantidad	Precio Unitario	Precio
Cilindro doble efecto	DSBC-32-900-PPVA-N3	Ecuainsetec	1	257,1	257,1
Electroválvula	MFH-5-1/4B	Ecuainsetec	1	179,6	179,6
Inductor de Bobina	MSFG-24-OD	Ecuainsetec	1	22,05	22,05
Caja de enchufe	MSSD-F	Ecuainsetec	1	4,6	4,6
Silenciador largo	AMTE-M-LH-G14	Ecuainsetec	2	5,42	10,84
Regulador de presión	LR-1/4-D-MINI	Ecuainsetec	1	52,6	52,6
Regulador de caudal	GRLA-1/8-QS-8-D	Ecuainsetec	2	23,7	47,4
Estructura	Tubo estructural 50x50mm	DIPAC	1	50	50
Compresor	2HP 25L	Banco del Perno	1	136,1	136,1
Racor Recto	QS-1/4-8	Ecuainsetec	3	2,5	7,5
				TOTAL	\$ 510,69

Gastos indirectos:

Los gastos indirectos corresponden a un solo rubro el de la soldadura, estimando un aproximado de una libra de electrodos, con un precio de un dólar sesenta.

Mano de obra:

Considerando las operaciones de corte y suelda de las columnas, de la mesa y el montaje del actuador se estima un total de 100 dólares.

Total:

Tabla 6. 7 Costo total de dispositivo de apertura y cierre de gavetas.

COSTO TOTAL DISP. AB Y CIE GAVETAS.	
Materiales directos	510,69
Materiales indirectos	1,60
Mano de obra	100,00
TOTAL	\$ 612,29

3. Costo de las unidades climatizadoras

Tabla 6. 8 Costos de los equipos de climatización. Fuente Autores.

Equipo	Designación	Proveedor	Precio	Cantidad	P. Equipo
Climatizador - Hitachi	RAK-25PSB y RAC 25WSB	VIDARP	796	2	1592
Resistencia eléctrica	DP001	Ortega Ruiz	50	1	50
Ventilador	3000rpm	BLOWER	29,79	1	29,79
				TOTAL	\$ 1.671,79

4. Costo de la obra civil

Se resume los rubros en la siguiente tabla:

Tabla 6. 9 Costos de la obra civil. Fuente Autores.

ITEM	RUBRO	UNID.	P. UNIT	CANTIDAD	Total
1	Limpieza manual del terreno	m2	0,80	73,00	58,40
2	Replanteo	m2	0,45	73,00	33,13
3	Excavación a mano de cimientos	m3	5,46	10,88	59,43
4	Desalojo de tierra o escombros	m3/km	2,34	14,14	33,10
5	Replanto H.S. 180	m3	164,00	3,90	639,60
6	Acero en barras f'y=4200 Kg/cm2	kg	2,05	308,80	633,04
7	Encofrado de madera recto	m2	9,95	78,00	776,10
8	Hormigón simple 210 kg/cm2 en cimientos	m3	175,64	10,92	1917,99
9	mampostería bloque 10CM	m2	16,65	12,42	206,79
10	Mampostería bloque 15cm	m2	18,68	93,05	1738,08
11	Encofrado borde de losa	m	4,35	82,00	356,82
12	Contrapiso e=10cm HS180, 10cm piedra bola inc. malla 15x15x4.5	m2	25,60	72,80	1863,68
13	Revestimiento palncha Gypsum sobre bloque	m2	6,30	231,60	1459,08
14	Enlucido horizontal	m2	6,50	24,84	161,46
15	Picado para instalaciones y corchado	m	2,20	36,00	79,20
TERMINADOS					
16	Empastado de paredes	m2	4,11	231,60	952,27
17	Porcelanato en pisos y paredes (nacional)	m2	31,00	55,20	1711,20
18	Piso industrial antideslizante	m2	32,27	10,50	338,81
19	Cielo raso falso planchas PVC + Yeso	m2	14,20	72,80	1033,76
20	Ventanas de aluminio y vidrio	m2	60,00	8,10	486,00
21	Puerta sólida aglomerado tropicalizado melaminizado con marco inc. Cerradura	m2	260,30	2,67	693,70
22	Barredera de porcelanato ancho 10cm (porcelanato de piso)	m	7,75	16,00	124,04
23	Pintura de caucho satinado interiores color blanco	m2	4,69	231,60	1086,67
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
24	Tubería cobre ø 10mm	m	6,50	18,00	117,00
25	Stil Panel poliuretano 60mm	m2	12,50	83,52	1044,00
26	Instalación sanitaria PVC 75mm	pto	39,91	3,00	119,73
27	Tubería Desagüe PVC 75mm	m	7,34	3,00	22,02
28	Rejilla de piso PVC 75mm	u	11,02	3,00	33,06
INSTALACIONES ELECTRICAS					
29	Punto eléctrico tomacorriente normal 110 V	pto	43,58	6,00	261,46
30	Punto eléctrico iluminación	pto	31,50	9,00	283,46
31	Cable eléctrico AWG 3*12	m	4,97	60,00	298,22
32	Cable eléctrico AWG 2*12	m	3,73	40,00	149,38
33	Lámpara fluorescente 120*60 3x32	u	82,38	3,00	247,14
34	Lámpara ojo de buey doble foco	u	50,96	3,00	152,89
EXTERIORES					
35	Encofrao horizontal de losa	m2	13,35	78,00	1041,52
36	Piso flotante	m2	14,50	55,20	800,40
				TOTAL	\$ 21.012,62

5. Costos totales del laboratorio

Tabla 6. 10 Costo Final del laboratorio. Fuente Autores

RUBRO	CANT.	P.UNIT	TOTAL
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	1	58396,26	58396,26
PLATAFORMA DE MADERA	3	252,26	756,78
DISP. ABRE Y CIERRA PUERTAS	1	956,28	956,28
DISP. ABRE Y CIERRA GAVETAS	1	612,29	612,29
CLIMATIZACIÓN	1	1671,79	1671,79
OBRA CIVIL	1	21012,62	21012,62
TOTAL			\$ 83.406,02

6. Conclusiones Parciales

El Costo de implementación del laboratorio considerando los materiales requeridos toma un valor total de aproximadamente 84000 dólares. El importe más grande se debe a los equipos e instrumentos utilizados para la medición, a diferencia de los demás rubros que se encuentran por debajo de la cifra de 59000 dólares.

Los puntos considerados no toman en cuenta la valoración del proceso de acreditación, debido a que se requiere el envío de una solicitud, con el ensayo en cuestión puesto en marcha, para definir el monto a cancelar, siendo esta solo una parte del proceso.

CONCLUSIONES GENERALES

El laboratorio de refrigeración se ha diseñado con el propósito de llevar a cabo todos los ensayos especificados en las normas nacionales vigentes: NTE INEN 2206 y NTE INEN IEC 62552, analizando también la metodología para la determinación de la Eficiencia Energética en los Artefactos de Refrigeración regulada por el reglamento técnico RTE INEN 035:2009.

Existen cuatro documentos normativos a nivel mundial referidos a las pruebas y ensayos en aparatos refrigeradores domésticos. La normativa IEC 62552 es la más relevante porque es expedida por un organismo internacional de gestión y elaboración de normas, a parte de esta existen textos elaborados por AHAM, JIS Y AS/NZS.

El laboratorio de ensayos cuenta con dos zonas, una climatizada y otro espacio de ambiente no controlado. La zona climatizada cuenta con tres cubículos en los que la temperatura podrá variar a las temperaturas ambientales de prueba: 10°C, 16°C, 25°C, 32°C, 38°C y 43°C. La zona con ambiente no controlado tendrá lugar para la ejecución de otros ensayos disponiendo de dos espacios de trabajo.

Los ensayos exigen el equipamiento de instrumentos de medida, la construcción de dispositivos específicos y la climatización del ambiente de los cubículos mencionados. En los instrumentos de medida se detallan algunas condiciones de la incertidumbre permisible para registrar los valores de temperatura, voltaje y consumo de energía. Las refrigeradores en sus secciones congeladoras, tendrán que equiparse con paquetes de ensayo, adquiridos en el extranjero, que simulan el calor específico de la carne magra. En referencia a los dispositivos a construirse, se han diseñado tres dispositivos: la plataforma de instalación, una máquina abre y cierra puertas del refrigerador y una máquina abre y cierra puertas de las gavetas. Estos dispositivos servirán para montar a la refrigeradora en los cubículos climatizados y para el ensayo de durabilidad de puertas y gavetas respectivamente.

Con la necesidad de conocer detalladamente los procedimientos para cada uno de los ensayos se elaboraron guías para cada uno de ellos, un total de doce. En las que además de describir los pasos para la ejecución del ensayo, se señalan también las cláusulas de las normativas a las que corresponden los ensayos y los parámetros que se deben constatar para el reporte final.

En el país no existe ningún laboratorio acreditado por el SAE que realice ensayos en artefactos de refrigeración, el primer paso para una futura acreditación de un laboratorio construido es enviar una solicitud al SAE describiendo cada uno de los ensayos y las normativas y exigencias con las que cuenta, luego de esta acción el laboratorio entra en un proceso de evaluación presencial cada semestres. Todos los laboratorios acreditados por el SAE tienen una licencia habilitada por 4 años.

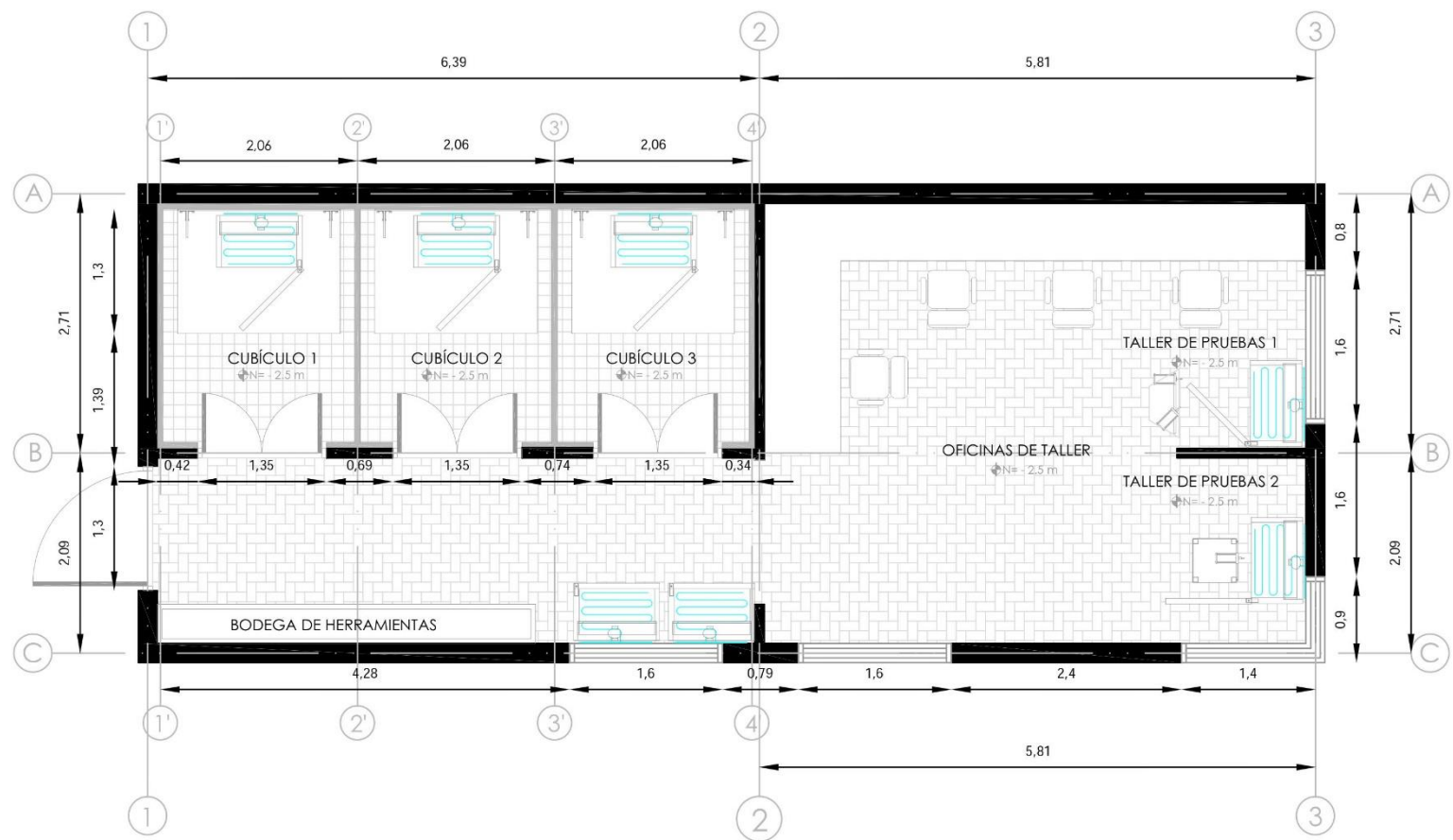
Para la implementación del laboratorio, considerando los equipos de medición, las máquinas de ensayo y los sistemas de climatización que requiere, necesita de un monto total de \$ 83.406,02.

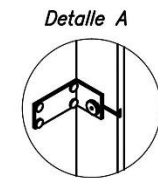
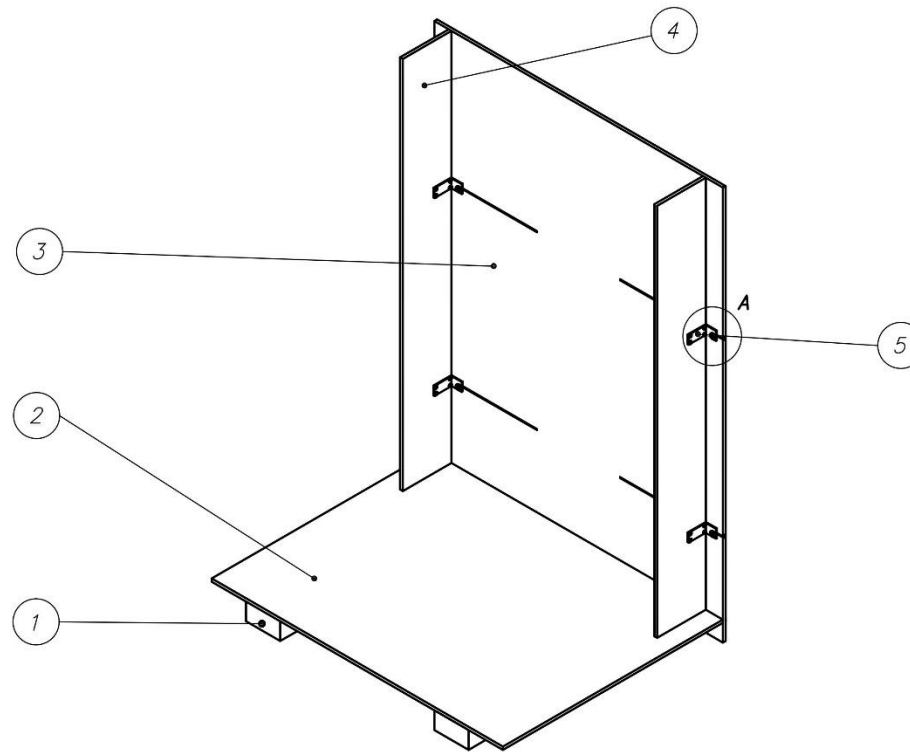
APÉNDICES

APÉNDICE A PLANTA DE LABORATORIO

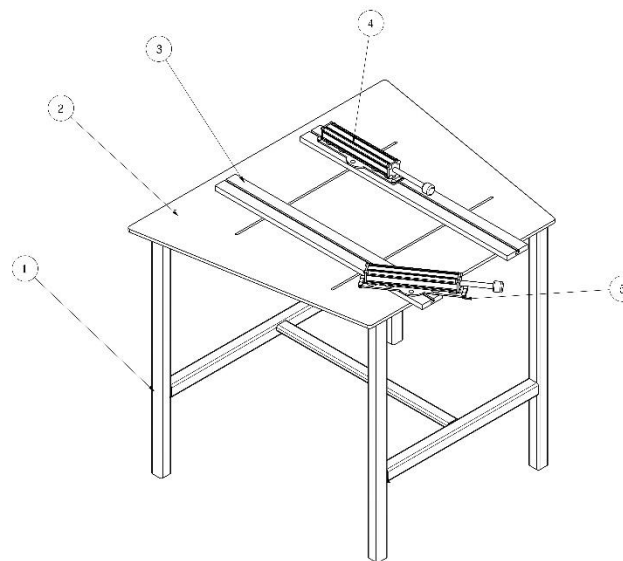
APÉNDICE B PLANOS DE DISPOSITIVOS

APÉNDICE C REFRIGERADORES COMERCIALIZADOS EN EL ECUADOR.

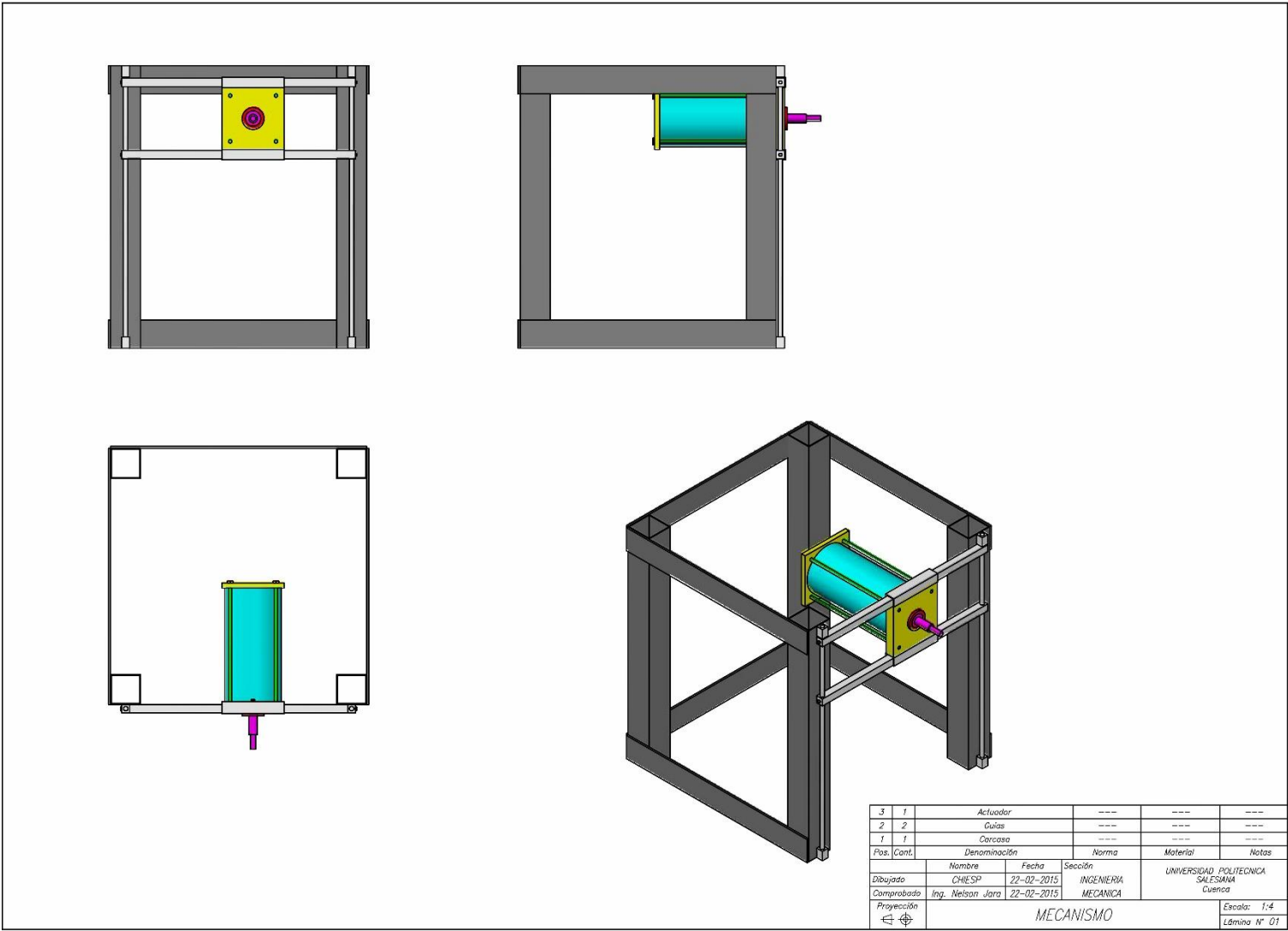




5	1	Corrediza		Acero		
4	2	Placa lateral		Madera		
3	1	Placa posterior		Madera		
2	1	Placa base		Madera		
1	2	Tiras soporte		Madera		
Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Notas
		Nombre	Fecha	Sección	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA Cuenca	
Dibujado		Espinoza-Chiriboga	23-02-15	INGENIERÍA		
Comprobado		Ing. Nelson Jara	23-02-15	MECÁNICA		
Proyección		PLATAFORMA DE INSTALACIÓN			Escala: 1:20	
					Lámina N° 01	



5	1	Peso sujeción		ASTM J6	
4	1	Mater.			
3	1	Tubo		ASTM J6	
2	1	Tablero de mesa		Madera	
1	1	Mesa soporte		Plata aluminio	NAS000-3
Pos. Cont.		Denominación		Norma	Material
		Nombre	Fecha	Revisión	Notas
Diseño		Ch. - 1 SP	24-02-2015	RUC RUC H&H	
Comprobado		Ing. Rubén Lara	24 02 2015	MECANICA	
Aprobación					
					Escala: 1:10 Unidad: m



Número	Marca	Modelo	Fotografía	Volumen Total [l]	Longitud [mm]	Ancho [mm]	Profundidad [mm]	Peso [kg]	Voltaje [V]	Frecuencia [Hz]	Página Electrónica
1	DUREX	RDE7130FWHE		340	1540	660	750	No disponible	115	60	http://www.durex.com.ec/ma/in.aspx?pid=pRirmASY14=&idIoma=148&parent=Z5Jdi39204IRHz32L8Thg6kYkW80gB&producto=R212&clave=RDE7130FWHBE&Ruta=DUREX+%2f+EquipoRefrigerado+%2f+Refr
2	DUREX	RDE7100FWHBE		253	1530	580	690	No disponible	115	60	http://www.durex.com.ec/ma/in.aspx?pid=pRirmASY14=&idIoma=148&parent=Z5Jdi39204IRHz32L8Thg6kYkW80gB&producto=R190&clave=RDE7100FWHBE&Ruta=DUREX+%2f+EquipoRefrigerado+%2f+Refr
3	DUREX	RDE3120GWBE		341	1200	650	600	No disponible	115	60	http://www.durex.com.ec/ma/in.aspx?pid=pRirmASY14=&idIoma=148&parent=Z5Jdi39204IRHz32L8Thg6kYkW80gB&producto=R188&clave=RDE3120GWABE&Ruta=DUREX+%2f+EquipoRefrigerado+%2f+Refr
4	DUREX	RDE3110GWBE		303	1430	600	590	No disponible	115	60	http://www.durex.com.ec/ma/in.aspx?pid=pRirmASY14=&idIoma=148&parent=Z5Jdi39204IRHz32L8Thg6kYkW80gB&producto=R185&clave=RDE3110SWABE&Ruta=DUREX+%2f+EquipoRefrigerado+%2f+Refr
5	DUREX	RDE1110SWAE		304	1400	600	590	No disponible	115	60	http://www.durex.com.ec/ma/in.aspx?pid=pRirmASY14=&idIoma=148&parent=Z5Jdi39204IRHz32L8Thg6kYkW80gB&producto=R166&clave=RDE1110SWABE&Ruta=DUREX+%2f+EquipoRefrigerado+%2f+Refr
6	ECASA	BOREAL 213		294	1750	590	600	75	110	60	http://www.ecasa-la.com/refrigeradores_11.htm
7	ECASA	BOREAL 212		285	1630	590	600	71	110	60	http://www.ecasa-la.com/refrigeradores_12.htm
8	ECASA	SIBERIANA 213 AUTOFROST		368	1540	640	670	73	110	60	http://www.ecasa-la.com/refrigeradores_006.htm

9	INDURAMA	Ri 270		216	1400	540	560	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/83
10	INDURAMA	Ri 270Cr		216	1400	540	560	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/84
11	INDURAMA	Ri 340		212	1415	550	570	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/32
12	INDURAMA	Ri 340Cr		212	1415	550	570	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/33
13	INDURAMA	Ri 375		249	1495	620	670	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/34
14	INDURAMA	Ri 375Cr		249	1495	620	670	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/35
15	INDURAMA	Ri 385		256	1575	620	670	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/36
16	INDURAMA	Ri 395		249	1585	620	710	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/37

APÉNDICE 8

17	INDURAMA	Ri 395Cr		249	1585	620	710	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/38
18	INDURAMA	Ri 405		227	1660	620	670	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/137
19	INDURAMA	Ri 405 Cr		227	1660	620	670	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/138
20	INDURAMA	Ri 425		270	1685	620	710	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/39
21	INDURAMA	Ri 425Cr		270	1685	620	710	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/40
22	INDURAMA	Ri 470		342	1720	710	700	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/135
23	INDURAMA	Ri 470 Cr		342	1720	710	700	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/136
24	INDURAMA	Ri 480		370	1750	710	700	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/42

APÉNDICE 9

25	INDURAMA	Ri 480Cr		370	1750	710	700	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/43
26	INDURAMA	Ri 485		370	1750	710	700	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/122
27	INDURAMA	Ri 485 Cr		370	1750	710	700	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/126
28	INDURAMA	Ri 487		370	1750	710	700	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/129
29	INDURAMA	Ri 487 Cr		370	1750	710	700	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/130
30	INDURAMA	Ri 580		381	1805	710	700	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/44
31	INDURAMA	Ri 580Cr		381	1805	710	700	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/45
32	INDURAMA	Ri 585		381	1805	710	700	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/127

APÉNDICE 10

33	INDURAMA	Ri 585 Cr		381	1805	710	700	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/128
34	INDURAMA	Ri 587 Cr		381	1805	710	700	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/131
35	INDURAMA	Ri 780		560	1790	895	730	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/46
36	INDURAMA	Ri 780 Cr		560	1790	895	730	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/49
37	INDURAMA	Ri 785		560	1790	895	730	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/50
38	INDURAMA	Ri 995 French door		762	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	110	60	http://www.indurama.com/Paises/Ecuador/Productos/Ver:Producto/productid/123
39	ELECTROLUX	ERTG196YSKG		198	1441	496	577	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Frost/ERTG196YSKG
40	ELECTROLUX	DFW50		430	1920	730	730	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/DFW50

APÉNDICE 11

41	ELECTROLUX	DW50X		430	1920	730	730	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/DW50X
42	ELECTROLUX	DWA51		No disponible	1850	735	790	No disponible	120	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/DWA51
43	ELECTROLUX	DXW51		No disponible	1850	735	790	No disponible	120	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/DXW51
44	ELECTROLUX	ERT447QEGW		412	1760	710	690	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/ERT447QEGW
45	ELECTROLUX	ERTG206YSKG		205	1463	545	585	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/ERTG206YSKG
46	ELECTROLUX	ERTG206YSKW		205	1463	545	585	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/ERTG206YSKW
47	ELECTROLUX	ERTG226YSKG		238	1497	545	659	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/ERTG226YSKG
48	ELECTROLUX	ERTG226YSKW		238	1497	545	659	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/ERTG226YSKW

APÉNDICE 12

49	ELECTROLUX	ERTG286YSKG		310	1521	605	710	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/ERTG286YSKG
50	ELECTROLUX	ERTG286YSKW		310	1521	605	710	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/ERTG286YSKW
51	ELECTROLUX	ERT337QBGW		327	1670	610	640	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Frost/ERT337QBGW
52	ELECTROLUX	FRDWN043MBKW		119	850	505	525	No disponible	120	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Frost/FRDWN043MBKW
53	ELECTROLUX	ERD217QBGW		215	1280	541	572	No disponible	120	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Frost/ERD217QBGW
54	ELECTROLUX	ERD217QBGS		215	1280	541	572	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Frost/ERD217QBGS
55	ELECTROLUX	ERTG216YSKG		213	1440	541	580	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Frost/ERTG216YSKG
56	ELECTROLUX	ERT337QBGS		327	1670	610	640	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Frost/ERT337QBGS

57	ELECTROLUX	ERT227QBGS		215	1280	541	572	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Frost/ERT227QBGS
58	ELECTROLUX	ERT227QBGW		215	1280	541	572	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Frost/ERT227QBGW
59	ELECTROLUX	ERTG216YSKW		213	1440	541	580	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Frost/ERTG216YSKW
60	ELECTROLUX	DF50		430	1920	730	730	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/DF50
61	ELECTROLUX	DF50X		430	1920	730	730	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/DF50X
62	ELECTROLUX	ERT447QEGS		412	1760	710	690	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/ERT447QEGS
63	ELECTROLUX	ERTG326YSKG		347	1669	605	710	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/ERTG326YSKG
64	ELECTROLUX	ERTG326YSKW		347	1669	605	710	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/ERTG326YSKW

57	ELECTROLUX	ERT227QBGS		215	1280	541	572	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Frost/ERT227QBGS
58	ELECTROLUX	ERT227QBGW		215	1280	541	572	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Frost/ERT227QBGW
59	ELECTROLUX	ERTG216YSKW		213	1440	541	580	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Frost/ERTG216YSKW
60	ELECTROLUX	DF50		430	1920	730	730	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/DF50
61	ELECTROLUX	DF50X		430	1920	730	730	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/DF50X
62	ELECTROLUX	ERT447QEGS		412	1760	710	690	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/ERT447QEGS
63	ELECTROLUX	ERTG326YSKG		347	1669	605	710	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/ERTG326YSKG
64	ELECTROLUX	ERTG326YSKW		347	1669	605	710	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/No_frost/ERTG326YSKW

65	ELECTROLUX	ERSB53B6MLT		550	1760	902	750	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Side_by_side_e_-_French_door/ERSB53B6MLT
66	ELECTROLUX	ERSB53B6MLW		550	1760	902	750	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Side_by_side_e_-_French_door/ERSB53B6MLW
67	ELECTROLUX	ERSB51I6MLW		545	1760	902	750	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Side_by_side_e_-_French_door/ERSB51I6MLW
68	ELECTROLUX	ERSB51I6MLT		545	1760	902	750	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Side_by_side_e_-_French_door/ERSB51I6MLT
69	ELECTROLUX	ERSB51J6MLT		545	1760	902	750	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Side_by_side_e_-_French_door/ERSB51J6MLT
70	ELECTROLUX	ERSB51J6MLW		545	1760	902	750	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Side_by_side_e_-_French_door/ERSB51J6MLW
71	ELECTROLUX	ERFD59G6MLS		590	1775	911	728,5	No disponible	110	60	http://www.electrolux.com.ec/Products/Refrigeraci%C3%B3n/Refrigeradoras/Side_by_side_e_-_French_door/ERFD59G6MLS
72	GENERAL ELECTRIC	GSMF3REXF-EC		563	1776,3	831,8	844,3	No disponible	115	60	http://www.geilineablanca.com.ec/main.aspx?pid=ppRimA5Y14=&IdIoma=210&parent=25Jd3920dRHzy3L8ThgkYxW80gB&submarca=N/A&Ides&producto=9756&clave=GSMF3RFXFWW-

73	GENERAL ELECTRIC	GLM25WGTGS	No disponible	755	1776,3	908,3	844,3	No disponible	115	60	http://www.gelineablanca.com.ec/main.aspx?pid=prRrnAS&Y14=&idioma=210&parent=Z5&Id39204IRHz32L8Thq6kYk&W80g8&submarca=N/A&fide=&producto=3538&clave=GLM25WGTGS&Buta=GF+%2f+Equipo
74	GENERAL ELECTRIC	TBS19ZC		512	1840	745	785	No disponible	115	60	http://www.gelineablanca.com.ec/main.aspx?pid=prRrnAS&Y14=&idioma=210&parent=Z5&Id39204IRHz32L8Thq6kYk&W80g8&submarca=N/A&fide=&producto=5393&clave=TBS19ZC&Buta=GF+%2f+Equipo
75	GENERAL ELECTRIC	TBS17ZC	No disponible	486	1753,4	742,2	779,5	No disponible	115	60	http://www.gelineablanca.com.ec/main.aspx?pid=prRrnAS&Y14=&idioma=210&parent=Z5&Id39204IRHz32L8Thq6kYk&W80g8&submarca=N/A&fide=&producto=5390&clave=TBS17ZC&Buta=GF+%2f+Equipo
76	GENERAL ELECTRIC	TBS17YA	No disponible	486	1761,7	742,2	779,5	No disponible	115	60	http://www.gelineablanca.com.ec/main.aspx?pid=prRrnAS&Y14=&idioma=210&parent=Z5&Id39204IRHz32L8Thq6kYk&W80g8&submarca=N/A&fide=&producto=2465&clave=TBS17YA&Buta=GF+%2f+Equipo
77	GENERAL ELECTRIC	GSM23YBP-EC	No disponible	673	1780	910	750	No disponible	115	60	http://www.gelineablanca.com.ec/main.aspx?pid=prRrnAS&Y14=&idioma=210&parent=Z5&Id39204IRHz32L8Thq6kYk&W80g8&submarca=N/A&fide=&producto=9755&clave=GSM23YBPWW
78	GENERAL ELECTRIC	GSML3KEXF-EC		563	1776,3	831,8	844,3	No disponible	115	60	http://www.gelineablanca.com.ec/main.aspx?pid=prRrnAS&Y14=&idioma=210&parent=Z5&Id39204IRHz32L8Thq6kYk&W80g8&submarca=N/A&fide=&producto=9757&clave=GSM13KEXFS
79	GENERAL ELECTRIC	GSML6PGXE		755	1776,3	908,3	844,3	No disponible	115	60	http://www.gelineablanca.com.ec/main.aspx?pid=prRrnAS&Y14=&idioma=210&parent=Z5&Id39204IRHz32L8Thq6kYk&W80g8&submarca=N/A&fide=&producto=6626&clave=GSM16PGXFS&Buta=GF+%2f+Equipo
80	HACEB	SBS 656 L BAR SE 2P T		656	1808	925	881	129	110	60	http://www.haceb.com/Detalle/rvdsfpid/nevecon-sbs-656l-bar-se2p-t-28/rvdsfcid/refrigeracion-2

81	HACEB	SBS 541 L SE 2P T		541	1790	903	734,5	113	110	60	http://www.haceb.com/Detalle/rvdsfpid/nevecon-sbs-541-l-se-2p-t-25/rvdsfcadid/refrigeracion-2
82	HACEB	SBS 541 L TK BLACK		541	1812	942	803	129	110	60	http://www.haceb.com/Detalle/rvdsfpid/nevecon-sbs-541-l-tk-black-24/rvdsfcadid/refrigeracion-2
83	HACEB	AREZZO 245 L CE 1P DA TI		245	1340	610	690	39,6	110	60	http://www.haceb.com/Detalle/rvdsfpid/nevera-arezzo-245-l-ce-1-p-da-ti-12/rvdsfcadid/refrigeracion-2
84	HACEB	AREZZO 305 L CE 2P DA TI		305	1619	610	690	51,93	110	60	http://www.haceb.com/Detalle/rvdsfpid/nevera-arezzo-305-l-ce-2-p-da-ti-15/rvdsfcadid/refrigeracion-2
85	HACEB	ASSENTO 220L SE 2P DA TI		220	1470	610	690	47,6	110	60	http://www.haceb.com/Detalle/rvdsfpid/nevera-assento-220l-se-2p-da-ti-20/rvdsfcadid/refrigeracion-2
86	HACEB	ASSENTO 244L SE 2P DA TI		244	1590	610	690	51,28	110	60	http://www.haceb.com/Detalle/rvdsfpid/nevera-assento-244l-se-2p-da-ti-21/rvdsfcadid/refrigeracion-2
87	HACEB	ASSENTO 268 L SE 2P DA TI		268	1680	610	690	52,66	110	60	http://www.haceb.com/Detalle/rvdsfpid/nevera-assento-268l-se-2p-da-ti-22/rvdsfcadid/refrigeracion-2
88	HACEB	ASSENTO 300L SE 2P DA TI		300	1760	610	690	53,32	110	60	http://www.haceb.com/Detalle/rvdsfpid/nevera-assento-300l-se-2p-da-ti-23/rvdsfcadid/refrigeracion-2

89	HACEB	ASSENTO 370L SE 2P DA TI		370	1720	700	730	66,22	110	60	http://www.haceb.com/Detalle/rvdsfpid/nevera-assento-370l-se-2p-da-ti-18/rvdsfcid/refrigeracion-2
90	HACEB	ASSENTO 420L SE 2P DA TI		420	1850	700	730	68,17	110	60	http://www.haceb.com/Detalle/rvdsfpid/nevera-assento-420l-se-2p-da-ti-19/rvdsfcid/refrigeracion-2
91	MABE	MA021YIEES0		346	1640	660	781	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=MA021YIEES0#separador1
92	MABE	MA0384XMEES0		384	1731	660	781	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=MA0384XMEES0#separador1
93	MABE	MA0393ZNEES0		393	1731	660	781	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=MA0393ZNEES0#separador1
94	MABE	RML230YHS		230	1573	554,5	669	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=RML230YHS#separador1
95	MABE	RML250YJB		250	1681	555,4	669	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=RML250YJB#separador1
96	MABE	RML250YJS		250	1681	554	669	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=RML250YJS#separador1

97	MABE	RML267YJEEB0		267	1603	584	628	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=RML267YJEEB0#separador1
98	MABE	RML267YJEEB0		267	1603	584	628	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=RML267YJEEB0#separador1
99	MABE	RMT393ZNEEB0		393	1731	660	700	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=RMT393ZNEEB0#separador1
100	MABE	MA0356VLESN		356	1637	660	780	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=MA0356VLESN#separador1
101	MABE	RMT21YIEEB0		346	1640	660	781	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=RMT21YIEEB0#separador1
102	MABE	RMT384XMEEB0		384	1731	660	781	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=RMT384XMEEB0#separador1
103	MABE	RMS1951YCEB2		518	1872,7	743,3	737,3	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=RMS1951YCEB2#separador1
104	MABE	RMS1951YCES2		518	1872,7	743,3	737,3	No disponible	110	60	http://www.mabe.com.ec/Detalle.aspx?producto=RMS1951YCES2#separador1

105	LG	GC-B207GLQV		522	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	115	60	http://www.lg.com/ec/refrigeradora/lg-GC-B207GLQV
106	LG	GM-L277JSHF		608	1771	912	830	125,5	115	60	http://www.lg.com/ec/refrigeradora/lg-GM-L277JSHF-side-by-side
107	LG	GM-B471UVAA		No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	115	60	http://www.lg.com/ec/refrigeradora/lg-GM-B471UVAA-topmount
108	LG	GM-B561UVA		No disponible	1870	825	760	79	115	60	http://www.lg.com/ec/refrigeradora/lg-GM-B561UVA-topmount
109	LG	GC-L207BLQV		567	1750	890	720	No disponible	115	60	http://www.lg.com/ec/refrigeradora/lg-GC-L207BLQV
110	WHIRLPOOL	EL88TRRWS		No disponible	1690	760	790	No disponible	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refri_kick1.aspx#
111	WHIRLPOOL	EV188NVWS		No disponible	1800	770	690	No disponible	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refri_kick2.aspx
112	WHIRLPOOL	EW5506D		451	1710	720	850	No disponible	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-top-mount-ewt5506d.aspx

113	WHIRLPOOL	WRE80ARTWW		568	1857	829	747	No disponible	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-bottom-mount-wre80artww%20.aspx
114	WHIRLPOOL	WRM22AKTWW		235	1470	610	690	51,4	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-top-mount-baja-capacidad-wrm22aktww.aspx
115	WHIRLPOOL	7WRS22FEBF		601	1680	849	890	110	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-side-by-side-7wrs22febf.aspx
116	WHIRLPOOL	7WRS25FEBF		702	1750	910	890	110	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-side-by-side-7wrs25febf.aspx
117	WHIRLPOOL	WRV80ARTWW		568	1857	829	747	No disponible	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-bottom-mount-wrv80artww.aspx
118	WHIRLPOOL	WRW25AKTWW		264	1590	610	690	54,5	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-top-mount-baja-capacidad-wrw25aktww.aspx
119	WHIRLPOOL	EW8505D		502	1810	720	850	No disponible	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-top-mount-ewt8505d.aspx
120	WHIRLPOOL	EW8907A		502	1810	720	850	No disponible	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-top-mount-ewt8907a.aspx

121	WHIRLPOOL	WRW27AKTWW		285	1680	610	690	56,6	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-top-mount-baja-capacidad-wrw27aktww.aspx
122	WHIRLPOOL	WRW32AKTWW		305	1760	610	690	58,4	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-top-mount-baja-capacidad-wrw32aktww.aspx
123	WHIRLPOOL	LWT1031D/Q		298	1560	650	730	No disponible	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-top-mount-lwt1031dq.aspx
124	WHIRLPOOL	LWT3530D/Q		364	1820	650	730	No disponible	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-top-mount-lwt3530dq.aspx
125	WHIRLPOOL	LWT3935A		358	1820	650	730	No disponible	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-top-mount-lwt3935a.aspx
126	WHIRLPOOL	NWT2002Q/D		308	1680	620	570	No disponible	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-top-mount-nwt2002qd.aspx
127	WHIRLPOOL	WT3501D		368	1810	620	750	No disponible	115	60	http://www.whirlpool.com.ec/refrigeracion-refrigeradores-top-mount-wt3501d.aspx

ANEXOS

ANEXO A. Instrumentos de Medida

Cilindros de Cobre (Sensores de temperatura)

De acuerdo con la norma **NTE INEN-IEC 62552** las temperaturas deben medirse con sondas de temperatura, cuyos sensores se insertan ya sea en los paquetes M o en el centro de cilindros sólidos hechos de latón o de cobre recubierto de estaño que tienen una masa de $25\text{ g} \pm 5\%$ y de un área externa mínima (diámetro = altura = aproximadamente 15,2 mm).

Características: Cilindros

Dimensiones: Diámetro = altura = 15,2 mm



Página electrónica: <http://www.madisnc.com/en/products/other-products/brass-cylinder>

Medidores de distancias lineales



Datos técnicos

Códigos de mensaje

ES

General	
Tolerancia de medición típica*	± 1,0 mm / 0,04 in ***
Tolerancia de medición máxima**	± 2,0 mm / 0,08 in ***
Alcance en la placa de objetivo de Leica GZM26	100 m / 328 ft
Alcance típico*	80 m / 262 ft
Alcance en condiciones desfavorables ****	50 m / 164 ft
Unidad mínima visualizada	0,1 mm / 1/32 in
Power Range Technology™	sí
Clasificación láser	2
Tipo láser	635 nm, < 1 mW
Ø punto láser a distancias	6 / 30 / 60 mm 10 / 50 / 100 m
Clase de protección	IP54 (protección contra polvo y salpicaduras de agua)
Desconexión autom. del láser	después de 90 s
Desconexión autom. de energía	después de 180 s
Duración de las pilas (2 x AAA)	hasta 5000 mediciones 114 x 50 x 27 mm 4,49 x 1,97 x 1,06 in
Dimensión (Al x P x An)	
Peso (sin pilas)	104 g / 3,34 oz
Rango de temperaturas:	
- Almacenaje	-25 hasta 70 °C -13 hasta 158 °F
- Funcionamiento	-10 hasta 50 °C 14 hasta 122 °F

* aplica para reflectividad de objetivo del 100 % (pared pintada blanca), baja luz ambiente, 25 °C

** aplica para reflectividad de objetivo del 10 al 500 %, elevada luz ambiente, - 10 °C a + 50 °C

*** las tolerancias son de aplicación desde 0,05 m a 10 m con un nivel de confianza del 95%. La tolerancia máxima puede deteriorarse hasta 0,1 mm/m entre 10 m y 30 m y hasta 0,15 mm/m para distancias superiores a 30 m

**** aplica para reflectividad de objetivo del 100 %, luz ambiente entre 10.000 lux y 30.000 lux

Funciones	
Medición de distancia	sí
Medición min/max	sí
Medición permanente	sí
Replanteo	sí
Suma/Resta	sí
Área	sí
Volumen	sí
Función de pintor (área con medición parcial)	sí
Pitágoras	2 puntos y 3 puntos
Memoria	10 resultados
Señal acústica	sí
Pantalla iluminada	sí
Extremo multifuncional automático	sí

Si el mensaje **Error** no desaparece después de conectar el dispositivo repetidamente, contacte con el distribuidor.

Si aparece el mensaje **Info** con un número, pulse el botón Clear y tenga en cuenta las siguientes instrucciones:

N.º	Causa	Corrección
204	Error en el cálculo	Repetir la medición.
252	Temperatura muy alta	Dejar que el aparato se enfríe.
253	Temperatura muy baja	Calentar el aparato.
255	Señal de recepción muy débil, tiempo de medición muy largo	Cambiar la superficie de objetivo (p. ej. papel blanco).
256	Señal de recepción demasiado potente	Cambiar la superficie de objetivo (p. ej. papel blanco).
257	Demasiada luz de fondo	Oscurecer el área de objetivo.
258	Medición fuera del rango de medición	Rango correcto.
260	Se interrumpió el rayo láser	Repetir medición.

Sistema de adquisición de datos



Ventas
Ecuador
512-683-0100
orders@ni.com

NI cDAQ-9188XT

Chasis NI CompactDAQ Ethernet Robusto de 8 Ranuras

- Para uso en entornos robustos con temperatura de operación de -40 a 70 °C, 50 g de impacto, 5 g vibración
- Configure un mecanismo a prueba de fallas usando el temporizador tipo watchdog para que los tipos de salidas respondan apropiadamente
- Escoja entre más de 50 módulos de E/S intercambiables en vivo con acondicionamiento de señales integrado
- Escriba medidas de formas de onda continuas con tecnología patentada NI Signal Streaming
- Simplifique la instalación sin necesidad de configuración en red y una utilidad integrada de configuración basada en Web
- Mida en minutos con el software NI-DAQmx y la generación automática de código usando el DAQ Assistant



Información General

El NI cDAQ-9188XT es un chasis NI CompactDAQ Ethernet de 8 ranuras diseñado para medidas distribuidas o remotas en entornos robustos. Con un rango de temperatura de -40 °C a 70 °C, impacto de 50 g, especificaciones de operación de 5g de vibración y certificaciones Clase I, División 2 y Ex para sitios peligrosos, usted puede realizar cualquier medida, dondequiera. Un solo chasis NI CompactDAQ puede medir hasta 256 canales de señales eléctricas, físicas, mecánicas o acústicas. Al combinar más de 50 módulos de E/S de la Serie C, específicos de sensores con la tecnología patentada NI Signal Streaming, la plataforma NI CompactDAQ ofrece datos de alta velocidad y facilidad de uso en un sistema flexible de medidas mixtas.

Con el cDAQ-9188XT, usted puede configurar un temporizador tipo watchdog para cualquiera de los canales de salida (analógico, digital o contador) usado en el chasis. Esta característica ofrece un mecanismo a prueba de fallas para encargarse del canal de salida y coloca al sistema en un estado seguro configurable por el usuario si ocurre un evento no deseado como que el cable Ethernet se desconecte.

Los sistemas NI CompactDAQ combinan medidas de sensores con señales de voltaje, corriente y digital para crear sistemas personalizados de medidas mixtas con una sola interfaz Ethernet a la PC o laptop. Los módulos están disponibles para una variedad de medidas de sensores incluyendo termopares, RTDs, galgas extensiométricas, transductores de presión y carga, celdas de torsión, acelerómetros, medidores de flujo y micrófonos. Además, al usar un módulo digital de la Serie C, como el 9401, usted puede tener acceso a los cuatro contadores/temporizadores integrados de 32 bits para aplicaciones como PWM, conteo de eventos y medidas de periodo o de frecuencia.

El chasis cDAQ-9188XT se vende con lo siguiente:

- DVD del controlador NI-DAQmx
- Desarmador (plano y de cabeza Phillips)
- NI cDAQ-9188XT Quick Start poster

La fuente de alimentación y cable se vende por separado.

El controlador NI-DAQmx se vende con cada chasis e incluye lo siguiente:

- Soporte de programación para NI LabVIEW, ANSI C/C++, C# y Visual Basic .NET
- Generación de código DAQ Assistant para NI LabVIEW, NI LabWindows™/CVI y NI Measurement Studio
- Programas de ejemplo para todos los lenguajes soportados
- NI Measurement & Automation Explorer (MAX) para configuración y pruebas del sistema

The mark LabWindows is used under a license from Microsoft Corporation. Windows is a registered trademark of Microsoft Corporation in the United States and other countries.

Especificaciones

Resumen de Especificaciones

General

Número de Ranuras 8

Soporte para LabVIEW RT No

LabVIEW RT Support

National Instruments LabVIEW with the LabVIEW Real-Time Module can be integrated with supported hardware to deliver deterministic, real-time performance for data acquisition and control systems. Using LabVIEW graphical programming, a LabVIEW Real-Time embedded control application can be developed on a desktop machine, and then downloaded and executed on an independent hardware target.

Disparo Integrado Si

Requerimientos de Potencia

Rango de Entrada de Voltaje 9 V - 30 V

Fuente de Alimentación DC

Contadores / Temporizadores

Contadores 4

Tamaño 32 bits

Impacto y Vibración

Impacto Operacional 50 g

Vibración Aleatoria 10 Hz - 500 Hz

Rango Aleatorio de Frecuencia de Operación 5 g

Especificaciones Físicas

Longitud 25.4 cm

Ancho 8.81 cm

Altura 5.89 cm

Peso 900 gram

Temperatura de Operación -40 °C - 70 °C

Temperatura de Almacenamiento -40 °C - 85 °C

Máxima Altitud 5000 m

Vatímetro:



PX 120 y PX 110: Vatímetros digitales TRMS tri y monofásico

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	PX 120	PX 110
Naturaleza de las redes	Monofásica y Trifásica 3 cables equilibrado (T3FE)	Monofásica
Número de puntos	3 líneas de 4 dígitos (14 mm)	3 líneas de 4 dígitos (14 mm)
Ancho de banda	de c.c. a 1 kHz	de c.c. a 1 kHz
Potencia activa		
Escalas	10 W a 1 kW - 1 kW a 6 kW	10 W a 1 kW - 1 kW a 6 kW
Resolución	0,1 W - 1 W	0,1 W - 1 W
Precisión básica en c.a. / c.c.	1%L ± 2D / 2%L ± 3D	1%L ± 2D / 2%L ± 3D
Potencia aparente, reactiva		
Escalas	10* a 1 k* - 1 k* a 6 k*	10* a 1 k* - 1 k* a 6 k*
Resolución / Precisión básica	0,1* - 1* / 2%L ± 2D	0,1* - 1* / 2%L ± 2D
Factor de potencia		
Alcance	1,00	1,00
Resolución	0,01 / 3%L ± 2D	0,01 / 3%L ± 2D
Tensión		
Alcance	0,5 a 600 V RMS	0,5 a 600 V RMS
Resolución	100 mV	100 mV
Precisión básica en c.a. / c.c.	0,5%L ± 2D / 1%L ± 3D	0,5%L ± 2D / 1%L ± 3D
Impedancia de entrada	1 MΩ	1 MΩ
Corriente		
Escalas	10 mA a 2 A - 2 A a 10 A RMS	10 mA a 2 A - 2 A a 10 A RMS
Resoluciones	1 mA - 10 mA	1 mA - 10 mA
Precisión básica en c.a. / c.c.	0,5%L ± 2D / 1%L ± 3D	0,5%L ± 2D / 1%L ± 3D
Corriente de arranque		
Escalas	5 A - 65 A (pico)	5 A - 65 A (pico)
Resolución / Precisión	100 mA / 10%L ± 2D	100 mA / 10%L ± 2D

*Potencia aparente = VA - potencia reactiva = VAR - En trifásico, la medida sólo es exacta para las señales sinusoidales.

CARACTERÍSTICAS GENERALES	PX 120	PX 110
Interfaces y software	SI	SI
Temperatura de funcionamiento	de 0 a 50°C	de 0 a 50°C
Temperatura de almacenamiento	de -40 a 70°C	de -40 a 70°C
Alimentación	6 pilas 1,5 V (LR6)	6 pilas 1,5 V (LR6)
Autonomía	40 horas	40 horas
Dimensiones P x L x H	60 x 108 x 211 mm	60 x 108 x 211 mm
Peso	835 g	835 g
Seguridad IEC 61010-1	600 V, Cat.III, pol. 2	600 V, Cat.III, pol. 2
Garantía	1 año	1 año

Multímetro



Multímetro PCE-MO 1000

Detalles

Multímetro para resistencias bajas / gran pantalla LCD / carcasa robusta de goma / resolución: 0,1 $\mu\Omega$ / función MAX / MIN / HOLD / iluminación de fondo desconexión automática

El multímetro PCE-MO 1000 mide resistencia y la calidad de conexión al poder detectar las resistencias más bajas. El multímetro ofrece también un sinnúmero de otras funciones. Además de las funciones más comunes, el multímetro permite medir valores extremos. También puede activar la iluminación de fondo. Si necesita congelar el valor mientras esté realizando una medición dispone de la función HOLD. Además de la medición de resistencias bajas, con este multímetro podrá la resistencia normal, la corriente alterna y continua, la tensión alterna y continua, así como la capacidad. El multímetro PCE-MO 1000 dispone de una gran pantalla LCD con iluminación de fondo. Esto permite una lectura fácil del multímetro PCE-MO 1000. Los valores detallados en la pantalla LCD del multímetro PCE-MO 1000 permiten una evaluación sencilla. El multímetro se alimenta a través de 6 pilas tipo AA de 1,5 V, que se reemplazan fácilmente.

- Para mediciones desde 400 $\mu\Omega$
- Resolución 0,1 $\mu\Omega$
- Gran pantalla LCD con iluminación de fondo
- Desconexión automática a los 30 min
- Carcasa robusta de goma
- Funciones MAX / MIN / HOLD

Especificaciones técnicas

Rango de medición	0 ... 40 Ω
Pantalla	Gran pantalla LCD (iluminación de fondo)
Salida de corriente máxima	200 mA (400 m Ω)
Cuota de medición	500 ms
Temperatura ambiental de funcionamiento	0 ... +40 °C (humedad relativa: <80 % H.r.)
Temperatura de almacenaje	-10 ... +60 °C (humedad relativa: <70 % H.r.)
Alimentación	6 x 1,5 AA oder similar (DC 9 V)
Dimensiones	200 x 92 x 50
Peso	aprox. 700 g (baterías incluidas)
Desconexión automática	a los 30 minutos de inactividad

Especificaciones eléctricas**Resistencias < 40 Ω**

Rango de medición	Resolución	Precisión	Corriente
400 m Ω	0,1 m Ω	$\pm (1 \% + 10 \text{ dígitos})$	200 mA
4 Ω	1 m Ω	$\pm (1 \% + 5 \text{ dígitos})$	20 mA
40 Ω	0,01 Ω	$\pm (1 \% + 5 \text{ dígitos})$	2 mA

Resistencias > 40 Ω

Rango de medición	Resolución	Precisión
400 Ω	0,1 Ω	$\pm (1 \% + 4 \text{ dígitos})$
4 k Ω	1 Ω	$\pm (1,5 \% + 2 \text{ dígitos})$
40 K Ω	10 Ω	$\pm (1,5 \% + 2 \text{ dígitos})$
400 k Ω	100 Ω	$\pm (1,5 \% + 2 \text{ dígitos})$
4 M Ω	1 k Ω	$\pm (2,5 \% + 3 \text{ dígitos})$
40 M Ω	10 k Ω	$\pm (3,5 \% + 5 \text{ v})$

Corriente continua

Rango de medición	Resolución	Precisión
400 μ A	0,1 μ A	$\pm (1,5 \% + 5 \text{ dígitos})$
400 μ A	1 μ A	
40 mA	0,01 mA	
400 mA	0,1 mA	

Corriente alterna

Rango de medición	Resolución	Precisión
400 μ A	0,1 μ A	$\pm (1,5 \% + 5 \text{ dígitos})$
4000 μ A	1 μ A	
40 mA	0,01 mA	
400 mA	0,1 mA	

Tensión continua

Rango de medición	Resolución	Precisión
400 mV	0,1 mV	$\pm (1 \% + 5 \text{ dígitos})$
4 V	1 mV	
40 V	0,01 V	

400 V	0,1 V
1000 V	1 V

Tensión alterna

Rango de medición	Resolución	Precisión (50 ... 60 Hz)	Precisión (400 Hz)
400 mV	0,1 mV	$\pm (1,2 \% + 10 \text{ dígitos})$	$\pm (2,5 \% + 10 \text{ dígitos})$
4 V	1 mV	$\pm (1,0 \% + 10 \text{ dígitos})$	$\pm (1,2 \% + 10 \text{ dígitos})$
40 V	0,01 V		
400 V	0,1 V		
750 V	1 V		

Capacidad

Rango de medición	Resolución	Precisión
4 nF	1 nF	no especificado
40 nF	10 nF	$\pm (5,0 \% + 20 \text{ dígitos})$
400 nF	0,1 nF	$\pm (3,0 \% + 10 \text{ dígitos})$
4 uF	1 uF	$\pm (3,0 \% + 10 \text{ dígitos})$
40 uF	10 uF	$\pm (3,0 \% + 10 \text{ dígitos})$
400 uF	0,1 uF	$\pm (4,0 \% + 10 \text{ dígitos})$
4 mF	1 mF	$\pm (10,0 \% + 10 \text{ dígitos})$
40 mF	10 mF	no especificado

Contenido del envío

- 1 x Multímetro PCE-MO 1000
- 2 x Cables de prueba de seguridad (rojo y negro)
- 2 x Cables de prueba Kelvin (rojo y negro)
- 6 x Baterías AA
- 1 x Maletín de transporte

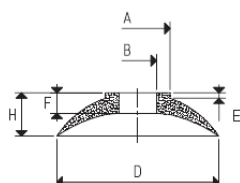
Dinamómetro



Especificaciones técnicas

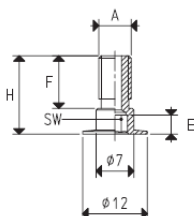
Modelo de dinamómetro	PCE-FM50	PCE-FM200
Carga de medición máxima	5 kg / 49 N	20 kg / 196 N
Resolución	1 g / 0,01 N	10 g / 0,05 N
Precisión	± 0,4 %, + 1 dgt.	± 0,5 %, + 2 dgt.
Unidades de medición	gramo / Newton	gramo / Newton
Sobrecarga máxima	7,5 kg	30 kg

Ventosa



VENTOSAS							
Art.	Fuerza Kg	A Ø	B Ø	D Ø	E	F	H
01 25 10 *	1.23	12	6	25	2	3.5	8
01 30 10 *	1.76	12	6	30	1	3.5	8
01 35 10 *	2.40	12	6	35	1	3.5	8

* Completar el código indicando la mezcla: A= goma antiacete; N= goma natural; S= silicona



SOPORTES								
Art.	A Ø	E	F	H	SW	Material del soporte	Para ventosa art.	Peso g
00 08 08	M6	3.5	10	14.5	3	latón	01 25 10	2.7
							01 30 10	
							01 35 10	
00 08 60	G1/8"	4.0	10	14.5	4	latón	01 25 10	5.6
							01 30 10	
							01 35 10	

Paquetes de ensayo



Página:

http://www.rdandt.co.uk/data/rdandt/downloads/RD%26T%20Test%20packs%201_2.pdf

PESO	DIMENSIONES
1 kg	(200 x 100 x 50 mm).
500 g	(100 x 100 x 50 mm)
500 g	(200 x 50 x 25 mm).
250 g	(100 x 100 x 25 mm).
250 g	(100 x 50 x 50 mm).
125 g	(100 x 50 x 25 mm)



Via delle Industrie, 2/4 – 26838 TAVAZZANO CN (LO)

SAFETY DATA SHEET

TEST PACKAGE o PACCO TEST

1. PRODUCT AND MANUFACTURER IDENTIFICATION

Commercial name: TEST PACKAGE o PACCO TEST

Use: for performance tests on Household Cooling Appliances, according to ISO 13502, ISO 5155, ISO 7371, ISO 8187, ISO 8361, and relevant Amendments, and on Commercial Cooling Appliances, according to EN Standards 441-4, 441-5, UNI EN ISO 23953-2:2006 and relevant Amendments.

Manufacturer: **MADI** S.r.l. - Via delle Industrie, 2/4 – 26838 TAVAZZANO C/V (LO) - Italy

Phone: +39 0371 477880

Fax: +39 0371 477073

Phone number for urgent callings:

+39 349 3620917

2. COMPOSITION/INFORMATION OF INGREDIENTS

Substances contained in the product (percentage over 1%) considered dangerous according to the European Directive CEE 67/548 and relevant amendments:

none

The product contains

- substances contained in a percentage over 1%

	Freezing point	
	- 1°C	- 5°C
- oxyethylmethycellulose	23,0%	23,2%
- sodium chloride	-	4,3%
- water	76,4%	72,3%

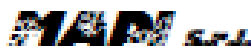
- substances contained in a percentage less than 1%

- sodium chloride	0,3%	-
- 6-chloro-m-cresol	0,08%	0,08%

3. DANGER IDENTIFICATION

The product is wrapped in a plastic sheet, which is sealed.

Using the Test Packages according to the above item 1. there are no risks at all.



Via delle Industrie, 2/4 – 26838 TAVAZZANO CV (LO) - Italy

Also if the plastic sheet should break with exile of the content, the product is not dangerous for the health.

4. FIRST AID

Contact with eyes: not relevant if wrapped; in case of contact with the product exiled from the plastic sheet, wash the eyes with a lot of water keeping the eyelids open.

Contact with skin: wash abundantly with water and soap.

Inhalation: not relevant if wrapped; in case of contact with the product exiled from the plastic sheet, take the subject at open air.

Ingestion: not relevant if wrapped; in case of contact with the product exiled from the plastic sheet, consult a doctor showing the Safety Card.

5. FIRE RISKS

Putting out means recommended:

CO2 - foam – chemical powders according to the materials involved in fire.

Putting out means forbidden:

None.

Exposition risks:

None.

Dress:

Personnel, dealing with the putting out operations, have to dress protective dresses and have the availability of protective means for breathing.

6. WHAT TO DO IN CASE OF ACCIDENTAL EXIL OUT FROM THE EXTERNAL FILM

In case of spreading on the floor, pick it up when dried (in presence of water or other liquids, the product makes the surfaces slippery).

7. HANDLING AND STORAGE

Handling: being the product wrapped in a plastic film, it has no problem in handling.

Storage: keep the product in a dry ambient, far from heating source e substances which present fire risks.

8. PERSONAL EXPOSITION / PROTECTION

Respiratory protection: non required.

Eyes, face, hands and skin protection: use adequate working clothes.

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES



Via delle Industrie, 2/4 – 26838 TAVAZZANO C/V (LO) - Italy

<u>Physical state:</u>	solid rubbery
<u>Color:</u>	light yellow
<u>Smell:</u>	odourless
<u>Density:</u>	about 1 g/ml
<u>Freezing point:</u>	about - 1°C or - 5°C
<u>pH:</u>	about 7
<u>Solubility:</u>	partially soluble in water
<u>Flammability:</u>	no supplying to the flame

10. STABILITY AND REACTIVITY

Conditions to be avoided:

- the product is stable in the normal condition of use and storage.
- don't expose at temperature higher than 50 °C.

Substances to be avoided:

- strong acids and basics, strong oxides and reducing.

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Toxicological informations regarding the oxyethylmethylcellulose at pure state:

- Acute toxicity: LD50 oral, rat: > 2000 mg/kg.
- Ocular irritation: rabbit: not irritating.
- Skin irritation: rabbit: not irritating.

12. ECOLOGICAL INFORMATION

Ecological information regarding the oxyethylmethylcellulose at pure state:

- Ittiotoxicity: LC50 brachydanio rerio: > 5000 mg/l
- Acute bacteric toxicity: EC50: > 10000 mg/l
- Biodegradability: about 11% after 28 days
- Risks class for waters: WGK = 1 (limited risk)

13. SELLING OFF CONSIDERATIONS

The product can be sold off in a controlled selling off area, according to the laws in force (in Italy D.Lgs 22/97 and relevant amendments).

14. TRANSPORT INFORMATION

Transport not ruled.



Via delle Industrie, 2/4 – 26838 TAVAZZANO C/V (LO) - Italy

15. RULES INFORMATION

Product labelling according to the Italian DM 28.01.1992 on packaging and labelling of dangerous products classification:

<u>Ranger symbol:</u>	not required
<u>Sentences for risks:</u>	not required
<u>Prudence advices:</u>	S 16 - Keep far from flames and sparks – Don't smoke.

16. OTHER INFORMATION

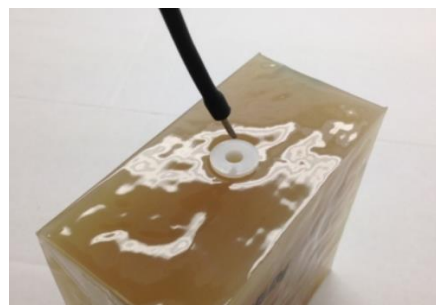
The Safety Card was drawn up according to the European Directive 93/112/CE of 10 December 1993, come in force in Italy with D.M. Health of 04 April 1997.

The above informations are based on our best present knowledges and describe the products from the point of view required by the Safety Standards. They refer to the product when supplied and don't have the purpose to guarantee the quality.

The product has to be stored, handled and used according to the good working industrial standards and according to all the laws in force.

No responsibilities can be ascribed to the Supplier for any risk due to variations or effects not known in the characteristics of the used raw materials as such or in combination, as well as coming from a product use considered improper, imprudent or different from the specified one.

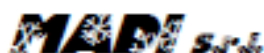
Paquetes M



Los paquetes “M” simulan cargas eléctricas en la refrigeradora como los alimentos que se ingresan para ser refrigerados.

Paquete " M" están adecuados para recibir sensores termopares gracias a orificios de distintos diámetros, orificios donde se instalan los termopares además cuentan con casquillos de protección del orificio para prevenir daños e ingreso de impurezas.

Composición química y características de los paquetes “M”



Via delle Industrie, 2/4 – 26838 TAVAZZANO C/V (LO)

SAFETY DATA SHEET

TEST PACKAGE o PACCO TEST

1. PRODUCT AND MANUFACTURER IDENTIFICATION

Commercial name: TEST PACKAGE o PACCO TEST

Use: for performance tests on Household Cooling Appliances, according to ISO 15502, ISO 5155, ISO 7371, ISO 8187, ISO 8561, and relevant Amendments, and on Commercial Cooling Appliances, according to EN Standards 441-4, 441-5, UNI EN ISO 23953-2:2006 and relevant Amendments.

Manufacturer: **MADI S.p.A.** - Via delle Industrie, 2/4 – 26838 TAVAZZANO C/V (LO)

Phone: +39 0371 477880

Fax: +39 0371 477073

Phone number for urgent callings:

+39 349 5620917

2. COMPOSITION/INFORMATION OF INGREDIENTS

Substances contained in the product (percentage over 1%), considered dangerous according to the European Directive CEE 67/548 and relevant amendments:

none

The product contains

- substances contained in a percentage over 1%

	Freezing point	
	- 1°C	- 5°C
- oxyethylmethylcellulose	23,0%	23,2%
- sodium chloride	-	4,3%
- water	76,4%	72,5%

- substances contained in a percentage less than 1%

- sodium chloride	0,5%	-
- 6-chloro- <i>m</i> -cresol	0,08%	0,08%

3. DANGER IDENTIFICATION

The product is wrapped in a plastic sheet, which is sealed.

Using the Test Packages according to the above item 1. there are no risks at all.

Also if the plastic sheet should break with exile of the content, the product is not dangerous for the health.

4. FIRST AID

Contact with eyes: not relevant if wrapped; in case of contact with the product exiled from the plastic sheet, wash the eyes with a lot of water keeping the eyelids open.



Via delle Industrie, 2/4 – 26838 TAVAZZANO C/V (LO)

Contact with skin: wash abundantly with water and soap.

Inhalation: not relevant if wrapped; in case of contact with the product exiled from the plastic sheet, take the subject at open air.

Ingestion: not relevant if wrapped; in case of contact with the product exiled from the plastic sheet, consult a doctor showing the Safety Card.

5. FIRE RISKS

Putting out means recommended:

CO₂ - foam - chemical powders according to the materials involved in fire.

Putting out means forbidden:

None.

Exposition risks:

None.

Dress:

Personnel, dealing with the putting out operations, have to dress protective dresses and have the availability of protective means for breathing.

6. WHAT TO DO IN CASE OF ACCIDENTAL EXIL OUT FROM THE EXTERNAL FILM

In case of spreading on the floor, pick it up when dried (in presence of water or other liquids, the product makes the surfaces slippery).

7. HANDLING AND STORAGE

Handling: being the product wrapped in a plastic film, it has no problem in handling.

Storage: keep the product in a dry ambient, far from heating source e substances which present fire risks.

8. PERSONAL EXPOSITION / PROTECTION

Respiratory protection: non required.

Eyes, face, hands and skin protection: use adequate working clothes.

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

<u>Physical state:</u>	solid rubbery
<u>Color:</u>	light yellow
<u>Smell:</u>	odourless
<u>Density:</u>	about 1 g/ml
<u>Freezing point:</u>	about - 1°C or - 5°C
<u>pH:</u>	about 7
<u>Solubility:</u>	partially soluble in water
<u>Flammability:</u>	no supplying to the flame

10. STABILITY AND REACTIVITY

Conditions to be avoided:

- the product is stable in the normal condition of use and storage.
- don't expose at temperature higher than 50 °C.



Via delle Industrie, 2/4 – 26838 TAVAZZANO C/V (LO)

Substances to be avoided:

- strong acids and basics, strong oxides and reducing.

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Toxicological informations regarding the oxyethylmethylcellulose at pure state:

- Acute toxicity: LD50 oral, rat: > 2000 mg/kg.
- Ocular irritation: rabbit: not irritating.
- Skin irritation: rabbit: not irritating.

12. ECOLOGICAL INFORMATION

Ecological information regarding the oxyethylmethylcellulose at pure state:

- Ittiotoxicity: LC50 brachydanio rerio: > 5000 mg/l
- Acute bacteric toxicity: EC50: > 10000 mg/l
- Biodegradability: about 11% after 28 days
- Risks class for waters: WGK = 1 (limited risk)

13. SELLING OFF CONSIDERATIONS

The product can be sold off in a controlled selling off area, according to the laws in force (in Italy D.Lgs 22/97 and relevant amendments).

14. TRANSPORT INFORMATION

Transport: not ruled.

15. RULES INFORMATION

Product labelling according to the Italian DM 28.01.1992 on packaging and labelling of dangerous products classification:

<u>Hanger symbol:</u>	not required
<u>Sentences for risks:</u>	not required
<u>Prudence advices:</u>	S 16 - Keep far from flames and sparks - Don't smoke.

16. OTHER INFORMATION

The Safety Card was drawn up according to the European Directive 93/112/CE of 10 December 1993, come in force in Italy with D.M. Health of 04 April 1997.

The above informations are based on our best present knowledges and describe the products from the point of view required by the Safety Standards. They refer to the product when supplied and don't have the purpose to guarantee the quality.

The product has to be stored, handled and used according to the good working industrial standards and according to all the laws in force.

Actuador Lineal de apertura y cierre.



General technical data							
Piston Ø	32	40	50	63	80	100	125
Pneumatic connection							
DSBC-...	G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2	G1/2
DSBC-...-C	M5	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8
Piston rod thread	M10x1.25	M12x1.25	M16x1.5	M16x1.5	M20x1.5	M20x1.5	M27x2
Stroke							
DSBC-... (mm)	1 ... 2800						
DSBC-...-Q (mm)	1 ... 1500						-
DSBC-...-C (mm)	10 ... 2000						
DSBC-...-E1/-E2/-E3 (mm)	10 ... 2000						-
DSBC-...-P2 (mm)	10 ... 500						-
DSBC-...-...E (mm)	1 ... 2000						
DSBC-...-...L (mm)	1 ... 2000						
Design	Piston / piston rod / profile barrel						
Mode of operation	Double-acting						
Cushioning							
DSBC-...-P	Elastic cushioning rings/pads at both ends						
DSBC-...-PPV	Pneumatic cushioning, adjustable at both ends						
DSBC-...-PPS	Pneumatic cushioning, self-adjusting at both ends						
Cushioning length							
DSBC-...-PPV (mm)	17	19	22	22	31	31	45
DSBC-...-E1/-E2/-E3 (mm)	17	19	15	15	15	15	-
Position sensing	Via proximity sensor						
Type of mounting	Via internal thread / accessories						
Mounting position	Any						

Operating and environmental conditions							
Piston Ø	32	40	50	63	80	100	125
Operating medium	Compressed air to ISO 8573-1:2010 [7:4:4]						
Note on operating/pilot medium	Lubricated operation possible (in which case lubricated operation will always be required)						
Operating pressure							
DSBC-... [bar]	0.6 ... 12		0.4 ... 12			0.2 ... 10	
DSBC-...-L ⁽¹⁾ [bar]	0.3 ... 12	0.25 ... 12			0.2 ... 12	0.15 ... 12	–
DSBC-...-U ⁽¹⁾ [bar]	0.25 ... 12		0.2 ... 12	0.15 ... 12	0.1 ... 12		0.1 ... 10
DSBC-...-C ⁽²⁾ [bar]	1.5 ... 10						
DSBC-...-E1/-E2/-E3 [bar]	2.5 ... 12		1.5 ... 12			–	
DSBC-...-T3/-A2 [bar]	1 ... 12					1 ... 10	
DSBC-...-A3 [bar]	1.5 ... 12		1 ... 12	0.6 ... 12		0.6 ... 10	

Technical data DSBC-...-C – With clamping unit

- The specified holding force refers to a static load. If this value is exceeded, slippage may occur. Dynamic forces occurring during operation must not exceed the static holding force. The clamping unit is not backlash-free in the clamped condition if varying loads are applied to the piston rod.
- The clamping unit may only be released if the forces at the piston have reached equilibrium. Otherwise, there is a risk of accidents due to sudden movement of the piston rod. Blocking off the air supply at both ends (e.g. with a 5/3-way valve) does not provide any safety.

Piston Ø	32	40	50	63	80	100	125
Clamping type with effective direction	At both ends						
	Clamping via spring force						
	Release through compressed air						
Static holding force [N]	600	1000	1400	2000	5000	5000	7500
Max. axial play under load [mm]	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	0.8	1.8
Min. release pressure [bar]	3						

ATEX ¹⁾	
Explosion-proof ambient temperature	-20°C ≤ Ta ≤ +60°C
CE marking (see declaration of conformity)	To EU Explosion Protection Directive (ATEX)
ATEX category for gas	II 2G
Explosion ignition protection type for gas	cT4
ATEX category for dust	II 2D
Explosion ignition protection type for dust	cT120°C

1) Note the ATEX certification of the accessories.

Forces [N] and impact energy [J]							
Piston Ø	32	40	50	63	80	100	125
Theoretical force at 6 bar, advancing	483	754	1178	1870	3016	4712	7363
Theoretical force at 6 bar, retracting	415	633	990	1682	2721	4418	6881
Max. impact energy in the end positions							
DSBC-...	0.4 ¹⁾	0.7	1.0	1.3	1.8	2.5	3.3
DSBC-...-L/-U/-T1/-T3/-T4	0.2 ¹⁾	0.35	0.5	0.65	0.9	1.25	1.65

1) The max. energy in combination with the trunnion mounting kit DAMT is 0.1 J.

Electroválvula MFH-5-1-4/B FESTO



Característica	Propiedades
Función de las válvulas	3/2 cerrada monoestable
Tipo de accionamiento	eléctrico
Ancho	26 mm
Caudal nominal normal	500 l/min
Presión de funcionamiento	1,5 ... 8 bar
Construcción	asiento de plato
Tipo de reposición	muelle mecánico
Tipo de protección	IP65
Diámetro nominal	5 mm
Patrón	27 mm
Función de escape	Estrangulable
Principio de hermetización	blando
Posición de montaje	indistinto
Accionamiento manual auxiliar	con enclavamiento
Tipo de control	prepiloteado
Sentido del flujo	no reversible
Holgura de sobreposición	no
Nota sobre la dinamización forzada	Frecuencia de conmutación mínima: 1x por semana
Tiempo de conmutación a la desconexión	29 ms
Tiempo de conmutación a la conexión	9 ms
Máx. impulso de prueba positivo con señal 0	2.200 µs
Máx. impulso de prueba negativo con señal 1	3.700 µs
Valores característicos de las bobinas	Consultar bobina; pedir por separado
Categoría ATEX para gas	II 2G
Tipo de protección contra explosión de gas	c T4
Categoría ATEX para polvo	II 2D
Tipo de protección contra explosión por polvo	c 130°C
Temperatura ambiente con riesgo de explosión	-5°C ≤ Ta ≤ +40°C
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Marca CE (ver declaración de conformidad)	según la normativa UE sobre protección contra explosión (ATEX)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	1
Temperatura de almacenamiento	-20 ... 60 °C
Temperatura del medio	-5 ... 40 °C
Temperatura ambiente	-5 ... 40 °C
Peso del producto	240 g
Conexión eléctrica	a través de bobina F, pedir por separado
Tipo de fijación	a elegir: Sobre regleta de bornes con taladro pasante
Conexión para el orificio de barrido	M5
Conexión del aire de escape de pilotaje 82	M5

Piston Ø	32	40	50	63	80	100
Clamping type	Positive locking through stop cylinder					
	Release through compressed air					
Static holding force [N]	500	500	2000	2000	5000	5000
Max. axial backlash with end position locked [mm]	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5
Min. unlocking pressure [bar]	≤ 2.5		≤ 1.5			
Max. locking pressure [bar]	≥ 0.5					

Sizing example

When sizing pneumatic cylinders it is recommended as a basic principle that only 50% of the indicated theoretical forces (see above) be used.

Given:

Installation position = vertical
Workpiece load = 44 kg
 $F = m \times g = 44 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 431.6 \text{ N}$

To be found:

Suitable piston Ø

Example with 32 mm piston Ø:

Theoretical force at 6 bar, advancing = 483 N
50% of the theoretical force = 241.5 N
Static holding force with 32 mm piston Ø = 500 N
The static holding force of end-position locking is within the permissible range (max. 500 N) for a workpiece load of 44 kg (431.6 N), however the cylinder would be at 89% capacity.
Result:
A cylinder with a piston Ø of 40 mm is therefore recommended for this application.

Inductor de bobina. MSFG-24-OD FESTO

FESTO



Solenoid valves NVF3, to NAMUR

Peripherals overview

FESTO

Solenoid valves and accessories		Brief description	→ Page/Internet
Solenoid valves			
[1]	NVF3-MOH-5/2K-1/4-EX	Solenoid valve for F solenoid coil	6
[2]	NVF3-MOH-5/2K-1/4-IA-EX	Solenoid valve mounted with intrinsically safe solenoid coil, ignition protection type ia = intrinsically safe	
Accessories			
[3]	Coding pin	Included in the scope of delivery	-
[4]	Seal plate	For changing the valve function, included in the scope of delivery	-
[5]	Solenoid coil MSFG-...-M-EX and MSFW-...-M-EX	Ignition protection type m = encapsulation	10
[6]	Solenoid coil MSFG-...-EX and MSFW-...-EX	Ignition protection type nA = non-sparking	
[7]	Illuminating seal MF-LD	For indicating the switching status	
[8]	Plug socket MSSD-F-M16	Insert can be repositioned by 180°. Ignition protection type nA = non-sparking for solenoid coil in item [6]	
[9]	Plug socket with cable KMF	Insert can be repositioned by 180°	
[10]	Plug socket MSSD-V-M16	Insert can be repositioned by 180°. Ignition protection type ia = intrinsically safe for solenoid coil in item [2]	
[11]	Inscription labels KMC/F/V-BZ	For identifying the plug sockets	

General technical data		
	Solenoid valve with F coil of choice	Solenoid valve with mounted solenoid coil
Valve function	5/2-way or 3/2-way, single solenoid	
Conforms to	VDI/VDE 3845 (NAMUR)	
Width	[mm]	53
Design	Disk seat	
Sealing principle	Soft	
Actuation type	Electric	
Reset method	Mechanical spring	
Type of control	Piloted	
Direction of flow	Non-reversible	
Exhaust function	Flow control	
Manual override	Detenting, non-detenting	
Type of mounting	On manifold rail	
Mounting position	Any	
Non-overlapping	No	
Vent connection	Internal	
Nominal size	[mm]	7
Standard nominal flow rate	1 → 2, 2 → 3 [l/min]	900
	Exhaust air return 2 → 4 [l/min]	150
b value	0.33	
C value	[l/sbar]	4.2
Pneumatic connection	1, 3, 5	G¼
	2, 4	Port pattern as per NAMUR
	Pilot exhaust port 84	M5
Product weight	[g]	280
		350

Caja de enchufe MSSD-F FESTO

Conectores NECV para válvulas, confeccionables

FESTO

Hoja de datos

Conector tipo zócalo MSSD-F

- Para válvulas con bobinas F
- Conexión del cable con tornillos prisioneros o mediante técnica autocortante



Datos técnicos generales			
Tipo	MSSD-F	MSSD-F-M16	MSSD-F-S-M16
Conexión eléctrica	Conector acodado tipo zócalo	Conector acodado tipo zócalo	Conector tipo zócalo
	3 contactos	3 contactos	3 contactos
	Fijación roscada	Fijación roscada	Borne autocortante
	Forma rectangular MSF	Forma rectangular	–
Conexión eléctrica	–	Según EN 175301-803	Forma B
Racor del cable	Pg9	M16	–
Diámetro admisible del cable [mm]	6 ... 8	6 ... 8	5,5 ... 8
Sección de la conexión [mm ²]	Máx. 1,5	0,75	0,5 ... 1
Frecuencia de conexión	–	50	10
Tipo de fijación	Tornillo central M3	Tornillo central M3	Tornillo central M3
Posición de montaje	Indistinta	Indistinta	Indistinta
Grado de protección según EN 60 529	IP65 (montado)	IP65 (montado)	IP67 (montado)

Materiales			
Tipo	MSSD-F	MSSD-F-M16	MSSD-F-S-M16
Cuerpo	Material sintético	PA reforzado	PA
Color del cuerpo	Negro	–	Negro
Juntas	–	HNBR	–

Condiciones de funcionamiento y del entorno			
Tipo	MSSD-F	MSSD-F-M16	MSSD-F-S-M16
Temperatura ambiente [°C]	–25 ... +90	–20 ... +115	–25 ... +90
Símbolo CE (consultar declaración de conformidad)	Según directiva UE de bajo voltaje ¹⁾	–	–

Referencias				
Descripción	Conexión del cable	Peso	Nº art.	Tipo
Conector tipo zócalo para válvulas con bobinas F	Fijación roscada	17 g	34431	MSSD-F
	–	35 g	539710	MSSD-F-M16
	Borne autocortante	35 g	192746	MSSD-F-S-M16

Silenciador AMTE-M-LH-G14 FESTO

FESTO



Silencers

Product range overview

FESTO

Version	Type	Connection D1			Push-in connector	For tubing I.D.	Push-in sleeve diameter	Noise level [dB (A)]	→ Page/ Internet
		M thread	G thread	NPT thread					
Sintered metal									
	U-PK-3	-	-	-	-	3	-	< 70	4
	U-PK-4					4		< 74	
Polymer, male thread									
	U-1/8	-	G1/8	-	-	-	-	< 77	5
	U-1/4		G1/4					< 77	
	U-3/8		G3/8					< 82	
	U-1/2		G1/2					< 80	
	U-3/4		G3/4					< 83	
	U-1		G1					< 84	
Polymer, female thread									
	U-1/8-F	-	G1/8	-	-	-	-	< 77	6
Die-cast metal									
	U-1/8-B	-	G1/8	-	-	-	-	< 74	7
	U-1/4-B		G1/4					< 80	
	U-3/8-B		G3/8					< 80	
	U-1/2-B		G1/2					< 80	
	U-3/4-B		G3/4					< 81	
	U-1-B		G1					< 80	
	U-3/4-B-NPT	-	NPT3/4-14	-	-	< 81	8		
U-1-B-NPT	-	NPT1-11 1/2	-	-	< 80				
With push-in sleeve for push-in fitting QS, Quick Star									
	UC-QS-3H	-	-	-	-	3	-	< 60	9
	UC-QS-4H					4		< 60	
	UC-QS-6H					6		< 60	
	UC-QS-8H					8		< 60	
	UC-QS-10H					10		< 68	
Threaded connection, for solenoid valves CPE, Compact Performance									
	UC-M5	M5	-	-	-	-	-	< 60	10
	UC-M7	M7	-					< 58	
	UC-1/8	-	G1/8					< 59	
	UC-1/4	-	G1/4					< 60	
	UC-3/8	-	G3/8					< 60	
Push-in connector, for solenoid valves VUVB-ST12/valve terminals type 23 VTUB-12									
	AMTC-P-PC10	-	-	-	Cartridge 10 mm	-	-	< 58	11

Racor Recto QS-1/4-8 FESTO

Racor *
QS-...



Racor *
QS-B-...



Diferencia:
- Rango de temperatura de hasta 60 °C
- Rango de presión de hasta 10 bar

Nº de pie	Tipo	Nº de pie	Tipo alternativo	Producto comparati
153001	QS-1 / 8-	130914	QS-B-1 / 08.04	
153002	QS-1 / 8-	130915	QS-B-1 / 06.08	
153004	QS-1 / 8-	130916	QS-B-1 / 08.08	
190643	QS-1 / 8-1/4	132120	QS-B-1 / 10.08.1	
190644	QS-1 / 4-	130917	QS-B-1 / 04.04	
153003	QS-1 / 4-	130918	QS-B-1 / 04.06	
153005	QS-1 / 4-	130919	QS-B-1 / 04.08	
153007	QS-1 / 4-1/4	132121	QS-B-1 / 04.10.1	
164980	QS-1 / 4-1/2	132122	QS-B-1 / 04.12.1	

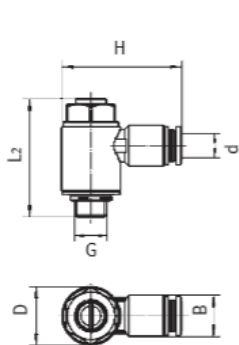
Regulador de Presión LR-1/4-D-MINI FESTO



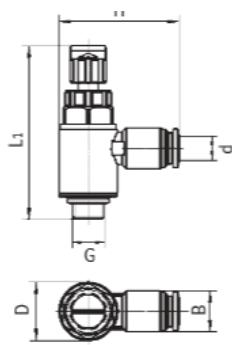
Datos técnicos generales				
Tamaño	Micro	Mini	Midi	Maxi
Conexión neumática 1, 2 ¹⁾	M5 ²⁾ , M7 ²⁾ , G1/8, QS-4 ³⁾ , QS-6 ³⁾	G1/8, G1/4, G3/8	G1/4, G3/8, G1/2, G3/4	G1/2, G3/4, G1
Construcción	Regulador de membrana de accionamiento directo	Regulador de membrana de accionamiento directo	Válvula servopilotada, reguladora del émbolo	
			Regulador de membrana de accionamiento directo LR/LRS-...-DI	
Función de regulación	Con descarga secundaria	Presión de salida constante, con descarga secundaria, con compensación de la presión de entrada, con flujo inverso ⁴⁾		Presión de salida constante, con descarga secundaria, con compensación de la presión de entrada ⁵⁾ , con flujo inverso ⁵⁾
Tipo de fijación	Con accesorios			
	Montaje en línea			
	Montaje en panel frontal			
Posición de montaje	Indistinta			
Seguridad contra accionamiento involuntario	Botón giratorio con enclavamiento			
	—	Botón giratorio con cerradura integrada		
Margen de regulación de la presión [bar]	0,5 ... 7	0,5 ... 7 0,5 ... 12		
Histéresis máxima de la presión [bar]	0,3	0,2		0,4
Indicación de presión	Con manómetro			
	M5 en preparación	G1/8 en preparación	G1/4 en preparación	G1/2 en preparación

Caudal nominal normal qn ^{N1} [l/min]											
Tamaño		Mini			Midi				Maxi		
Conexión neumática 1, 2		G ¹ / ₈	G ¹ / ₄	G ³ / ₈	G ¹ / ₄	G ³ / ₈	G ¹ / ₂	G ³ / ₄	G ¹ / ₂	G ³ / ₄	G1
Margen de regulación de la presión	0,5 ... 7 bar	1000	1600	1800	2200	3300	4000	4500	10700 (7300) ²⁾	12000 (8350) ²⁾	12500 (8400) ²⁾
	0,5 ... 12 bar	800	1500	1700	2100	3200	3500	3500	10500 (5400) ²⁾	11000 (6800) ²⁾	11500 (7000) ²⁾

Regulador de Caudal GRLA-1/8-QS-8-D FESTO



GRLA-1/8-QS-6-MF-D



GRLA-1/8-QS-8-RS-MF-D

Tipo	B	D	H	L1mín	L1máx	L2	d	G
GRLA-1/8-QS-6-MF-D	12,5	17,8	36,6	—	—	36	6	1/8
GRLA-1/8-QS-8-MF-D	14,5		39,6				8	
GRLA-1/8-QS-6-RS-MF-D	12,5		36,6	48,9	52,8	—	6	
GRLA-1/8-QS-8-RS-MF-D	14,5		39,6				8	

Comparación de caudales: tipo de referencia G1/8, tubo con diámetro exterior de 6 mm



Festo AG & Co. KG

Ruiter Strasse 82
73734 Esslingen
Internet www.festo.com
Tel. ++49 (0)711 347-0
Fax ++49 (0)711 347-2144
E-mail service_international@festo.com

Aparato climatizador

Pompa di calore PAM DC inverter Split RAK-25PSB, RAK 25WSB

RAK 18-25-35 PSB



DATI TECNICI				
Unità esterna	Unità di misura	RAC-18WSB	RAC-25WSB	RAC-35WSB
Capacità raffreddamento nominale (min-max)	kW	1.8 (0.5 - 2.8)	2.5 (0.5 - 3.4)	3.5 (0.5 - 4.1)
Capacità riscaldamento nominale (min-max)	kW	2.3(0.6 -4.8)	3.2(0.6 -5.8)	4.0(0.6 - 6.6)
Potenza assorbita raffreddamento nominale (min-max)	kW	0.300(0.070-0.880)	0.470(0.070-0.960)	0.805(0.070-1.350)
Potenza assorbita riscaldamento nominale (min-max)	kW	0.375(0.065-1.620)	0.570(0.065-2.250)	0.790(0.065-2.450)
EER / COP		6.00/6.13	5.32/5.61	4.35/5.06
SEER		7,4	8,5	8,5
Classe energetica raffreddamento		A++	A+++	A+++
Consumo annuale raffreddamento	kWh / anno	85	103	144
P design	kW	1,8	2,5	3,5
SCOP (clima medio)		4,6	4,7	4,7
Classe energetica riscaldamento		A++	A++	A++
Consumo annuale riscaldamento	kWh / anno	588	802	896
P design	kW	1,9	2,7	3,0
Pressione sonora raffreddamento	dB(A)	46	48	49
Pressione sonora riscaldamento	dB(A)	46	48	49
Potenza sonora	dB(A)	60	62	63
Portata aria (raffreddamento/riscaldamento)	m3 / h	1860 / 1620	1860 / 1620	1920 / 1620
Dimensioni (AxLxP)	mm	600x792x299	600x792x299	600x792x299
Peso	kg	40	40	40
Alimentazione elettrica	V / Hz	230V / 1Ph / 50Hz	230V / 1Ph / 50Hz	230V / 1Ph / 50Hz
Corrente avvio	A	2.32/2.42	3.37/3.53	4.67/4.88
Corrente nominale	A	0.30-3.83/0.28-7.04	0.30-4.17/0.26-9.78	0.30-5.87/0.28-10.65
Diametro tubazioni (liq/gas)	poli	1/4" / 1/2"	1/4" / 1/2"	1/4" / 1/2"
	mm	6,35-12,70	6,35-12,70	6,35-12,70
Lunghezza tubazioni min	m	3	3	3
Lunghezza tubazioni / dislivello max	m	20 / 10	20 / 10	20 / 10
Quantità refrigerante precaricata	kg	1,350	1,350	1,350
Lunghezza precarica max / quantità refrigerante aggiuntiva	m / g/m	20/-	20/-	20/-
Campo di lavoro (raffreddamento/riscaldamento)	°C	-10°C +43°C / -20°C+21°C	-10°C+43°C / -20°C+21°C	-10°C+43°C / -20°C+21°C
Refrigerante		R410A	R410A	R410A
Compressore	tipo	SCROLL	SCROLL	SCROLL

Unità interna	Unità di misura	RAK-18PSB	RAK-25PSB	RAK-35PSB
Pressione sonora raffreddamento (SL/L/M/H)	dB(A)	22/28/34/40	22/28/34/42	23/28/34/44
Pressione sonora riscaldamento (SL/L/M/H)	dB(A)	22/30/34/41	22/30/34/42	23/30/34/44
Potenza sonora	dB(A)	54	56	58
Portata aria raffreddamento (SL/L/M/H)	m3/h	260/300/420/ 470	260/320/420/510	270/320/420/520
Portata aria riscaldamento (SL/L/M/H)	m3/h	260/300/420/540	260/370/520/600	270/410/520/610
Deumidificazione	l/h	1,2	1,4	1,6
Dimensioni (AxLxP)	mm	295x798x258	295x798x258	295x798x258
Peso	kg	12	12	12
Corrente nominale	A	0.30-3.83/0.28-7.04	0.30-4.17/0.26-9.78	0.30-5.87/0.28-10.65
Alimentazione elettrica	V	220-230V	220-230V	220-230V
Diametro scarico condensa (est)	mm	Ø 16	Ø 16	Ø 16
Comando remoto standard	tipo	Infrarosso	Infrarosso	Infrarosso
	cod.	RAR-SW1	RAR-SW1	RAR-SW1

Anexo B: Cotizaciones

Paquetes M, Paquetes de ensayo

Proveedor: Madi



OFFERTA / Offer

Cliente-Indirizzo Fattura / Client-Invoice Address	Destinazione merce / Goods destination
UPS Calle Vieja - Quenca ECUADOR	UPS Calle Vieja - Quenca ECUADOR

Offerta n° / Offer number	Partita I.V.A VAT Number	Pagamento / Terms of payment	Trasporto Transport terms
33/15 dated 03/03/2015		At the order	EXW
Contatto / Contact	Telefono / Phone	Fax / Fax	e-mail
			website

Materiale richiesto / Goods ordered			
Prodotto / Products	Quantità Quantity	Prezzo unitario Unitary price	Prezzo totale Total price
Test Packages type 1000 (-1* C) 200x100x50 mm - 1kg	324	€ 10,63	€ 3.444,12
Test Packages type 7500 (-1* C) 200x100x37,5 mm - 0,75 kg	2	€ 10,01	€ 20,02
Test Packages type 5000 (-1* C) 100x100x50 mm - 0,5 kg	20	€ 7,02	€ 140,40
Test Packages type 2500 (-1* C) 100x100x25 mm - 0,250 kg	20	€ 6,60	€ 132,00
Test Packages "M" type 500X (-1* C) 100x100x50 mm - 0,5 kg - hole Ø 5mm	100	€ 14,24	€ 1.424,00
Thermocouple type T-P26 (Cu/const) - 3m length with probe	100	€ 9,55	€ 955,00
Brass cylinder	27	€ 12,00	€ 324,00
		€ 0,00	€ 0,00

Offer Validity : 1 WEEK	Netto Merce / Net	€ 6.439,54
	Sconto / Discount 0,0%	€ 0,00
	Custom & Banking fees	€ 40,00
	Netto Totale / Total Net	€ 6.479,54

TRASPORTATORE / Courier Yours

Elementos de laboratorio neumáticos

Cilindros de doble efecto, Electrovalvula MFH-5-1/4B, Inductor de Bobina MSFG-24-OD, Caja de enchufe MSSD-F, Silenciador de Bronce Larg AMTE-M-LHG14, QS-1/4-8, Regulador de presión LR-1/4-D-MINI, Regulador de Caudal GRLA 1/8QS8:

Proveedor: ECUAINSETEC

		Referencia Proforma:			
Automatización Industrial con las mejores marcas		CILINDROS NEUMÁTICOS		FESTO	
RUC: 1792224616001					
Nombre Cliente	CARTOPEL	Forma de pago	Nº de Proforma	Fecha	
Dirección de Cliente	AVE. CORNELIO VINTIMILLA Y CARLOS TOSI	CREDITO 60 DIAS	004-2014	02/03/2015	
RUC	190115151001	Asesor	Atencion		
Telefono	2 860-600 2 862-090	XAVIER SIGUENZA	ING. CHRISTIAN RIERA		

ITEM	Tipo	Descripcion	Parte N°	Cant.	Precio Unit.	Precio total
1	DSBC-32-600-PPVA-N3	CILINDRO DOBLE EFECTO	1463254	1	\$230.40	\$230.40
2	DSBC-32-900-PPVA-N3	CILINDRO DOBLE EFECTO	1463254	1	\$257.08	\$257.08

SUMAN		\$487.48
DESC.	0%	\$0.00
SUBTOTAL		\$487.51
IVA	12%	\$58.50
TOTAL		\$546.01

CONDICIONES COMERCIALES

VALIDEZ DE LA OFERTA: 20 DÍAS
LOS PRECIOS EN ESTA PROFORMA SON EN DOLARES AMERICANOS
TIEMPO DE ENTREGA : IMPORTACIÓN CUATRO SEMANAS PREVIA CONFIRMACIÓN
SOMOS CONTRIBUYENTE ESPECIAL, SEGÚN RESOLUCIÓN SRI NAC-PCTRSGE12-00181

Xavier Sigüenza
ASESOR TÉCNICO

Telefax: 2885 510 Telf: 2885 509
Cel: 0995238953 (m) 0985975206 (c)
E-mail: xavier.sigüenza@ecuainsetec.com.ec



ECUAINSETEC CIA. LTDA.
www.ecuainsetec.com.ec

RUC: 1792224616001

Quito	El Zuriago 177 y El Vengador Telfs.: 226-8148 / 245-2372 / 225-3757 FAX: 245-1833 P.O. BOX: 17-16-016 email: infoquito@ecuainsetec.com.ec
Guayaquil	Cda Kennedy Norte Av. Asaf Bucaram y Miguel Campodónico Mz. 705 SL 2 TELFS.: 268-0150 / 268-0155 / 268-0156 FAX: 268-045 email: infoqgyo@ecuainsetec.com.ec
Cuenca	Av. Fray Vicente Solano y Rómulo Crespo Ed. Colegio de Ingenieros Civiles del Azuay 3er. Piso Of. 318 Telf.: 280-5500 FAX: 280-5510 email: infocuen@ecuainsetec.com.ec
Manta	Av. Seis S/N y Entre Calle Trece y Catorce Telfs: 262-0029 / 262-0037 email: infomanta@ecuainsetec.com.ec

PROFORMA

FECHA: 02/03/2015

Nº 002001-00006398

CLIENTE: CARTOPEL

CODIGO: 0190115151001

DIRECCION: AVE. CORNELIO VINTIMILLA Y CARLOS TOSI

TELEFONO: 2860600 2862090 0

CIUDAD: QUITO

VENDEDOR: SIGUENZA ROMERO LEONARDI

CONTACTO: ING. MARCELO MALDONADO

TIEMPO ENT: 02/03/2015

VALIDEZ: 15 DIAS

FORMA PAGO 1 pago a 60 DIAS

CANTIDAD	CODIGO	DETALLE	P/UNIT	DSTO.	TOTAL
3.00	001015901	MFH-5-1/4B	ELECTROVALVULA	179.58 0.00	538.74
3.00	001034411	MSFG-24-OD	INDUCTOR DE BOBINA	22.03 0.00	66.09
3.00	001034431	MSSD-F	CAJA DE ENCHUFE	4.54 0.00	13.62
6.00	0011205881	AMTE-M-LH-G14	SILENCIADOR DE BRONCE LARI	5.42 0.00	32.52
9.00	001153005	QS-1/4-B	RACOR RECTO	2.49 0.00	22.41
3.00	001159625	LR-1/4-D-MINI	REGULADOR DE PRESION	52.57 0.00	157.71
4.00	001193145	GRLA-1/8-QS-8-D	REGULADOR DE CAUDAL	23.63 0.00	94.52

			Observaciones:	TOTAL NETO:	925.61
			S/N	DESCUENTO 0.00 %	0.00
ELABORADO	APROBADO	RECIBI CONFORME		I.V.A. 12.00 %	111.07
				VALOR A PAGAR:	1,036.68

Cotización de laboratorio, aislantes térmicos, aparato climatizador.

 MAFRICO Sistemas de aislamiento térmico		DISTRIBUIDO POR:  FRÍOTEG Equipos y Sistemas de Refrigeración	
CLIENTE: UPS		PROFORMA:	PG 028-15
CON ATENCION: ING. DANIEL CHIRIBOGA		FECHA:	20-02-2015
DIRECCION:			
CIUDAD:			
CANT.	DETALLE	P. UNITAR.	P.TOTAL
1,00	CABINA AISLADA	4965,70	4965,70
	Dimensiones exteriores totales: 4.00m x 3.00m x 2.75m de alto		
	Paredes y techo.-		
	Isopaneles MAFRICO con aislamiento de poliuretano inyectado, de 38Kg/m3 de densidad, forrado con plancha metálica de acero galvanizado prepintado en blanco.		
	Espesor de los paneles: 50mm		
	Piso.-		
	No se ha considerado aislamiento en el piso		
	Puertas.-		
1,00	Puerta corrediza de 1.20m de ancho x 2.50m de alto		
1,00	Accesorios de instalación y mano de obra		
1,00	SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	6280,63	6280,63
	Incluye:		
	Equipo de condensado completo ensamblado nacionalmente. Incluye		
1,00	ductos, rejillas y accesorios.		
1,00	Controlador de temperatura y humedad Fullgag		
1,00	Supervisor de fase Fullgag		
1,00	Lámpara		
1,00	Tablero de mando		
1,00	Accesorios de instalación y mano de obra		
Observaciones: El piso tiene que estar completamente nivelado		SUBTOTAL	11246,33
		IVA 12%	1349,56
		TOTAL	12595,89
LA OFERTA	Transporte y Estadia: No está incluida en la proforma Bases para equipos: No están incluidas las estructuras que soportaran las unidades condensadoras.		
NO INCLUYE	Obra Civil: No incluye nivelación del piso, replantillos, fundición de contrapisos. Mantenimiento Preventivo: No están incluidos los mantenimientos periódicos necesarios de los sistemas de refrigeración.		
GARANTIA: Todos nuestros productos incluyen 1 año de garantía contado a partir de la recepción a conformidad por parte del cliente. Se considerará efectiva la garantía, cuando se presentarán daños provenientes por fallas de fabricación o instalación, y no se considerará la misma por daños provocados por mal manejo de los equipos, por deficiencias eléctricas o por falta de mantenimiento preventivo.			
FORMA DE PAGO: 80% entrada y 20% al término de la obra.			
PLAZO DE ENTREGA: 4 semanas en paneles. Instalación 2 semanas			
VALIDEZ DE LA OFERTA: 8 días			
		ING. ALEXANDRA GUAMAN TLF. 2808-942 CEL. 096804522	

I

PROFORMA

Cuenca, 20 de Febrero del 2015

CODIGO	CANT.	DESCRIPCION	C.UNITARIO	C. TOTAL
	1	Cabina Aislada de 4.00m x 3.00m x 2.75m de alto. Elaborado en panel de poliuretano de 5cm. Incluye una puerta corrediza de 1.20m de ancho x 2.50m de alto.	5280.00	5280.00
	1	Equipo para controlar la temperatura y humedad a través de ductos. Incluye 1 controlador y 1 protector de fase.	6669.21	6669.21
			SUBTOTAL	11949.21
			IVA 12%	1433.91
			TOTAL	13383.12

Forma de pago: 70% entrada, 30% al término de la obra.

Tiempo de entrega: 20 días laborables paneles. 15 días laborables instalación y puesta en funcionamiento.

NOTA: Por favor girar el cheque a nombre de Claudio Esteban Astudillo Cabrera

Atentamente

Claudio Astudillo C.