

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD



**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ENSAYOS PARA LA
CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN
APARATOS DE REFRIGERACION AUTOCONTENIDOS Y
ACONDICIONADORES DE AIRE**

ALVARO GUSTAVO TORRES ZARZA

Coronel Oviedo - Paraguay

Año 2023

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ENSAYOS PARA LA
CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN
APARATOS DE REFRIGERACION AUTOCONTENIDOS Y
ACONDICIONADORES DE AIRE**

Elaborado por

ALVARO GUSTAVO TORRES ZARZA

Tutor:

ING. NELLY SOLEDAD MORENO SOSA

Trabajo presentado a la Facultad de Ciencias y
Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú,
como requisito para la obtención del título de Ingeniero en
Electricidad

Coronel Oviedo - Paraguay
Año 2023

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero Electricista aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los siguientes profesores.

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Acta Nro.: _____

Fecha: _____

Calificación: _____

Dedicado a:

Dios, por haberme bendecido siempre durante este proceso, dándome salud, fé y tranquilidad para sobrellevar este desafío.

A mi padre Gustavo, que con sus sabios consejos me ha guiado siempre por el camino de la perseverancia y disciplina.

A mi madre Liz, que con su invaluable apoyo me ha acompañado y escuchado con amor y cariño.

A mis grandes amistades, por haber estado a mi lado en cada dificultad y en cada triunfo.

A mis familiares que siempre me apoyaron y ayudaron a alcanzar mi meta.

Y por último, a mí, por creer siempre en mí, por el trabajo incansable, por el gran crecimiento personal y la diaria superación.

Agradecimientos:

A la ingeniera Nelly Soledad Moreno Sosa, por el acompañamiento y todo el trabajo desinteresado en la elaboración de este proyecto.

Al ingeniero Pedro Pastor González, por su acompañamiento y apoyo en este proyecto.

Al Decano Ing. Alfredo Moreno Sosa, por su apoyo y sus sabios consejos que me ayudaron a lograr el objetivo.

Al equipo técnico y directivo del INTN por la buena predisposición y la ayuda brindada para el desarrollo de este proyecto.

DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ENSAYOS PARA LA CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN APARATOS DE REFRIGERACION AUTOCONTENIDOS Y ACONDICIONADORES DE AIRE

ALVARO TORRES

RESUMEN

El presente trabajo consiste en el diseño de un laboratorio de ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire, dando así la posibilidad de garantizar óptimos niveles de eficiencia energética en los aparatos objetos de este proyecto.

Los lineamientos a ser seguidos en los ensayos para la certificación de eficiencia energética se basan fundamentalmente en la Norma Paraguaya NP 51 002 14 EFICIENCIA ENERGETICA Etiquetado de Eficiencia Energética para Acondicionadores de Aire y la Norma Paraguaya NP 51 003 15 EFICIENCIA ENERGETICA Etiquetado de Eficiencia Energética para Aparatos de Refrigeración Autocontenidos. A partir de la revisión de dichas normas se determinaron los equipos necesarios y sus respectivas especificaciones técnicas para la realización de los ensayos, así también se elaboró una guía de procedimientos a ser utilizada en el laboratorio. También se identificaron los requerimientos para la acreditación del laboratorio de ensayos.

Habiendo definido todo lo antes mencionado, se procedió al diseño de la obra civil y la instalación eléctrica del laboratorio, y finalmente se evaluó económicamente la viabilidad del proyecto.

Palabras claves: Acreditación, Certificación, Eficiencia Energética, Planificación de procesos, laboratorios.

DESIGN OF A TEST LABORATORY FOR THE CERTIFICATION OF ENERGY EFFICIENCY IN SELF-CONTAINED REFRIGERATION APPLIANCES AND AIR CONDITIONERS

ALVARO TORRES

ABSTRACT

The present work consists of the design of a laboratory for the certification of energy efficiency in self-contained refrigeration appliances and air conditioners, thus giving the possibility of guaranteeing optimal levels of energy efficiency in the devices that are the object of this project.

The guidelines to be followed in the tests for energy efficiency certification are fundamentally based on the Paraguayan standard NP 51 002 14 EFICIENCIA ENERGETICA Etiquetado de Eficiencia Energética para Acondicionadores de Aire and the Paraguayan standard NP 51 003 15 EFICIENCIA ENERGETICA Etiquetado de Eficiencia Energética para Aparatos de Refrigeración Autocontenidos. From the review of these standards, the necessary equipment and their respective technical specifications were determined to carry out the tests, thus, a procedural guide was also developed to be used in the laboratory. The requirements for the accreditation of the testing laboratory were also identified.

Having defined everything mentioned above, we proceeded to design the civil works and the electrical installation of the laboratory, and finally the viability of the project was economically evaluated.

Key Words: Accreditation, Certification, Energy Efficiency, Process planning, Laboratories.

CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	iii
Dedicado a:	iv
Agradecimientos:	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
CONTENIDO	viii
LISTA DE FIGURAS	xvi
LISTA DE TABLAS	xviii
LISTA DE ABREVIATURAS	xix
I. INTRODUCCIÓN	21
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	23
CAPÍTULO 1	23
1. EFICIENCIA ENERGETICA	23
1.1. GENERALIDADES DE LA EFICIENCIA ENERGETICA	23
1.1.1. Eficiencia Energética	23
1.1.2. Ahorro de Energía	23
1.1.3. Uso eficiente de la energía	23
1.1.4. Principales tipos de medidas de ahorro y eficiencia energética	23
1.1.4.1. Medidas de carácter tecnológico	24
1.1.4.2. Medidas para un consumo responsable	24
1.1.4.3. Medidas instrumentales	24
1.1.5. Beneficios del uso eficiente de la energía	24
1.2. POLITICA ENERGÉTICA	24
1.2.1. Política energética en la República del Paraguay	25
	viii

1.2.1.1.	Visión estratégica	25
1.2.1.2.	Planes acción, líneas estratégicas y metas	25
1.3.	SISTEMA ENERGETICO NACIONAL	26
1.3.1.	Balance Energético Nacional	27
1.3.2.	Sector Residencial	27
CAPITULO 2		28
2.	REFRIGERACION Y ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGETICA	28
2.1.	REFRIGERACIÓN	28
2.1.1.	Clasificación según su uso	28
2.1.1.1.	Refrigeración Domestica	28
2.1.1.2.	Refrigeración de Aire de Confort	28
2.2.	ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGETICA	29
2.2.1.	Tipos de etiquetas de eficiencia energética	30
2.2.1.1.	Etiquetas de Aprobación	30
2.2.1.2.	Etiquetas de Comparación	30
2.2.1.3.	Etiquetas de Información	31
2.2.2.	Etiquetado de eficiencia energética en electrodomésticos de refrigeración autocontenidos	31
2.2.3.	Etiquetado de eficiencia energética en acondicionadores de aire de uso domestico	31
CAPITULO 3		34
3.	LABORATORIOS	34
3.1.	CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DE UN LABORATORIO	34
3.1.1.	Criterios Básicos de la instalación eléctrica de un laboratorio	34
3.1.1.1.	Iluminación	34
3.1.2.	Tabiques de Separación	35

3.1.3. Techos y Doble techos	35
3.1.4. Suelos	36
3.1.5. Ventanas	37
3.1.6. Puertas	38
3.1.6.1. Número	38
3.1.6.2. Dimensiones Mínimas	38
3.1.6.3. Entradas y Salidas de un laboratorio	39
3.1.6.4. Sentido de Apertura	39
3.1.6.5. Resistencia al Fuego (RF)	39
3.1.7. Materiales y Acabados	40
CAPITULO 4	41
4. ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO	41
4.1. ORGANISMO REGULADOR	41
4.2. SITUACIÓN ACTUAL	41
4.3. REQUISITOS PARA LA ACREDITACIÓN	41
4.3.1. Requisitos generales	41
4.3.2. Requisitos relativos a la estructura	41
4.3.3. Requisitos relativos a los recursos	42
4.3.4. Requisitos del proceso	42
4.3.5. Requisitos relativos al sistema de gestión	42
4.4. PROCESO DE ACREDITACIÓN	43
4.4.1. Solicitud de acreditación	43
4.4.2. Revisión de los recursos del ONA y verificación de documentación presentada por el OEC	43
4.4.3. Comunicación con el OEC	43
4.4.4. Conformación y designación del equipo evaluador	43

4.4.5.	Aranceles de acreditación	43
4.4.6.	Evaluación de acreditación	44
4.4.6.1.	Evaluación documental	44
4.4.6.2.	Evaluación En Sitio	44
4.5.	DECISIONES RELACIONADAS CON LA ACREDITACIÓN	44
4.5.1.	Verificación del cumplimiento del proceso de acreditación por parte de los sub comités de acreditación	44
4.5.2.	Dictamen técnico del CTPA	45
III.	RESUMEN EJECUTIVO	46
5.	CAPITULO 5	46
5.1.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	46
5.1.1.	Métodos y Técnicas utilizadas	47
5.2.	JUSTIFICACIÓN	47
5.3.	FINALIDAD DEL PROYECTO	48
5.4.	METAS	48
5.5.	OBJETIVOS	48
5.5.1.	Objetivo general	48
5.5.2.	Objetivos específicos	49
5.6.	BENEFICIARIOS	49
5.7.	PRODUCTO	49
5.8.	ESPECIFICACIONES DE ACTIVIDADES Y TAREAS REALIZADAS	49
5.9.	FACTIBILIDAD TÉCNICA	50
5.10.	FACTIBILIDAD ECONÓMICA	51
5.10.1.	Beneficios	51
5.10.2.	Costos	51
5.10.2.1.	Costos de Equipos de laboratorio	51

5.10.2.2.	Costos de Obra Civil	52
5.10.2.2.1.	Costos de la Instalación Eléctrica	54
5.10.2.3.	Costos Totales	55
5.10.2.4.	Otros costos	55
5.10.3.	Evaluación económica	56
5.10.3.1.	Determinación del flujo de caja proyectada	56
5.10.3.2.	Determinación de la tasa interna de rendimiento (TIR)	56
5.10.3.3.	Determinación del valor presente neto (VPN)	56
5.10.3.4.	Determinación del periodo de recuperación de la inversión (PRI)	57
5.10.3.5.	Análisis de Sensibilidad	57
IV.	INGENIERÍA DE DISEÑO	58
6.	CAPÍTULO 6	58
6.1.	ENSAYOS	58
6.1.1.	Ensayos para la certificación de Eficiencia Energética en electrodomésticos de refrigeración de alimentos	58
6.1.1.1.	Evaluación de Características Energéticas	58
6.1.1.2.	Emisión de Ruido	58
6.1.1.3.	Factor de Potencia	59
6.1.2.	Ensayos para la certificación de Eficiencia Energética en Acondicionadores de Aire	60
6.1.2.1.	Evaluación de Características Energéticas	60
6.1.2.2.	Emisión de Ruidos	61
6.1.2.3.	Factor de Potencia.	61
6.2.	SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS	63
6.2.1.	Equipos de uso común	63

6.2.1.1.	Data Logger	63
6.2.1.2.	Deshumificador	63
6.2.1.3.	Recolectores de datos Wireless	63
6.2.2.	Equipos para los ensayos en aparatos de refrigeración autocontenidos	64
6.2.2.1.	Cilindro de cobre recubierto de estaño o latón	64
6.2.2.2.	Paquetes de Ensayo	64
6.2.2.3.	Paquetes M	65
6.2.2.4.	Sondas de temperatura	65
6.2.2.5.	Sistema de adquisición de datos	66
6.2.2.6.	Medidores de distancias lineales	66
6.2.2.7.	Medidor de Potencia	67
6.2.2.8.	Multímetro	67
6.2.2.9.	Estabilizador de Voltaje	68
6.2.3.	Equipos para los ensayos en acondicionadores de aire	69
6.2.3.1.	Laboratorio de Calorímetro Room-Type ambiente equilibrado.	69
6.3.	GUÍA DE PROCEDIMIENTOS	69
6.3.1.	Procedimientos para aparatos de refrigeración autocontenidos	69
6.3.1.1.	Registro de datos nominales proporcionados por el fabricante	69
6.3.1.2.	Clasificación del aparato y los compartimientos que contiene	69
6.3.1.2.1.	De acuerdo al sistema de refrigeración	69
6.3.1.2.2.	De acuerdo al dispositivo de control	70
6.3.1.2.3.	De acuerdo a la clase climática de funcionamiento	70
6.3.1.2.4.	Compartimientos que contiene	70
6.3.1.3.	Realización de los ensayos	70
6.3.1.3.1.	Medición de las dimensiones lineales y volúmenes	70

6.3.1.3.2.	Medición de consumo	71
6.3.1.3.3.	Medición de factor de potencia	80
6.3.1.4.	Registro de los resultados	80
6.3.1.5.	Análisis de los criterios de Aprobación	81
6.3.1.5.1.	Determinación del Índice de Eficiencia Energética	81
6.3.1.5.1.1.	Determinar la categoría del aparato	81
6.3.1.5.1.2.	Calcular el Volumen Ajustado “AV”	81
6.3.1.5.1.3.	Definir el Índice de Eficiencia Energética	82
6.3.1.5.1.4.	Definir la clase	83
6.3.1.6.	Evaluar los criterios de Aprobación	83
6.3.2.	Procedimientos para acondicionadores de aire	83
6.3.2.1.	Registro de datos nominales proporcionados por el fabricante	83
6.3.2.2.	Clasificación	84
6.3.2.2.1.	Según su tipo	84
6.3.2.2.2.	Según su modo de operación	84
6.3.2.3.	Realización de Ensayos	84
6.3.2.4.	Registro de resultados	84
6.3.2.5.	Análisis de criterios de aprobación	85
6.3.2.5.1.	Determinación de las Clases de eficiencia energética	85
6.3.2.5.1.1.	Modo Refrigeración	85
6.4.	DISEÑO DEL LABORATORIO	86
6.4.1.	Diseño Arquitectónico	86
6.4.2.	Diseño de las Instalaciones Eléctricas	86
6.4.2.1.	Cargas de la instalación eléctrica	87
6.4.2.2.	Distribución de las cargas	88
6.4.2.3.	Dimensionamiento de conductores y protecciones	88

6.4.2.3.1.	Dimensionamiento de alimentador y protección general	88
6.4.2.3.2.	Dimensionamiento de protección principal	89
6.4.2.3.3.	Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #1, #2 y #3	89
6.4.2.3.4.	Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #4	90
6.4.2.3.5.	Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #5 y #6	90
6.4.2.3.6.	Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #7	91
6.4.2.3.7.	Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #8	91
6.4.2.3.8.	Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #9	92
6.4.2.3.9.	Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #10	92
6.4.2.3.10.	Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #11	93
6.4.2.3.11.	Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #12 y #13	93
6.4.2.3.12.	Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #14	93
6.4.2.4.	Diagrama Unifilar	94
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	95
VI.	CONCLUSIONES	97
VII.	RECOMENDACIONES	98
VIII.	APÉNDICE	99
7.	APÉNDICE A: INGENIERIA DE DISEÑO	99
		xv

7.1.	APÉNDICE A.1: PLANOS CIVILES DEL LABORATORIO	99
7.1.1.	A.1.1. Planta equipada	99
7.1.2.	A.1.2. Planta acotada	100
7.1.3.	A.1.3. Fachadas	101
7.1.4.	A.1.4. Fachada 3D	102
7.2.	APÉNDICE A.2: INSTALACIÓN ELÉCTRICA	104
7.2.1.	A.2.1. Plano de Instalaciones eléctricas	104
7.2.2.	A.2.2. Referencias del plano eléctrico	104
7.3.	APÉNDICE A.3: LABORATORIO CALORIMETRO ROOM-TYPE	106
7.3.1.	A.2.1. Plano del calorímetro room-type	106
7.3.2.	A.2.2. Imágenes del laboratorio calorímetro room-type	107
8.	BIBLIOGRAFIA	111

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 2

Figura 2.1:	Etiqueta energética [1].....	30
Figura 2.2:	Etiqueta de eficiencia energética para acondicionadores de aire tipo split	33

CAPITULO 6

Figura 6.1:	Diagrama unifilar	94
-------------	-------------------------	----

APÉNDICE

Figura 7.1:	Plano planta equipada.....	99
Figura 7.2:	Plano planta acotada.....	100
Figura 7.3:	Fachada posterior.....	101
Figura 7.4:	Fachada laterales	102
Figura 7.5:	Fachada principal 3D.....	102
Figura 7.6:	Fachada 3D	103
Figura 7.7:	Plano de instalación eléctrica	104

xvi

Figura 7.8: Plano del calorímetro room-type.....	106
Figura 7.9: Laboratorio calorímetro room-type	107
Figura 7.10: Laboratorio calorímetro room-type	108
Figura 7.11: Laboratorio calorímetro room-type	109
Figura 7.12: Laboratorio calorímetro room-type	110

LISTA DE TABLAS

CAPITULO 1

Tabla 1.1: Ejes Estratégicos de Acción	26
--	----

CAPITULO 3

Tabla 3.1: Resistencia de distintos revestimientos a agentes químicos	37
---	----

Tabla 3.2: Clasificación de materiales respecto a su comportamiento frente al fuego	40
---	----

CAPITULO 5

Tabla 5.1: Costos de equipos de laboratorio	52
---	----

Tabla 5.2: Costos de obras civiles	54
--	----

Tabla 5.3: Costos de la instalación eléctrica.....	55
--	----

Tabla 5.4: Costos totales	55
---------------------------------	----

Tabla 5.5: Flujo de caja proyectada.....	56
--	----

Tabla 5.6: Análisis de sensibilidad.....	57
--	----

CAPITULO 6

Tabla 6.1: Medición de consumo.....	71
-------------------------------------	----

Tabla 6.2: Categoría de aparatos	81
--	----

Tabla 6.3: Definición de número de estrellas.....	82
---	----

Tabla 6.4: Valor de f	82
-----------------------------	----

Tabla 6.5: Valores constantes “a” y “b”	82
---	----

Tabla 6.6: Definición de la clase	83
---	----

Tabla 6.7: Clase de eficiencia energética según IEE	86
---	----

Tabla 6.8: Distribución de las cargas.....	88
--	----

CAPITULO 7

Tabla 7.1: Referencias del plano eléctrico.....	105
---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS

ANDE Administración Nacional de Electricidad

SIN Sistema de Interconectado Nacional

INTN Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología

ONA Organismo Nacional de Acreditación

CONACYT Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

OEC Organismo de Evaluación de la Conformidad

IAAC Cooperación Interamericana de Acreditación

ILAC Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios

ISO International Organization for Standardization

t_{im} Tiempo integrado promedio de t_i en aparatos de refrigeración autocontenidos

$t^{(*)}, t^*, t^{**}, t^{***}$ Las temperaturas de cada compartimiento, armario o sección es la temperatura máxima de cada paquete M en ese compartimiento, armario o sección en aparatos de refrigeración autocontenidos

t_i Valor de temperatura instantánea en aparatos de refrigeración autocontenidos

t_{cm} Media aritmética en aparatos de refrigeración autocontenidos

t_{cc} Valor de temperatura instantánea (compartimiento helador) en aparatos de refrigeración autocontenidos

V_r Volumen útil del compartimiento refrigerador en aparatos de refrigeración autocontenidos

V_c Volumen útil del compartimiento congelador en aparatos de refrigeración autocontenidos

f valor equivalente a la clasificación de cada compartimiento en aparatos de refrigeración autocontenidos

AV Volumen ajustado en aparatos de refrigeración autocontenidos

T_c Temperatura más elevada obtenida en el compartimiento congelador en aparatos de refrigeración autocontenidos

I Índice de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos

C Consumo declarado en aparatos de refrigeración autocontenidos

C_p Consumo estándar en aparatos de refrigeración autocontenidos

AA Acondicionadores de aire

P_T Potencia absorbida total en aparatos acondicionadores de aire

P_E Potencia absorbida efectiva en aparatos acondicionadores de aire

P_H Potencia calorífica en aparatos acondicionadores de aire

P_C Potencia frigorífica total en aparatos acondicionadores de aire

P_L Potencia frigorífica latente en aparatos acondicionadores de aire

P_S Potencia frigorífica sensible en aparatos acondicionadores de aire

IEE Índice de eficiencia energética en aparatos acondicionadores de aire

COP Coeficiente de performance o rendimiento en aparatos acondicionadores de aire

I_T Intensidad total de la instalación eléctrica

I_C Intensidad de la carga de la instalación eléctrica

I_P Intensidad nominal de la protección termomagnético de la instalación eléctrica

I_n Intensidad nominal admisible del conductor de la instalación eléctrica

I. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética ha alcanzado mucha relevancia a nivel mundial en las últimas décadas, lo cual ha impulsado a diseños de políticas energéticas basadas en la eficiencia energética. Entre los programas aplicados en las políticas para la búsqueda de la eficiencia en el sistema energético se encuentran las acreditaciones tanto de servicios como de productos que califiquen la calidad y eficiencia energética que permiten lograr una reducción de los niveles de consumo de energía, mitigando los impactos locales y globales negativos asociados a ello.

El uso de artefactos energéticamente eficientes puede contribuir indudablemente a una mejor utilización de los recursos, ya que la demanda de energía se deriva de la tenencia y uso de los mismos. En Paraguay el uso de acondicionadores de aire y refrigeradores para conservación de alimentos significan un 45% del consumo total de energía eléctrica en el sector residencial. Por lo mencionado anteriormente, con la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire se podría generar un impacto positivo en la curva de carga del SIN.

Actualmente en el Paraguay no se cuenta con ningún laboratorio acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación en donde se realicen las pruebas y ensayos para la certificación de eficiencia energética en los mencionados electrodomésticos, por lo que se dificulta la verificación del cumplimiento de las normativas establecidas para la eficiencia energética en esos productos.

El presente trabajo tiene como objetivo principal diseñar un laboratorio de pruebas y ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire.

Este trabajo se encuentra organizado en capítulos, en el primer capítulo se encuentran los conceptos generales y políticas relativas a la eficiencia energética. Siguiendo con el desarrollo del trabajo, en el capítulo dos se

presentan algunos conceptos sobre refrigeración y etiquetado de eficiencia energética.

El capítulo tres describe características de diseño de laboratorios y generalidades de forma transversal en los tipos de laboratorios y sus funciones. El cuarto capítulo describe todos los mecanismos y requisitos para la acreditación de un laboratorio de ensayos según el ente regulador de Paraguay.

En el capítulo cinco se desarrolla el resumen ejecutivo y en el sexto y último capítulo se encuentra la ingeniería de diseño, donde se desarrolla la solución a la problemática abordada.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO 1

EFICIENCIA ENERGETICA

1.1. GENERALIDADES DE LA EFICIENCIA ENERGETICA

La conceptualización de los temas referentes al proyecto es importante para una mejor comprensión del mencionado proyecto, por tal, es esta sección se procederá a describir y conceptualizar algunos temas.

1.1.1. Eficiencia Energética

La eficiencia energética se define como la acción de consumir menos energía de lo habitual, pero manteniendo el mismo nivel de confort.

El aumento de la demanda de energía, para el crecimiento de los distintos sectores de un país o región, vuelve totalmente necesaria la integración de la eficiencia energética y las energías renovables.

1.1.2. Ahorro de Energía

Ahorrar energía es dejar de consumir o consumir menos energía. Esto puede significar reducir o dejar de realizar determinadas actividades, para evitar el consumo de energía. Cuando hay crisis y se requiere un ahorro inmediato, se recurre al racionamiento en el uso de la energía.

1.1.3. Uso eficiente de la energía

El uso eficiente de la energía es reducir la cantidad de energía eléctrica y combustibles que utilizamos, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios.

1.1.4. Principales tipos de medidas de ahorro y eficiencia energética

Se pueden clasificar en función de su temática en:

1.1.4.1. Medidas de carácter tecnológico

Se trata de la eficiencia energética y sustitución de fuentes de energía contaminantes.

1.1.4.2. Medidas para un consumo responsable

Estas medidas son cultura y pautas para el ahorro energético.

1.1.4.3. Medidas instrumentales

Son las medidas económicas, normativas, fiscales y de gestión.

1.1.5. Beneficios del uso eficiente de la energía

El uso eficiente de la energía trae consigo beneficios para las personas, la sociedad y el planeta, ahorrar energía tiene un impacto positivo en las finanzas personales y de las empresas reduciendo costos de producción y todos los beneficios a la economía que conlleva.

También mejoramos el uso de los recursos naturales impactando positivamente en la salud del planeta y de sus habitantes.

1.2. POLITICA ENERGÉTICA

La política energética, también denominada gestión energética, se define como un proceso de optimización en el uso de la energía. Su objetivo es la búsqueda del uso racional y eficiente de la misma, así como también el aumento de la fiabilidad del sistema, sin reducir el nivel de prestaciones. La política energética establece el compromiso de la organización para alcanzar una mejora en el desempeño energético. Es un documento básico y esencial a la hora de implantar un sistema de gestión energética en cualquier organización siendo, por tanto, el punto de partida para la misma [1].

1.2.1. Política energética en la República del Paraguay

En octubre de 2016 mediante el Decreto N° 6092, se aprueba el documento de Política Energética de la República del Paraguay.

1.2.1.1. Visión estratégica

Atender las necesidades de energía de la población y de todos los sectores productivos, con criterios de calidad, responsabilidad socio-ambiental y eficiencia; constituyéndose la energía en factor de crecimiento económico, desarrollo industrial y de progreso social, en el marco de la integración regional. Esta visión será alcanzada mediante el cumplimiento de objetivos estratégicos (superiores y específicos) establecidos para el Sector Energético Nacional, en conjunto, así como a objetivos definidos para cada uno de los Subsectores, a saber: Subsector Eléctrico; Entes Binacionales Hidroeléctricos e Integración Eléctrica; Bioenergía y otras Fuentes Alternativas; e Hidrocarburos [2].

1.2.1.2. Planes acción, líneas estratégicas y metas

Esta propuesta presenta el alcance de los planes de acción, tomando como base los objetivos estratégicos planteados para todos los Subsectores Energéticos y el Sector Energético Nacional. Para organizar mejor estos Planes de Acción se toman ejes estratégicos de acción transversales que son consignados en la Tabla 1.1 [2].

Ejes Estratégicos	Plan de Acción
Gestión y Seguridad	Institucional
	Matriz Energética
	Infraestructura para la oferta
	Integración Energética
Eficiencia y Sustentabilidad	Sociedad y Medio Ambiente
	Financiamiento
	Eficiencia Energética
Transversales	Cooperación Internacional
	Información y Planificación
	Investigación, Desarrollo y Educación

Tabla 1.1: Ejes Estratégicos de Acción

1.3. SISTEMA ENERGETICO NACIONAL

El sistema energético nacional puede definirse como el conjunto de sectores energéticos del país, tanto como los sectores de producción de energía y consumo de las mismas.

1.3.1. Balance Energético Nacional

El Balance Energético Nacional es un resumen estadístico que es emitido cada año en el cual se sintetiza en un conjunto de tablas e infografías el comportamiento de las principales variables energéticas durante un año determinado. Los Balances Energéticos constituyen un elemento de carácter general y sistemático para la evaluación del comportamiento del sistema energético del país y constituyen un instrumento para la elaboración de los planes y la toma de decisiones en el sector [3].

1.3.2. Sector Residencial

Es el sector energético de consumo que abarca a hogares en general.

CAPITULO 2

REFRIGERACION Y ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGETICA

2.1. REFRIGERACIÓN

La refrigeración puede ser definida como el acto de mover el calor de un lugar específico, al cual se le llama recinto refrigerado a otro en cual mismo quede sin efecto.

2.1.1. Clasificación según su uso

- Refrigeración Domestica.
- Refrigeración Comercial.
- Refrigeración Industrial.
- Refrigeración Marina y de Transporte.
- Acondicionamiento de aire de Confort.
- Aire Acondicionado Automotriz.
- Acondicionamiento de aire Industrial.
- Criogenia.

2.1.1.1. Refrigeración Domestica

Los sistemas de refrigeración doméstica están compuestos de un sistema mecánico que se utiliza en ocupaciones del hogar para la conservación de productos alimenticios. Este sistema está compuesto por cuatro procesos: el proceso de compresión (compresores y bombas de refrigeración), el proceso de condensación (compensador), el proceso de expansión (control de flujo refrigerante) y el proceso de evaporación (evaporador) [4].

2.1.1.2. Refrigeración de Aire de Confort

La refrigeración de ambientes o acondicionamiento de aire para el confort humano corresponde al estado del aire en algún espacio, por lo tanto, esto implica el control de la temperatura del espacio y también de la humedad. Cualquier aire acondicionado o climatizador tiene como función principal la

aplicación de aire para el confort humano Los equipos para la refrigeración relacionada con el confort (climatización) son: climatizadores, bombas de calor de condensación, enfriadoras de agua, compresores tipo scroll, etc. [4].

2.2. ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGETICA

El etiquetado de eficiencia energética consiste en una etiqueta adherida a los productos a ser calificados, en donde se describen ciertas características del producto que describen su nivel de eficiencia energética. La información que contiene la etiqueta se basa en las normas de ensayo establecidas por los organismos correspondientes para el lugar de fabricación o lugar de venta final del producto, en la etiqueta se puede encontrar información como el nombre del proveedor o marca, clase energética, consumo anual de energía eléctrica, las normas en que fueron basadas las pruebas y ensayos, etc.

En nuestro país la entidad encargada de elaborar, promover y difundir las normas que regulan el etiquetado de eficiencia energética es el Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología, a través del Organismo Nacional de Normalización.

Una etiqueta energética funciona de tres maneras importantes:

- Proporciona al consumidor datos en los que se apoya para hacer una elección bien informada, es decir, para seleccionar el producto más adecuado y eficaz que esté disponible.
- Impulsa a los fabricantes a ofrecer productos mas eficientes.
- Impulsa a los distribuidores a contar con productos eficientes.

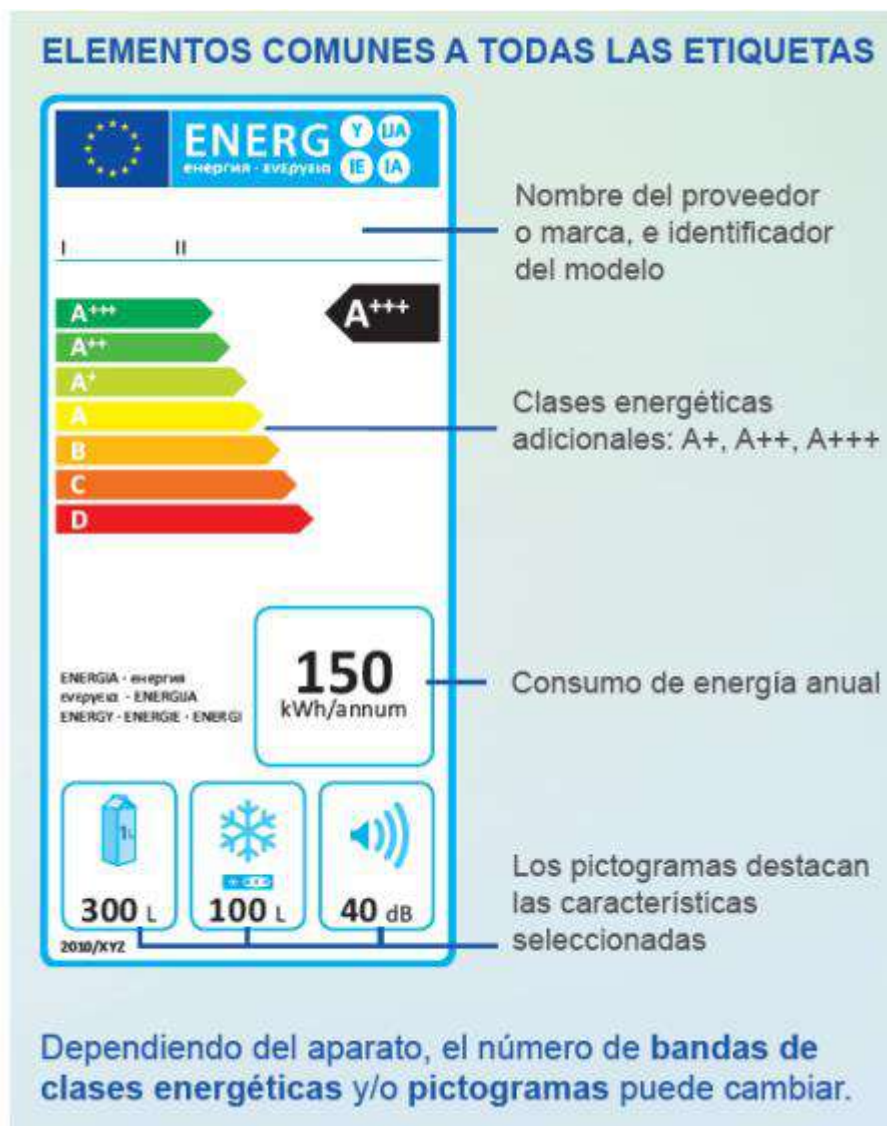


Figura 2.1: Etiqueta energética [1]

2.2.1. Tipos de etiquetas de eficiencia energética

2.2.1.1. Etiquetas de Aprobación

Son esencialmente “sellos de aprobación” de acuerdo a un conjunto específico de criterios.

2.2.1.2. Etiquetas de Comparación

Ofrecen al consumidor información que le permite comparar el rendimiento entre productos similares.

2.2.1.3. Etiquetas de Información

Proporcionan datos sobre el rendimiento del producto.

2.2.2. Etiquetado de eficiencia energética en electrodomésticos de refrigeración autocontenidos

En la etiqueta de eficiencia energética en electrodomésticos de refrigeración se debe dar la información correspondiente al tipo de electrodoméstico que es.

2.2.3. Etiquetado de eficiencia energética en acondicionadores de aire de uso domestico

La Etiqueta de Eficiencia Energética para acondicionadores de aire tipo Split facilita información sobre el consumo de energía de éstos, a partir de la utilización de las clases de eficiencia. Se encuentra adherida a los equipos y contiene la siguiente información:

- I. Marca comercial: Marca comercial del producto.
- II. Modelo: Modelo del proveedor. Si el aparato cuenta con una unidad interior y otra exterior, como en el caso de los aparatos split (tipo dividido), debe identificarse el modelo de ambas unidades.
- III. Clase de eficiencia energética del aparato en modo refrigeración: Clase de eficiencia energética a la que pertenece el aparato, en modo refrigeración. Se encuentra determinada por un rango de letras comprendido entre la A (más eficiente) y la G (menos eficiente).
- IV. Consumo de energía anual del aparato: Cantidad de energía eléctrica que consume el aparato durante un año, calculada suponiendo un tiempo de utilización de 500 horas anuales. El consumo real del equipo puede variar de acuerdo a la forma de uso.
- V. Capacidad de refrigeración del aparato: Capacidad de enfriamiento que brinda el equipo en modo refrigeración. Está expresada en kW. Se

determina de acuerdo a los procedimientos de ensayo especificados en la Norma de referencia.

- VI. Índice de eficiencia energética del aparato en modo refrigeración: Cociente entre la capacidad de enfriamiento y la potencia eléctrica de entrada del aparato, cuando funciona en modo de refrigeración y a carga completa. Cuanto mayor es este índice, más eficiente es el equipo.
- VII. Tipo de prestación del aparato: Indica si el aparato es "solo frío" o "frío-calor" (solo de refrigeración o de refrigeración/calefacción, respectivamente). La opción correspondiente se señala empleando una flecha indicadora.
- VIII. Capacidad de calefacción del aparato: Solo para los aparatos "frío-calor", es decir, aquellos que incluyen modo calefacción. Indica la capacidad de calefacción que brinda el equipo. Se expresa en kW. Si el aparato es "solo frío" (solo de refrigeración), este sector no se completa.
- IX. Clase de eficiencia energética en modo calefacción: Clase de eficiencia energética a la que pertenece el aparato, en modo calefacción. Está representada por un rango de letras, comprendido entre la A (más eficiente) y la G (menos eficiente). Se indica solo para los aparatos "frío-calor", es decir, aquellos que también cuentan con capacidad de calefacción. Si el aparato es "solo frío" (solo de refrigeración) este sector no se completa.
- X. Ruido: Ruido emitido por el equipo durante un ciclo normal de funcionamiento. No se mide por el momento.
- XI. Norma correspondiente [5].

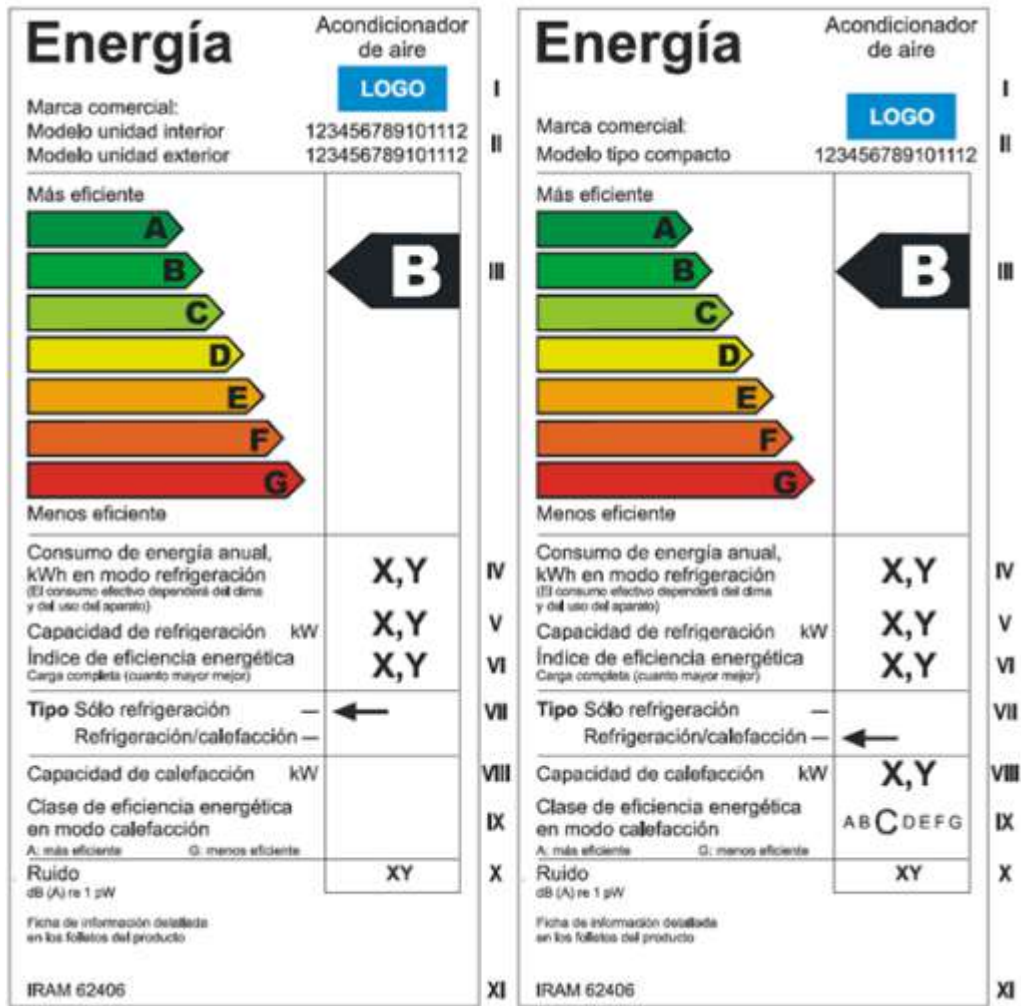


Figura 2.2: Etiqueta de eficiencia energética para acondicionadores de aire tipo split

CAPITULO 3

LABORATORIOS

3.1. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DE UN LABORATORIO

El diseño del laboratorio debe responder a las necesidades del mismo, predominando la seguridad, la funcionalidad y la eficacia, sobre los criterios puramente estéticos, si bien se deben intentar conjugar todos ellos. Los elementos a considerar en el diseño de un laboratorio se comentan a lo largo del presente epígrafe.

3.1.1. Criterios Básicos de la instalación eléctrica de un laboratorio

La instalación eléctrica del laboratorio debe estar diseñada en el proyecto de obra de acuerdo con los reglamentos vigentes en el país o internacionales en casos específicos y en función de sus líneas de trabajo, del tipo de instrumental utilizado y teniendo en cuenta las futuras necesidades del laboratorio. Este aspecto debe ser contemplado en todas las modificaciones que se realicen. Por otro lado, la incorporación de nuevo instrumental debe tener en cuenta sus requerimientos eléctricos. Los conductores deben estar protegidos a lo largo de su recorrido y su sección debe ser suficiente para evitar caídas de tensión y calentamientos. Las tomas de corriente para usos generales deben estar en número suficiente y convenientemente distribuidas con el fin de evitar instalaciones provisionales. En los locales o zonas donde se trabaje con líquidos inflamables la instalación eléctrica ha de ser de seguridad aumentada o antideflagrante y debe cumplir las normas específicas sobre prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio y explosión. De entre los distintos aparatos que tienen conexión eléctrica, es recomendable disponer de líneas específicas para los equipos de alto consumo [6].

3.1.1.1. Iluminación

La iluminación del laboratorio debe ser acorde con la exigencia visual de los trabajos que se realicen en él, que puede llegar a ser muy alta, lo que implica un

nivel de iluminación mínimo de 1000 lux, aunque se considera que un nivel de 500 lux basado en luminarias generales con iluminación de apoyo, es suficiente para una gran parte de las actividades [6].

3.1.2. Tabiques de Separación

Las características que deben cumplir las paredes divisorias están condicionadas por la clasificación con respecto al fuego del departamento de laboratorios y dependen principalmente del grado de riesgo existente en los laboratorios, de la estructura del edificio, de las actividades que se realizan y de la existencia o no de sistemas de extinción automáticos. Como recomendaciones generales, no incluidas en las Normas Básicas de Edificación (NBE), los tabiques de separación del departamento con las áreas accesorias deben tener una RF mínima de 120, si el laboratorio está situado en un edificio industrial, y de 180 en caso de estar situado en un centro sanitario o de enseñanza, mientras que la RF de los tabiques de separación entre los diferentes locales del departamento están en función del tipo de riesgo existente en los mismos. Si el riesgo intrínseco es bajo o medio y no hay sistemas de detección y extinción automáticos, la RF de los tabiques de separación entre locales debe ser, como mínimo, de 60.

3.1.3. Techos y Doble techos

Los laboratorios deben tener una altura no inferior a 3 m (RD 486/97). El techo, donde habitualmente están situados los sistemas de iluminación general, debe estar construido con materiales de elevada resistencia mecánica y pintado o recubierto por superficies fácilmente lavables, evitándose la acumulación de polvo y materiales tóxicos. En laboratorios situados en locales de uso industrial, el material del techo debe ser del tipo incombustible (M0) o ininflamable (M1) (ver más adelante la tabla 10), y si están situados en un centro sanitario o docente sólo puede ser del tipo incombustible (M0). Si se dispone de doble techo, éste debe ser de material incombustible (M0), lavable y diseñado y construido de manera que sea resistente, seguro y fácilmente desmontable. Un factor a considerar es su impenetrabilidad a gases y vapores a fin de evitar que tanto

estos contaminantes como el humo, en caso de incendio, puedan transmitirse a las dependencias adyacentes. En este sentido es también recomendable que los tabiques de separación lleguen hasta el forjado, véase figura siguiente. También deben valorarse sus propiedades en cuanto a transmisión de ruido. Se recomienda que tanto los techos como los dobles techos, estén pintados en blanco, lo que permite evitar diferencias muy acusadas de contraste entre ellos y las luminarias de los sistemas de iluminación [7].

3.1.4. Suelos

Normalmente, los suelos suelen estar proyectados para una sobrecarga de uso mínimo de 300 kg /m², aunque en los recintos del departamento en que vayan a instalarse equipos o máquinas pesadas, estas cifras deben ser superiores. Es recomendable que tengan una base rígida y poco elástica, para evitar vibraciones especialmente en tareas como la pesada o el análisis instrumental. El revestimiento del suelo varía con relación a los productos químicos y tipo de actividad a desarrollar en el recinto, estando sus características, en algunos casos, específicamente establecidas (por ejemplo, el trabajo con radioisótopos o agentes biológicos). Los factores que suelen considerarse para la elección del material para el suelo son:

- Resistencia a agentes químicos (ver tabla 1).
- Resistencia mecánica.
- Posibilidad de caídas, especialmente cuando están mojados.
- Facilidad de limpieza y descontaminación.
- Impermeabilidad de las juntas.
- Posibilidad de hacer drenajes.
- Conductividad eléctrica.
- Estética.
- Comodidad (dureza, ruido, etc.).
- Precio.
- Duración.
- Facilidad de mantenimiento.

AGENTE QUÍMICO	MADERA DURA	LINÓLEUM	67% PVC	CERÁMICA VIDRIADA	TERRAZO	CEMENTO
detona, éter	R	R	M	B	B	B
Disolventes Organoclorados	M	R	M	B	B	R
Agua	R	B	B	B	B	B
Alcoholes	R	B	B	B	B	B
Ácidos fuertes	R	M	B	B	M	M
Bases fuertes	M	M	B	R	M	M
Agua oxigenada 10%	M	B	B	B	B	M
Aceites	M	B	B	B	R	R
Facilidad de contaminación	M	M	R	B	M	M
R: regular; B: buena; M: mala						

Tabla 3.1: Resistencia de distintos revestimientos a agentes químicos

3.1.5. Ventanas

Las ventanas reducen la sensación de claustrofobia y permiten la visión lejana, disminuyendo la fatiga visual, influyen en la iluminación del recinto y si son practicables (opción recomendable), posibilitan la renovación del aire en caso de necesidad, aunque también tienen el inconveniente de permitir la transmisión de ruidos externos y de ser una vía de propagación de incendios. No obstante, en caso de incendio permiten presenciar el desarrollo de las operaciones de rescate, su utilización como vías de evacuación (siempre que sean practicables), la entrada de los bomberos y de sus sistemas de extinción, y de aire fresco. El marco de las ventanas debe ser de material difícilmente combustible para impedir la propagación de un posible incendio a pisos superiores. Si están situadas en la planta baja no se deben poder abrir hacia el exterior, salvo que existan elementos que impidan que las personas que circulan por el exterior lo hagan cerca de ellas. En aquellos casos en que sea necesario situar mesas de trabajo frente a las mismas, la altura del antepecho no debe ser inferior a 1 m. En el caso de que haya materiales, productos o aparatos situados delante de las ventanas, es conveniente que la parte inferior de las mismas no sea de vaivén o

no se abran hacia adentro. En laboratorios con riesgo de explosión, deben acoplarse ventanas que ceden ante los efectos de una sobrepresión. Un buen sistema es el de doble ventana, ya que amortigua el ruido exterior y reduce la pérdida de energía debida a la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior de los locales. Otro aspecto importante a considerar es la facilidad de limpieza de la cara externa de los cristales, para ello existen dos soluciones, los marcos desmontables y la utilización de doble cristal en un sistema de volteo, lo que permite la limpieza desde el interior [7].

3.1.6. Puertas

Los principales factores a considerar en el diseño e instalación de las puertas se comentan brevemente a continuación:

3.1.6.1. Número

Es recomendable que los departamentos de laboratorios dispongan de una segunda puerta de salida si hay riesgo incendio o de explosión, pueda bloquearse la salida, se trabaje con gases a presión o correspondan a espacios de más de 100 m². En la práctica, el número de puertas estará establecido por las necesidades de evacuación [7].

3.1.6.2. Dimensiones Mínimas

La altura de paso libre de las puertas debe estar comprendida entre 2,0 y 2,2 m, su anchura suele ser de 90 o 120 cm, según sea de una o doble hoja, no debiendo ser inferior a 80 cm en ningún caso. Para evitar accidentes, las puertas de acceso a los pasillos no deben ser de vaivén, mientras que las que comunican los laboratorios entre sí pueden serlo. Las puertas corredizas deben descartarse de manera general, tanto por las dificultades de accionamiento si se tienen las manos ocupadas, como en caso de evacuación. Se recomienda que tanto unas como otras estén provistas de un cristal de seguridad de 500 cm² situado a la altura de la vista, que permita poder observar el interior del laboratorio sin abrir la puerta, y así evitar accidentes [7].

3.1.6.3. Entradas y Salidas de un laboratorio

Para facilitar la entrada y salida al recinto con las manos ocupadas, las puertas deben poderse abrir con el codo o el pie, no debiéndose acoplar sistemas de cierre de pasador, ni a las puertas de los laboratorios, ni a las de los departamentos, debido a la dificultad que representaría su apertura en caso de emergencia. Todas las puertas deben disponer de dispositivos que permitan su apertura desde dentro en cualquier circunstancia, (si es necesario, sistemas anti pánicos) a fin de evitar que el personal pueda quedar atrapado en el laboratorio en caso de incendio [7].

3.1.6.4. Sentido de Apertura

Según la NBE-CPI/96 las puertas previstas para la evacuación de más de 100 personas deben abrirse «siempre» en el sentido de la evacuación. Aunque ésta circunstancia no sea habitual, excepto para algunos laboratorios de prácticas, como norma general se considera que es conveniente que las puertas de los laboratorios se abran favoreciendo el sentido de la marcha (de salida) evitándose que queden encajadas en caso de accidente. En caso de estar situadas en un pasillo muy transitado, pueden retranquearse, aun a costa de perder una pequeña superficie de laboratorio, lo que impide que su apertura dificulte la evacuación; otra alternativa que soluciona parcialmente el problema es que puedan abrirse 180°. También es recomendable que las puertas que comunican entre sí distintos laboratorios se abran en el sentido de la evacuación y desde el laboratorio con mayor riesgo hacia el de menor riesgo [7].

3.1.6.5. Resistencia al Fuego (RF)

La mínima RF de una puerta depende de la RF exigible al sector de incendio en que vaya a ser instalada, debiendo ser de, al menos, la mitad de la RF del elemento compartimentado r . Si el paso entre sectores se realiza a través de un vestíbulo previo, la RF de las puertas será de al menos la cuarta parte de la exigida para el elemento compartimentador. En un laboratorio con riesgo de incendio bajo es recomendable una RF-30, aunque la NBE-CPI/96 fija una RF-

60 mínima para las zonas de riesgo especial. A modo de ejemplo, debe considerarse que una puerta convencional de doble tablero de contrachapado sólo tiene una RF de 5-8 minutos.

3.1.7. Materiales y Acabados

La selección de materiales para el acabado de las paredes, techos y suelos se efectúa, a veces, considerando solamente factores estéticos, la capacidad, el aislamiento térmico, o la resistencia mecánica, ignorándose casi por completo el comportamiento frente al fuego. Cada vez, sin embargo, se estudian mejor estos recubrimientos, habiéndose llegado a la conclusión de que, si bien no suele comenzar en ellos el incendio, son factores de primera magnitud en su propagación. Cuando se produce un conato de incendio en un local, la temperatura de sus revestimientos aumenta bruscamente, por lo que llega rápidamente un momento en el que, si son combustibles, tiene lugar su inflamación y se generaliza el incendio. Por ello, en los locales en los que se manejan productos inflamables, los revestimientos deben ser M0 o M1. Cuando un elemento de material incombustible, M0, está recubierto de una lámina fina de material combustible, por ejemplo, una pared de yeso con papel pintado, se suele considerar que el material sigue siendo M0 si el espesor de la película es inferior a 1 mm.

CLASE	COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO
M0	Incombustible
M1	Combustible pero ininflamable
M2	Inflamabilidad moderada
M3	Inflamabilidad media
M4	Inflamabilidad alta

Tabla 3.2: Clasificación de materiales respecto a su comportamiento frente al fuego

CAPITULO 4

ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO

4.1. ORGANISMO REGULADOR

El organismo encargado de otorgar la acreditación del laboratorio en Paraguay es el Organismo Nacional de Acreditación (ONA), dependiente del CONACYT, como parte integrante del Sistema Nacional de Calidad es responsable de dirigir y administrar el Sistema Nacional de Acreditación.

4.2. SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente en el Paraguay no se cuenta con ningún laboratorio acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación en donde se realicen las pruebas y ensayos para la certificación de eficiencia energética en los mencionados electrodomésticos.

4.3. REQUISITOS PARA LA ACREDITACIÓN

Los requisitos necesarios para la acreditación son detallados en los documentos proveídos por la ONA “Reglamento General de Acreditación RG001” y en el caso de los laboratorios de ensayos específicamente en “Criterios para la Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración CRI008” que se basa en la norma “NP-ISO/IEC 17025 - Requisitos Generales Para La Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración [8].

Los siguientes criterios son los vigentes para la acreditación del laboratorio:

4.3.1. Requisitos generales

Existen dos requisitos generales, en primer lugar, la imparcialidad y también la confidencialidad.

4.3.2. Requisitos relativos a la estructura

Los requisitos relativos a la estructura se detallan en los puntos C 5.1 y C 5.3 [8].

4.3.3. Requisitos relativos a los recursos

- En el punto C 6.2 se detallan los requisitos documentales en cuanto a la seguridad de los personales del laboratorio [8].
- Las condiciones laborales también deben ser documentadas según el punto C 6.3 [8].
- Según el punto C 6.6.2, cuando el laboratorio subcontrate los servicios de un laboratorio externo que este incluido en el alcance de la acreditación, dicho laboratorio deberá estar también acreditado para dichos servicios por la ONA o por otro organismo que forme parte del acuerdo de reconocimiento (IAAC, ILAC) [8].

4.3.4. Requisitos del proceso

- Se debe efectuar la revisión de solicitudes, ofertas y contratos
- Se puede realizar actividades de muestreo.
- En el Ítem C 7.4.2 se describe el proceso de manipulación de los ítems de ensayo y calibración.
- Se debe llevar registros técnicos de los datos y archivos originales.
- Las evaluaciones de incertidumbre de medición se desarrollarán teniendo en cuenta el documento POL 002 e ILAC P14.
- Para el aseguramiento de la validez de los resultados se deberá tener en cuenta lo establecido en el documento POL001 Política y criterios específicos para la participación en ensayos de aptitud/comparaciones interlaboratorios.
- Los informes de resultados deberán ser emitidos de acuerdo a los lineamientos establecidos en la norma NP- ISO/IEC 17025.

4.3.5. Requisitos relativos al sistema de gestión

El laboratorio deberá declarar cual opción detallada en la Norma NP- ISO/IEC 17025 cumple (A o B).

No es un requisito que el sistema de gestión del laboratorio esté certificado según la norma ISO 9001 [8].

4.4. PROCESO DE ACREDITACIÓN

4.4.1. Solicitud de acreditación

La ONA es la encargada de atender la solicitud de acreditación mediante nota al Presidente del CONACYT.

Se debe especificar de forma el alcance de la acreditación solicitada.

El formulario para la acreditación de laboratorios de ensayo es "FOR021 Solicitud de Acreditación de Laboratorios de Ensayo".

4.4.2. Revisión de los recursos del ONA y verificación de documentación presentada por el OEC

Conforme a lo detallado en el formulario "FOR049 Revisión de Solicitud de Acreditación y Revisión de los Recursos", la Dirección de Acreditación revisará los documentos presentados por el solicitante (OEC) y determinará un esquema de evaluación idóneo de conformidad para la acreditación.

4.4.3. Comunicación con el OEC

Una vez culminada, la Dirección de Acreditación correspondiente comunica a la Secretaría Ejecutiva por medio de un memorando el resultado de la mencionada revisión y verificación.

4.4.4. Conformación y designación del equipo evaluador

El OEC enviará los siguientes formularios: FOR099 Conformación/Designación del Equipo de Evaluación y FOR185 Evaluación Costos para lograr la acreditación, siempre que la fecha confirmada por el OIC se encuentre dentro del plazo señalado en el FOR029.

4.4.5. Aranceles de acreditación

El cliente debe abonar en relación a cada etapa del proceso de acreditación (ver FOR003), luego de la conformación del equipo, la Dirección o Jefatura de

Acreditación afectada remite al cliente el FOR185 Costos de Evaluación, el cual se encuentran establecidos los costos específicos relacionados a la evaluación a ser realizada. Los costos posteriores a la evaluación se encuentran establecidos en el FOR003 Costos de acreditación por procesos [8].

Los costos de cada etapa de acreditación a ser pagado por el OEC se encuentran establecidos en el FOR003 Costos de Acreditación por Procesos vigente.

4.4.6. Evaluación de acreditación

La evaluación de acreditación cuenta con varias etapas, las cuales se detallan a continuación.

4.4.6.1. Evaluación documental

El equipo evaluador debe evaluar todos los documentos del sistema de gestión de calidad de la OEC y contrastarlos con las normas, políticas, criterios y reglamentos de la ONA y determinar la conformidad con los mismos.

4.4.6.2. Evaluación En Sitio

- El objetivo es verificar en las instalaciones del OEC, el cumplimiento de todos los requisitos de la norma de referencia para la acreditación establecida por el ONA.

4.5. DECISIONES RELACIONADAS CON LA ACREDITACIÓN

4.5.1. Verificación del cumplimiento del proceso de acreditación por parte de los sub comités de acreditación

En base al análisis realizado por los miembros de los sub comités de acreditación referente al cumplimiento de todas las etapas del proceso de acreditación aplicadas por el ONA, en sus diferentes esquemas de acreditación se constituyen en dictámenes técnicos para el ONA, las recomendaciones efectuadas sobre:

- a) Conceder la acreditación o renovación de la acreditación especificando claramente el alcance de la misma [8],
- b) Denegar la acreditación o renovación para todo o una parte del alcance solicitado [8];
- c) Ampliar o reducir el alcance de la acreditación [8];
- d) Cancelar o retirar la acreditación [8].

4.5.2. Dictamen técnico del CTPA

Una vez culminado el análisis del proceso aplicado por los Sub comités de Acreditación, se remite un informe a los miembros del CTPA, con derecho a voto. Los mismos, si consideran suficiente la información remitida por los Sub comités de acreditación proceden a la votación para decidir sobre conceder o no la acreditación, renovación, ampliación, reducción, retiro o cancelación de la misma. El dictamen técnico del CTPA es realizada conforme al PRO002 [8].

Una vez que se cuenta con el dictamen técnico del CTPA, la SE:

- a) Informa el resultado de la decisión al OEC afectado, vía correo electrónico.
- b) Solicita a la Presidencia del CONACYT, el envío de la nota oficial de la Institución, comunicando el resultado al OEC afectado.

La Presidencia del CONACYT comunica al OEC acreditado, a través de una nota oficial.

La Dirección de Acreditación del área prepara los documentos de la acreditación (anexos y certificado) siguiendo lo establecido en el PRO034 Elaboración de Certificados de Acreditación.

El Certificado de Acreditación, tiene validez de tres (3) años calendario, firmado por la Secretaria Ejecutiva del ONA, refrendado por el Presidente del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [8].

III. RESUMEN EJECUTIVO

CAPITULO 5

5.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

En el presente trabajo se desarrolla el diseño de un laboratorio de ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire.

El proyecto está compuesto de 6 fases, las cuales son:

- Fase I: Identificación de las Normas técnicas vigentes.

En primera instancia se llevará a cabo la identificación de las normas nacionales vigentes, o internacionales en caso de inexistencia en el país, para la realización de las pruebas y ensayos para el etiquetado de eficiencia energética en electrodomésticos de refrigeración de ambientes y alimentos.

- Fase II: Identificación y elaboración de las EETT.

En esta fase se procederá a identificar y elaborar las especificaciones técnicas de los equipamientos que son requeridos para la realización de las pruebas y los ensayos a ser realizados en el laboratorio propuesto.

- Fase III: Elaboración de un manual de procedimientos.

En esta fase se llevará a cabo la elaboración de un manual de procedimientos para la realización de las pruebas y ensayos proyectados, para las mismas se tendrán en cuenta todas las normas técnicas de cada equipo y las normas de seguridad e higiene laboral.

- Fase IV: Identificación de los requisitos para la acreditación del laboratorio.

En esta fase se procederá a la identificación de los requisitos técnicos como normativos requeridos por el ente regulador necesarios para la acreditación del

laboratorio de pruebas y ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire.

- Fase V: Elaboración de una propuesta de laboratorio de pruebas y ensayos.

En esta fase se procederá a la elaboración de la propuesta de diseño del laboratorio de pruebas y ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire.

- Fase VI: Evaluación económica del laboratorio propuesto.

En esta última fase se procederá a la realización del presupuesto del laboratorio y un análisis de los beneficios que se podrá obtener con el mismo.

5.1.1. Métodos y Técnicas utilizadas

Según la estructura y dimensión de este trabajo se considera metodología de investigación aplicada, ya que da solución a una problemática.

En cuanto a la recolección de informaciones y datos se recurrió a la investigación documental, mediante revisión de bibliografías, mismas informaciones fueron complementadas con entrevistas con profesionales del área y visitas técnicas.

5.2. JUSTIFICACIÓN

La eficiencia energética es considerada actualmente una de las medidas más efectivas, a corto y mediano plazo de ahorro energético y uso racional de los recursos, además de ayudar a reducir significativamente las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, así como otros gases contaminantes.

En el marco de alcanzar mayores niveles de eficiencia del sistema energético en su conjunto, algo especialmente relevante para el cumplimiento de los objetivos de las Políticas Energéticas del país, un mejoramiento en la eficiencia energética a través de iniciativas como la certificación de eficiencia energética de ciertos productos de alto consumo energético en los diversos sectores de consumo, empezando por el residencial quien es actor principal en la curva de carga, puede

reducir el crecimiento en el consumo energético y alcanzar niveles óptimos de eficiencia.

Al diseñar un laboratorio de pruebas y ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire se podrá disponer de una herramienta primordial para la constancia de la comercialización y utilización de productos con niveles óptimos de eficiencia energética y los beneficios en el sistema energético consecuentes.

Este proyecto beneficiará a los consumidores permitiéndoles un ahorro en su consumo de energía eléctrica, y a la ANDE evitando o postergando importantes inversiones en generación de energía.

5.3. FINALIDAD DEL PROYECTO

Con el desarrollo del presente proyecto se pretende:

- Poner a disposición una herramienta fundamental para garantizar la importación y comercialización de aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire con óptimos niveles de eficiencia energética.
- Contribuir al cumplimiento de los objetivos de la Política Energética Nacional.
- Evitar o postergar inversiones en generación de energía.

5.4. METAS

- Permitir a los consumidores un ahorro en consumo de energía.
- Disminución de los picos de demanda máxima del SIN.
- Aumentar los niveles de eficiencia en el sistema energético nacional.

5.5. OBJETIVOS

5.5.1. Objetivo general

Diseñar un laboratorio de pruebas y ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire.

5.5.2. Objetivos específicos

- Identificar las Normas técnicas vigentes de pruebas y ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire.
- Identificar y elaborar las Especificaciones Técnicas (EETT) de los equipamientos requeridos para las pruebas y ensayos.
- Elaborar una guía de procedimientos para las pruebas y ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire.
- Identificar los requisitos técnicos como normativos necesarios para la acreditación del laboratorio de pruebas y ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire.
- Elaborar propuesta de laboratorio de pruebas y ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire.
- Elaborar la evaluación económica del Laboratorio propuesto.

5.6. BENEFICIARIOS

Este proyecto beneficiará a los consumidores permitiéndoles un ahorro en su consumo de energía eléctrica, y a la ANDE evitando o postergando importantes inversiones en generación de energía.

5.7. PRODUCTO

Un laboratorio de ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire.

5.8. ESPECIFICACIONES DE ACTIVIDADES Y TAREAS REALIZADAS

Para el desarrollo de la propuesta fueron realizadas las siguientes actividades:

- Revisión documental del estado actual de las políticas energéticas del Paraguay y los componentes principales de la curva de carga del SIN.
- Selección de los aparatos de refrigeración autocontenidos y aires acondicionados, ambos de uso doméstico para la aplicación de este proyecto debido al impacto que significaría en el sistema energético nacional.
- Adquisición y revisión de las normas paraguayas; Norma Paraguaya NP 51 001 13 “EFICIENCIA ENERGÉTICA. Etiquetado genérico de desempeño energético. Requisitos Generales.”, Norma Paraguaya NP 51 002 14 “EFICIENCIA ENERGÉTICA. Etiquetado de Eficiencia Energética para Acondicionadores de aire.” Proyecto de Norma Paraguaya NP 51 003 15 “EFICIENCIA ENERGÉTICA. Etiquetado de Eficiencia Energética para Aparatos de Refrigeración Autocontenidos (Refrigeradores, Congeladores y Combinados) y las normas internacionales; Norma UNE-EN 62552:2013 Aparatos de Refrigeración Domésticos, ISO 5151 y la Norma UNE-EN 14511-3.
- Reunión con directivos y especialistas del área del INTN.
- Visita técnica al laboratorio LABSOL S.A.
- Identificación de las pruebas y ensayos que deben realizarse para la certificación de Eficiencia Energética.
- Identificación y Elaboración del listado de las EETT.
- Elaboración de un manual de procedimientos para las Pruebas y Ensayos para la certificación de Eficiencia energética de aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire.
- Identificación de los requisitos para la acreditación del laboratorio.
- Diseño de una propuesta de laboratorio de pruebas y ensayos.
- Evaluación económica del proyecto.
- Presentación del informe final.

5.9. FACTIBILIDAD TÉCNICA

- Capacidad de realizar ensayos en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire para medir su eficiencia energética.

- Certificar el nivel de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire de uso doméstico.
- Aumentar los niveles de eficiencia energética del sistema energético nacional.

5.10. FACTIBILIDAD ECONÓMICA

5.10.1. Beneficios

Los beneficios económicos que produce el laboratorio proyectado se deducen del cobro por la realización de los ensayos a los aparatos de refrigeración autocontenidos y también a los acondicionadores de aire, dichos precios de ensayos son detallados en el flujo de caja proyectados.

5.10.2. Costos

En la tabla se pueden observar los detalles de los costos de la implementación del laboratorio de ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire, detallada en ella los equipos de laboratorio, la obra civil y la instalación eléctrica del laboratorio.

5.10.2.1. Costos de Equipos de laboratorio

Equipos de Laboratorio				
Cant.	Unidad	Descripción	Precio Unitario (dólares)	Precio total (dólares)
1	un.	Laboratorio Calorímetro Room-Type	400000	400000
1	un.	Data logger RCW-360P-THDE	86,9	86,9
1	un.	Recolectores de datos Wireless - Starrett Datasure N°1500	202,5	202,5
9	un.	Cilindro de cobre recubierto de estaño o latón	13,5	121,5
324	un.	Paquetes de ensayo tipo A : (50x100x200) mm. Masa: 1kg	11,9	3855,6

20	un.	Paquetes de ensayo tipo B (50x100x100) mm. Masa:500g	7,9	158
20	un.	Paquetes de ensayo tipo C (50x50x100) mm. Masa: 250g	7,4	148
2	un.	Paquetes de ensayo tipo D (25x100x200) mm. Masa: 500g	11,3	22,6
100	un.	Paquetes M	16	1600
33	un.	Sondas de temperatura	230	7590
2	un.	Medidores de distancias lineales	236	472
1	un.	Medidor de potencia PCE-PA6000-ICA	1200	1200
1	un.	Multímetro PCE-BDM 20-ICA	800	800
1	un.	Estabilizador de voltaje SRV11 10KVA	505	505
1	un.	Deshumificador CLSM-09T 450W	360	360
Subtotal				417122,1

Tabla 5.1: Costos de equipos de laboratorio

5.10.2.2. Costos de Obra Civil

Construcción Civil				
Cant.	Unidad	Descripción	Precio Unitario (guaraníes)	Precio total (guaraníes)
346,74	m ²	Limpieza y preparación del terreno	6300	2.184.462,00
346,74	m ²	Replanteo y marcación	3100	1.074.894,00
12,96	m ³	Excavación de tierra para fundación, incluye compactación del terreno	8500	110.160,00
74,5	ml	Encadenado 13x30	95120	7.086.440,00
8,55	m ³	Pilares	1795917	15.355.090,35
12,96	m ³	Fundación (Zapatatas)	1385317	17.953.708,32
317,36	m ²	Muro de elevación con ladrillo común 0.15	92257	29.278.681,52

26,33	m ²	De elevación c/ ladrillo visto de 0.15cm	98257	2.587.106,81
74,5	ml	Aislación Horizontal en "U" con asfalto	12604	938.998,00
194,15	m ²	Aislación Vertical azotada hidrófuga, pintura asfáltica y panderete	107491	20.869.377,65
229,14	m ²	Revoques a de paredes a 1 capa interior con hidrófugo	29405	6.737.861,70
364,14	m ²	Revoques de paredes sin hidrófugo	27890	10.155.864,60
20,1	ml	Dinteles de varilla sobre aberturas	20830	418.683,00
252,43	m ²	Contrapisos de H° de cascotes de 10cm	3250	820.397,50
252,43	m ²	Carpeta para piso	25815	6.516.480,45
252,43	m ²	Pisos de porcelanato de 0,60x0,60 color gris	40700	10.273.901,00
21,5	m ²	Zocalos de porcelanato de 0,60x0,60 color gris	74560	1.603.040,00
346,94	m ²	Techo de chapa galvanizada n 28 sobre estructura con caños metálicos	98554	34.192.324,76
10,83	m ²	Cenefa longitudinal	157000	1.700.310,00
11,94	m ²	Revestimiento de azulejo 15x15	76775	916.693,50
1,36	m ²	Mesada de mármol para baño	602000	818.720,00
1	un.	Instalación de agua fría baño	441.056	441.056,00
2	un.	Desagüe cloacal para baño	399123	798.246,00
2	un.	Puerta PVC 0.80x2.10	7800000	15.600.000,00
3	un.	Puerta PVC 0.90x2.10	8000000	24.000.000,00
1	un.	Puerta de emergencia cortafuego 1.00x2.10	3000000	3.000.000,00

1	un.	Puerta PVC 1.40x2.10	8200000	8.200.000,00
2	un.	Puerta PVC 2.00x2.10	8500000	17.000.000,00
2	un.	Ventana horizontal de una hoja 2.50x0.45	2000000	4.000.000,00
3	un.	Ventana 1.80x1.00	3000000	9.000.000,00
2	un.	Ventana para baño 0.60x0.50	1200000	2.400.000,00
346,94	m ²	Cielorraso PVC	70000	24.285.800,00
443,09	m ²	Pintura al látex interior con enduido	33299	14.754.453,91
198,54	m ²	Pintura al látex exterior con enduido	16591	3.293.977,14
26,33	m ²	Pintura de tratamiento de ladrillo visto	15934	419.542,22
Subtotal en guaraníes				298.786.270,43
Subtotal en dólares				42.381,03

Tabla 5.2: Costos de obras civiles

5.10.2.2.1. Costos de la Instalación Eléctrica

Instalación Eléctrica				
Cant.	Unidad	Descripción	Precio Unitario (guaraníes)	Precio total (guaraníes)
1	un.	Transformador de Tensión 23kV/380V 300kVA	75000000	75000000
1	un.	Disyuntor termomagnético de 3x500A regulable	3325238	3325238
1	un.	Disyuntor termomagnético de 3x400A regulable	3298611	3298611
1	un.	Disyuntor termomagnético de 3x160 A regulable	851042	851042
3	un.	Disyuntor termomagnético de 25A	28444	85332
1	un.	Disyuntor termomagnético de 20A	28444	28444

8	un.	Disyuntor termomagnético de 10A	28444	227552
1	un.	Disyuntor termomagnético de 16A	28444	28444
30	m	Conductores de 185mm ²	120000	3600000
120	m	Conductores de 120mm ²	80000	9600000
1	paquete	Conductores de 6mm ² de 100m	694998	694998
10	m	Conductores de 4mm ²	4106	41060
7,5	paquete	Conductores de 2,5mm ² de 100m	315004	2362530
10	un.	Tubo PAD 6" de 6 metros	509044	5090440
2	un.	Tubo PAD 4" de 6 metros	108830	217660
45	m	Electroducto 2"	9450	425250
90	m	Electroducto 1 1/2"	5650	508500
100	m	Electroducto 3/4"	2400	240000
Subtotal				105625101
Subtotal en dólares				14981,73131

Tabla 5.3: Costos de la instalación eléctrica

5.10.2.3. Costos Totales

SUMA DE SUBTOTALES	
Subtotal equipos de laboratorio	417122,1
Subtotal Obra Civil	42381,03
Subtotal Instalación eléctrica	14981,73131
TOTAL (en dólares)	474484,8613

Tabla 5.4: Costos totales

5.10.2.4. Otros costos

Existen también otros costos considerados para el proyecto, tales como el costo del inmueble que debe ser adquirido para la construcción del laboratorio y también los costos del proceso de acreditación del laboratorio, estos costos son detallados en el flujo de caja proyectada.

5.10.3. Evaluación económica

5.10.3.1. Determinación del flujo de caja proyectada

Teniendo en cuenta las inversiones y beneficios previstos para la realización de los ensayos proyectados en el laboratorio, se tiene el flujo de caja proyectada a cinco años:

CONCEPTOS	AÑO 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
I. Ingresos						
Ensayos a AA	127500	127500	127500	127500	127500	127500
Ensayos a A. de Refrig.	104550	104550	104550	104550	104550	104550
TOTAL INGRESOS	232050	232050	232050	232050	232050	232050
II. Egresos						
Inversión (Costos del laboratorio)	474484,8613					
Inversión de inmueble	150000					
Costos iniciales de acreditación	15000					
Seguimiento de acreditación anual	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Total salarios	70000	70000	70000	70000	70000	70000
Gastos varios	5000	5000	5000	5000	5000	5000
TOTAL EGRESOS	722484,8613	83000	83000	83000	83000	83000
FLUJO DE CAJA	-490434,8613	149050	149050	149050	149050	149050

Tabla 5.5: Flujo de caja proyectada

5.10.3.2. Determinación de la tasa interna de rendimiento (TIR)

Considerando el flujo de caja de la tabla 5, para una proyección de 5 años, se obtuvo una TIR del 19%.

5.10.3.3. Determinación del valor presente neto (VPN)

Según los valores de flujo de caja de la tabla 5, considerando una tasa de descuento del 12%, para un periodo de 10 años se obtuvo un valor presente neto de \$ 1.028.911,06 USD, valor que vuelve viable a la inversión.

5.10.3.4. Determinación del periodo de recuperación de la inversión (PRI)

La inversión se recupera en 4 años, un mes y 20 días.

5.10.3.5. Análisis de Sensibilidad

Para el análisis de sensibilidad se tiene en cuenta que las variables a ser medidas son la cantidad de ensayos a ser realizados, tanto como los ensayos a los aparatos acondicionadores de aire como a los aparatos de refrigeración autocontenidos, la variación aplicada es de menos 5 ensayos hasta menos 25 ensayos en cada aparato, dicho análisis arroja el siguiente resultado.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD							
VP	Ensayos en AA						
N	1028911,057	135000	125000	115000	105000	95000	85000
Ensayos en A. de Refrig.	112500	1037214,628	1028286,057	1019357,486	1010428,914	1001500,34	992571,7714
	107500	1032750,343	1023821,771	1014893,2	1005964,628	997036,057	988107,4856
	102500	1028286,057	1019357,486	1010428,914	1001500,343	992571,771	983643,1999
	97500	1023821,771	1014893,2	1005964,628	997036,0571	988107,486	979178,9142
	92500	1019357,486	1010428,914	1001500,343	992571,7714	983643,2	974714,6285
	87500	1014893,2	1005964,628	997036,0571	988107,4856	979178,914	970250,3428

Tabla 5.6: Análisis de sensibilidad

IV. INGENIERÍA DE DISEÑO

CAPÍTULO 6

6.1. ENSAYOS

Para la elaboración de este proyecto se recurrió a las normas paraguayas que especifican las características técnicas de eficiencia energética en los aparatos electrodomésticos en estudio. Con el fin de estudiar y profundizar las normas, se optó por la revisión de las normas internacionales que están citadas en las normas paraguayas.

6.1.1. Ensayos para la certificación de Eficiencia Energética en electrodomésticos de refrigeración de alimentos

En este ítem se revisó la Norma Paraguaya NP 51 003 15 Etiquetado de Eficiencia energética para aparatos refrigeradores autocontenidos, en dicha norma se establece la metodología para la determinación de la categoría de eficiencia energética de los aparatos de refrigeración autocontenidos, los métodos de ensayo y las características de la etiqueta de eficiencia energética.

En el capítulo 8 de la NP 51 003 15, se detallan los métodos de ensayo a ser utilizados para la obtención de los parámetros necesarios, en este apartado explica e identifica los principales métodos de ensayos cuyos procedimientos se detalla a continuación:

6.1.1.1. Evaluación de Características Energéticas

Para la evaluación de características energéticas requeridas por esta norma se debe aplicar el método de ensayo establecido en la UNE-EN ISO 15502 en el punto 15 (Ensayo de Consumo de Energía). [1]

6.1.1.2. Emisión de Ruido

En el capítulo 7 de la NP 51 003 15 se especifica la evaluación de emisión de ruido, en la misma se menciona que dicha evaluación se encuentra en

actualmente en estudio esperando obtener los antecedentes necesarios para la especificación de la misma.

6.1.1.3. Factor de Potencia

Para la evaluación de Factor de Potencia se debe aplicar lo establecido en el capítulo 6 de la NP 51 003 15.

En este punto es importante mencionar que ha hecho una revisión de la Norma UNE-EN ISO15502, ya que la misma es citada en la norma NP 51 003 15 como norma que especifica el método de ensayo para la evaluación de características energéticas

Actualmente la norma UNE-EN ISO 15502, se encuentra anulada por la norma UNE-EN 62552:2013 Aparatos de Refrigeración Domésticos. Características y Métodos de Ensayo, que es la versión oficial en español de la Norma Europea UNE-EN 62552:2013, que a su vez adopta las normas internacionales IEC 62552:2007.

La norma UNE-EN 62552:2013 tiene por objeto especificar las características esenciales de los aparatos de refrigeración domésticos ensamblados en fábrica y enfriados por convección interna natural o circulación de aire forzada y establece métodos de ensayo para la comprobación de las características.

Los métodos de ensayos mencionados en la Norma UNE-EN 62552:2013 son los siguientes:

- Ensayo de estanquidad de las puertas, tapas y burletes de cajón.
- Ensayo de durabilidad de las puertas, tapas y cajones.
- Ensayo de resistencia mecánica de los estantes y elementos análogos.
- Ensayo de temperaturas de conservación.
- Ensayo de condensación de vapor de agua.
- Ensayo de Consumo de energía.
- Ensayo de subida de temperatura.
- Ensayo de congelación.

- Ensayo de fabricación de hielo.

Como se mencionó anteriormente, este trabajo se basa en la Norma Paraguaya NP 51 003 15 vigente, por lo que se optó por realizar solo los ensayos y determinar los parámetros que se describen en la Norma Paraguaya NP 51 003 15.

Excepto la evaluación de la emisión de ruido, cuyo parámetro se encuentra en fase de estudio, por lo que este requisito no forma parte de la exigencia actual para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos.

6.1.2. Ensayos para la certificación de Eficiencia Energética en Acondicionadores de Aire

Para el desarrollo de este ítem se revisó la Norma Paraguaya NP 51 002 14 EFICIENCIA ENERGETICA. Etiquetado de Eficiencia Energética para Acondicionadores de Aire. En dicha norma se establece la metodología para la determinación de la categoría de eficiencia energética de los acondicionadores de aire sin conductos del tipo compacto o dividido con una sola unidad interior, los métodos de ensayo y las características de la etiqueta de eficiencia energética.

En el capítulo 9 de la NP 51 002 14 se detallan los métodos de ensayo a ser utilizados para la obtención de los parámetros necesarios, en el mencionado capítulo se logra identificar los siguientes ensayos.

6.1.2.1. Evaluación de Características Energéticas

Para evaluar las características energéticas requeridas por esta norma se debe aplicar el método de ensayo del calorímetro establecido en la ISO 5151 [2].

Para los equipos móviles o portátiles se debe aplicar el método establecido en la Norma UNE-EN 14511-3 [2].

6.1.2.2. Emisión de Ruidos

En el capítulo 8 de la NP 51 002 14 se especifica la evaluación de emisión de ruido, en la misma se menciona que dicha evaluación se encuentra en actualmente en estudio esperando obtener los antecedentes necesarios para la especificación de la misma.

6.1.2.3. Factor de Potencia.

Para la evaluación de Factor de Potencia se debe aplicar lo establecido en el capítulo 7 de la NP 51 002 14 [2].

Se aclara la necesidad de hacer una revisión de la norma ISO 5151 y la norma UNE-EN 14511-3, porque las mismas se encuentran citadas en la Norma Paraguaya NP 51 002 14, como normas que especifican el método de ensayo para la evaluación de características energéticas para los casos correspondientes.

Actualmente la versión vigente de la norma ISO 5151, la cual fue adquirida para su revisión es la norma INTE/ISO 5151:2018 Eficiencia Energética. Acondicionadores de aire y bombas de calor sin ductos – Ensayos y calificación para el rendimiento que es una norma idéntica en español de la norma internacional ISO 5151:2017 “Non-ducted air conditioners and heat pumps – Testing and rating for performance”. La norma UNE-EN 14511-3 2019 “Acondicionadores de aire, enfriadoras de líquido y bombas de calor para la calefacción y la refrigeración de locales y enfriadoras de proceso con compresores accionados eléctricamente. Parte 3: Métodos de Ensayos” que es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 14511-3:2018.

Los métodos de ensayo mencionados en la norma INTE/ISO 5151:2018 son los siguientes:

- Ensayos de enfriamiento
- Ensayos de calefacción
- Ensayo General requisitos de cuarto

- Medición de Flujo de Aire
- Método de Ensayo Calorímetro
- Método de Ensayo de la Entalpia del aire interior
- Método de Ensayo Entalpia refrigerante
- Método de Ensayo de la Entalpia del aire exterior
- Método de Ensayo confirmatoria calorímetro interiores
- Método de Ensayo confirmatoria del calorímetro al exterior
- Método de Ensayo confirmatoria del calorímetro de tipo equilibrado
- Mediciones de Condensado de enfriamiento

Los métodos de ensayo mencionados en la norma UNE-EN 14511-3 2019 son los siguientes:

- Ensayo para la determinación de las potencias
- Consumos eléctricos en equipos de conducto único y doble conducto
- Ensayo de recuperación de calor en equipos multisplit condensados por aire
- Método de Ensayo Calorímetro
- Método de Ensayo de Entalpia del aire interior
- Ensayo a potencia reducida del sistema
- Ensayos de equipo individual
- Determinación de la eficiencia de la bomba de líquido
- Medición del caudal de aire

Se aclara que, para avanzar con el desarrollo de la investigación, se toma como hilo conductor la norma paraguaya vigente la NP 51 002 14 por lo que los parámetros a ser evaluados y los métodos de ensayo establecidos para los mismos serán los especificados en la misma y mencionadas anteriormente a excepción de la evaluación de emisión de ruido ya que la misma está en estudio y por ende no es una exigencia actual para la certificación de eficiencia energética para acondicionadores de aire.

6.2. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

6.2.1. Equipos de uso común

6.2.1.1. Data Logger

Especificación técnica:

- Modelo: RCW-360P-THDE
- Tipo de Sensor: External:SHT31
- Canal: External – dual T & dual H
- Rango de Medición de Temperatura: -40°C ~ 80°C
- Rango de Medición de Humedad: 0%RH ~ 100%RH
- Exactitud de Medición de Temperatura: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Exactitud de Medición de Humedad: $\pm 5\%RH$

6.2.1.2. Deshumificador

Especificación técnica:

- Modelo: CLSM-06T
- Especificación: 6Liter/hour
- Método de humidificación: descarga de neblina
- Tipo: Película húmeda
- Capacidad de Producción: 5000/Month

6.2.1.3. Recolectores de datos Wireless

Especificación técnica:

- Modelo: Starrett Datasure N°1500
- Tamaño: 150x87x25mm
- Compatible con cualquier laptop, Tablet o PC
- Red en malla sin cables
- Alcance: hasta 900 de distancia (con enrutador)
- Transmisión: A través de ondas de radio de 916MHz.

6.2.2. Equipos para los ensayos en aparatos de refrigeración autocontenidos

6.2.2.1. Cilindro de cobre recubierto de estaño o latón

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

Descripción de su utilización: Se utilizan para tres situaciones particulares

- Tres se utilizan para la medición de la temperatura ambiente en el ensayo de consumo de energía. 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.
- Tres se usan para la medición de tres temperaturas, en el ensayo de consumo de energía, del compartimiento de alimentos frescos concorde las indicaciones.
- Tres se utilizan para la medición de tres temperaturas, en el ensayo de consumo de energía, del compartimiento de bodega.

6.2.2.2. 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 el ensayo de consumo energético. Su función principal es actuar como plan de carga en los compartimientos congelador de alimentos y el compartimiento de almacenamiento de alimentos congelados. Se deben cargar apilados hasta una distancia mayor a 10mm. pero menor a 35mm a una parte superior interna del refrigerador en donde se forma la pila. Además, la distancia entre las pilas tiene que ser mayor o igual a 15mm.

Consideraciones: Primero el compartimiento 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 ensayo deben conformar el plan de carga de los compartimientos de alimentos congelados, considerando su mayor espacio en referencia a las mayores dimensiones de los refrigeradores disponibles a nivel nacional.

6.2.2.3. Paquetes M

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

Descripción de su utilización: Se utilizan en el ensayo de consumo de energía, en tres situaciones.

- a) Para el ensayo de un refrigerador-congelador, son los encargados de mediar la temperatura en los compartimientos de alimentos frescos y compartimiento bodega. En cada compartimiento se especifican tres puntos de medición, por lo tanto, se necesitan 6 paquetes M.
- b) En el ensayo de consumo de energía se necesitan para cargar el compartimiento frío, si es que se tiene un máximo volumen (mayor a 80l) se necesitan 10 paquetes M.
- c) Los paquetes M se deben disponer en los compartimientos 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.

6.2.2.4. Sondos de temperatura

Especificación técnica: Longitud 3m. Rango de temperaturas de – 18°C hasta 43°C.

Descripción de su utilización: Se utilizan en el ensayo de consumo de energía, 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 compartimiento de alimentos frescos, en donde la temperatura puede variar entre 0°C a 8°C. Para el compartimiento bodega la temperatura va desde 8°C hasta 14°C. Se necesitan tres sondas para cada compartimiento en total 6 con un rango de 0°C y 14°C.
- c) Para los compartimientos 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 compartimiento 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.

6.2.2.5. Sistema de adquisición de datos

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

Descripción de su utilización: Se utilizan para el ensayo de consumo de energía para el registro y almacenamiento de temperaturas.

6.2.2.6. Medidores de distancias lineales

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

Descripción de su utilización: Se utiliza en el ensayo de consumo de energía para definir la colocación de los cilindros de cobre o latón.

6.2.2.7. Medidor de Potencia

Especificación técnica:

- Medición de Potencia real

Rango de medición: 1W – 6 kW

Precisión: $\pm 1,5$ %

- Factor de Potencia

Rango de medición: 0,00 – 1,00

Precisión: $\pm 1,5$ %

- Contador de Energía:

Rango de medición: 0,001Wh – 9999kWh

Precisión: $\pm 1,5$ %

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

6.2.2.8. Multímetro

Especificación técnica:

Impedancia de entrada: $>10M\Omega$

Protección contra sobrecarga: 1000 V

Indicación: True RMS en un rango de 10 ... 100 % del rango correspondiente

Interfaz: USB

Alimentación: 100-240V, ajustable

Condiciones ambientales: $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $<75\%$ H.r.

Dimensiones: 310 x 240 x 120 mm

Descripción de su utilización: Se utiliza en los ensayos de consumo de energía y factor de potencia para la medición de la tensión de la energía eléctrica suministrada.

6.2.2.9. Estabilizador de Voltaje

Especificación técnica: Estabilizador de voltaje con servomotor

Potencia (VA): 10000

Tensión de Entrada (V): 150 - 250

Tensión de Salida (V): 200V - 240V

Precisión: $\pm 0,4\%$

Temperatura de funcionamiento: 25°C

Humedad relativa: <96%

Dimensiones (cm): 27 x 55 x 37

Descripción de su utilización: Se utiliza para cumplir con el requisito de 1% la diferencia de tensión con la nominal.

6.2.3. Equipos para los ensayos en acondicionadores de aire

6.2.3.1. Laboratorio de Calorímetro Room-Type ambiente equilibrado.

Especificación:

- Exactitud: (0,5)
- Alimentación: 380V AC 50 Hz
- Potencia: 200kVA
- Capacidad de producción: 100 sets por año

6.3. GUÍA DE PROCEDIMIENTOS

6.3.1. Procedimientos para aparatos de refrigeración autocontenidos

6.3.1.1. Registro de datos nominales proporcionados por el fabricante

Se registrarán los siguientes datos proporcionados por el fabricante;

- Marca
- Modelo
- Dimensiones
- Peso total
- Tensión nominal
- Frecuencia nominal

6.3.1.2. Clasificación del aparato y los compartimientos que contiene

6.3.1.2.1. De acuerdo al sistema de refrigeración

En esta primera clasificación se identificarán el tipo de compresión y el tipo de absorción

6.3.1.2.2. De acuerdo al dispositivo de control

En esta clasificación se podrán clasificar en “Tipo I” en el caso de que el aparato tenga aun único dispositivo de control de temperatura y, en “Tipo II” cuando el equipo tiene medios ajustables por el usuario para la regulación por separado de las temperaturas de los compartimientos.

6.3.1.2.3. De acuerdo a la clase climática de funcionamiento

Los aparatos pueden ser SN (de 10°C a 32°C), N (de 16°C a 32°C), ST (de 16°C a 38°C) y T (de 16°C a 43°C).

6.3.1.2.4. Compartimientos que contiene

Se identificarán la cantidad de compartimientos que contiene y el tipo de los mismos.

6.3.1.3. Realización de los ensayos

6.3.1.3.1. Medición de las dimensiones lineales y volúmenes

- Realizar las mediciones de las dimensiones necesarias; profundidad, anchura y altura. Primeramente, con la puerta cerrada y luego efectuar las mismas mediciones con la puerta abierta considerando la manija de la misma.
- Medir el volumen bruto del compartimiento refrigerador.
- Medir el volumen bruto del compartimiento congelador.

Obs.: Para la determinación del volumen bruto se descompone el volumen total en volúmenes de formas geométricas sencillas de determinar.

- Considerar el volumen de cada pieza o parte interior de cada compartimiento.

- Obtener los valores del volumen útil de cada compartimiento en estudio de la diferencia entre el volumen bruto del compartimiento y la sumatoria de los volúmenes de las partes interiores del mismo.

Obs.: Los volúmenes calculados se deben expresar en el número entero más próximo de centímetros cúbicos o de litros.

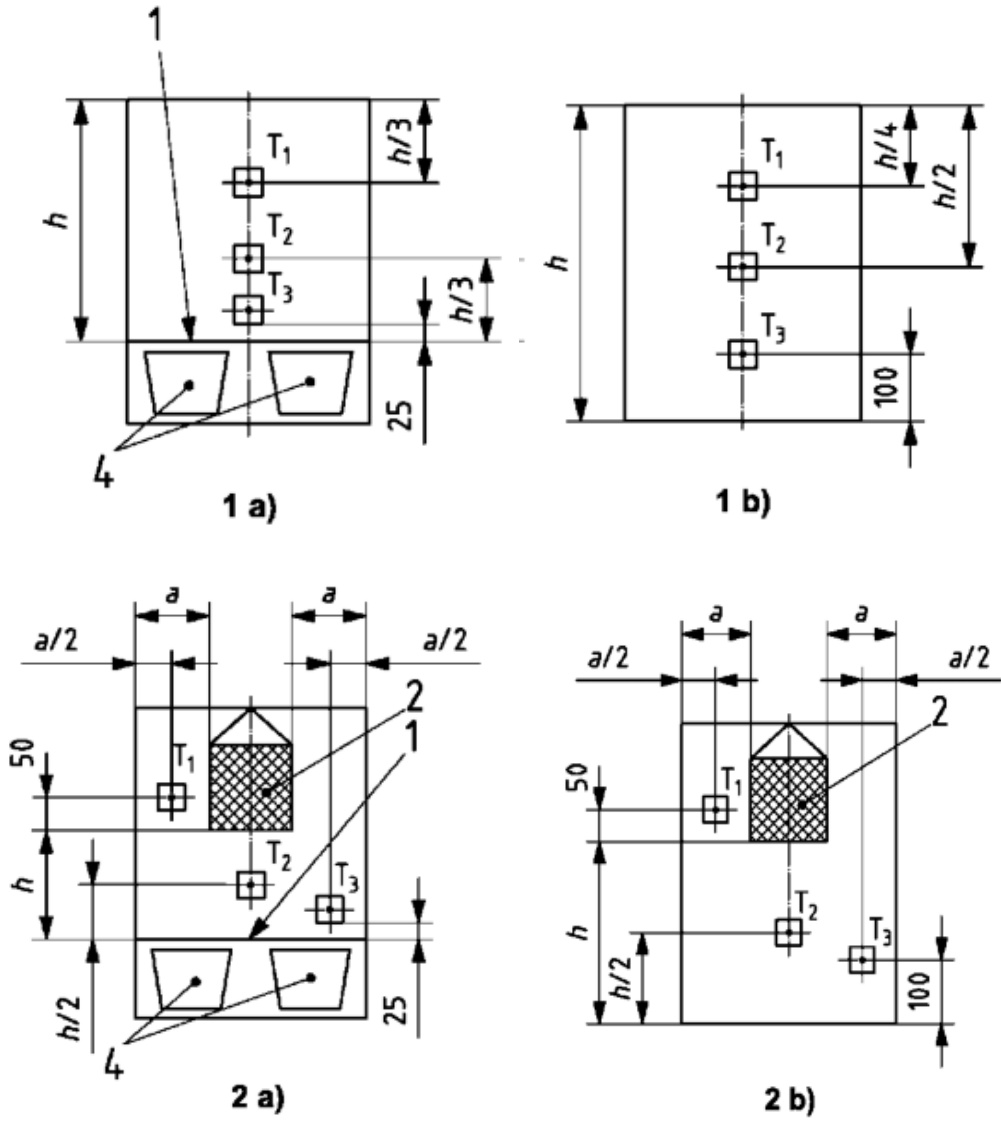
6.3.1.3.2. Medición de consumo

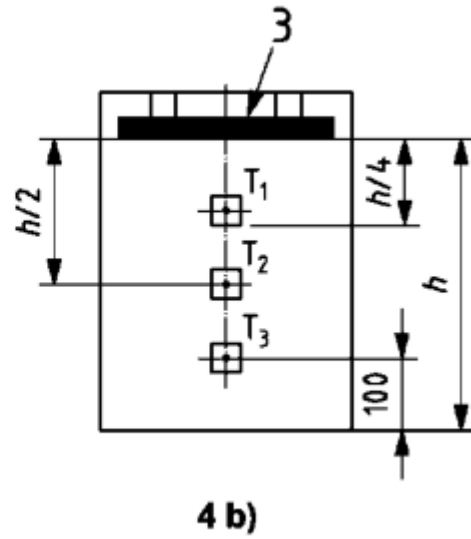
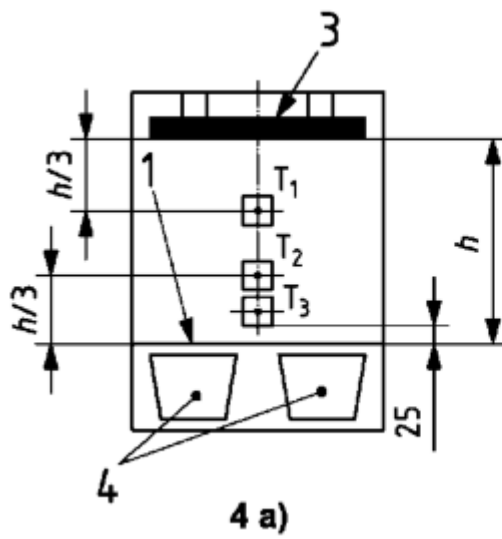
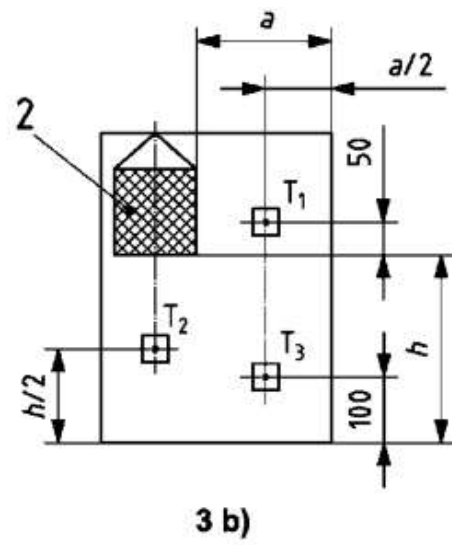
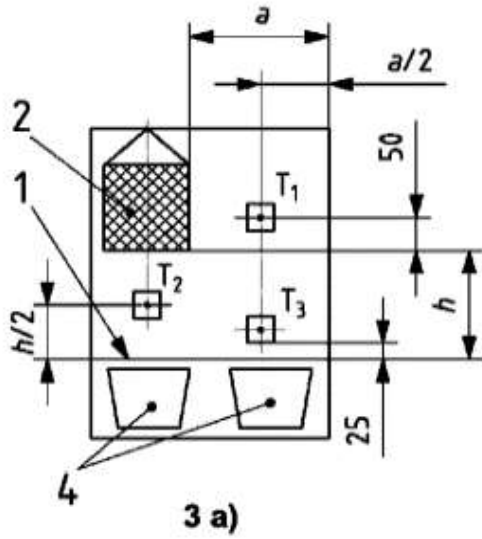
- Colocar el aparato a ser ensayado en la respectiva zona de ensayo y montar en la plataforma de ensayo.
- Considerar los valores de temperaturas estándar de los compartimientos del aparato según la siguiente tabla.

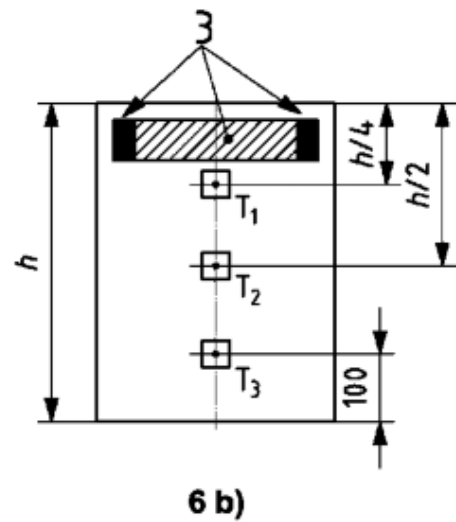
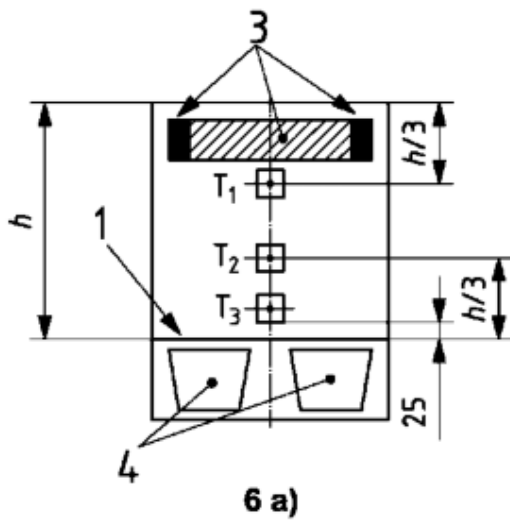
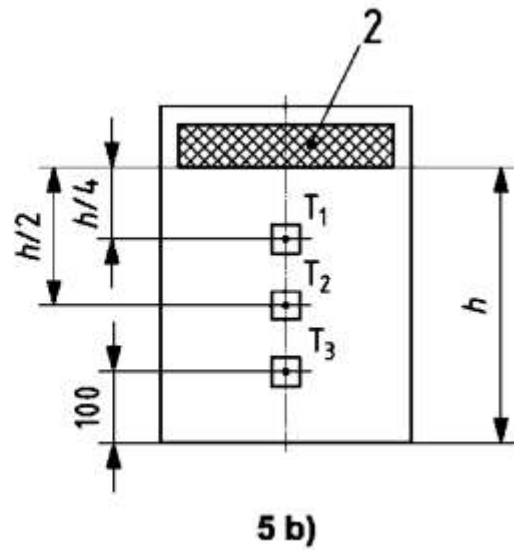
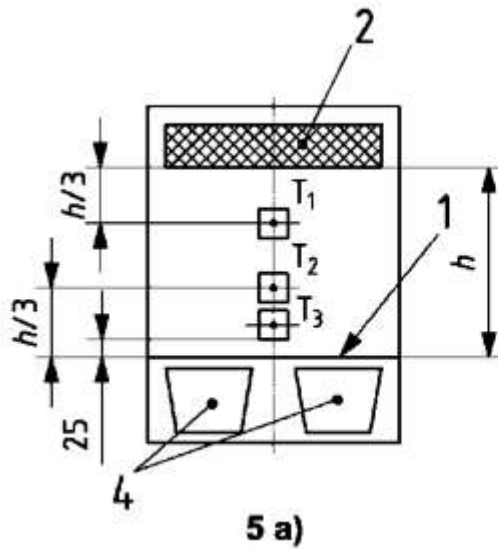
Tipo de compartimiento	Símbolos	Temperaturas
Compartimento de conservación de alimentos frescos.	t_{im}	$0^{\circ}C \leq t_{im} \leq 8^{\circ}C$
Compartimento congelador de alimentos (cuatro estrellas) y de tres estrellas.	t^{***}	$t^{***} \leq -18^{\circ}C$
Compartimento/sección de dos estrellas	t^{**}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

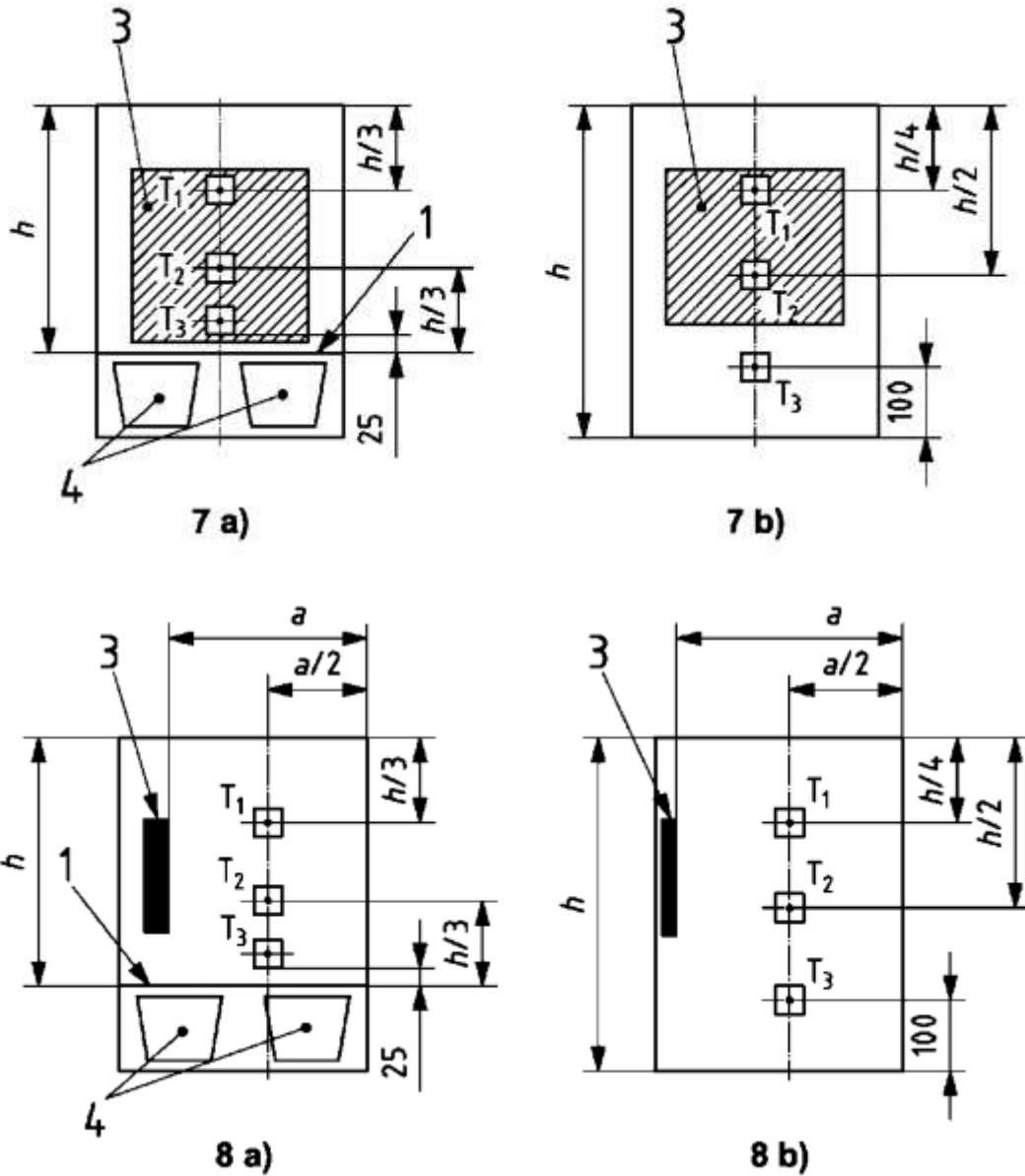
Tabla 6.1: Medición de consumo

- Poner en funcionamiento el equipo en vacío por un periodo de 24 (veinticuatro) horas.
- Preparar los cilindros de cobre con sus respectivas sondas de temperaturas.
- Se procede a colocar dos cilindros de cobre a los costados del refrigerador, específicamente a 350 mm de la pared del refrigerador. La altura de colocación y la distancia de profundidad deben coincidir con la mitad de las dimensiones del aparato de refrigeración.
- Colocar 3 (tres) cilindros de cobre en el compartimento bodega y en el compartimento de almacenamiento de alimentos frescos.



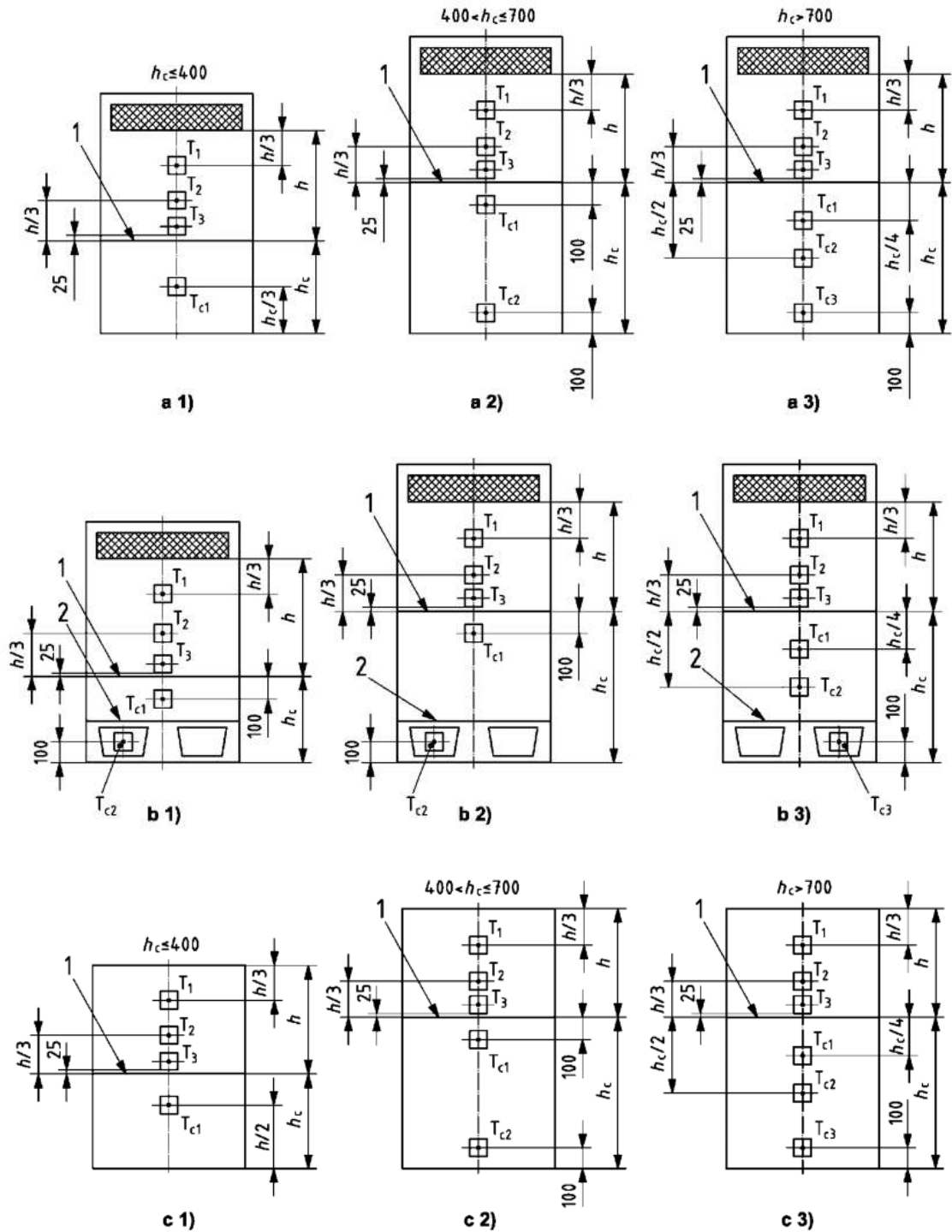






Leyenda:

- 1) Estante por encima del recipiente de verduras en la posición más baja posible.
- 2) Evaporador de caja.
- 3) Evaporador plano.
- 4) Contenedor de verduras.

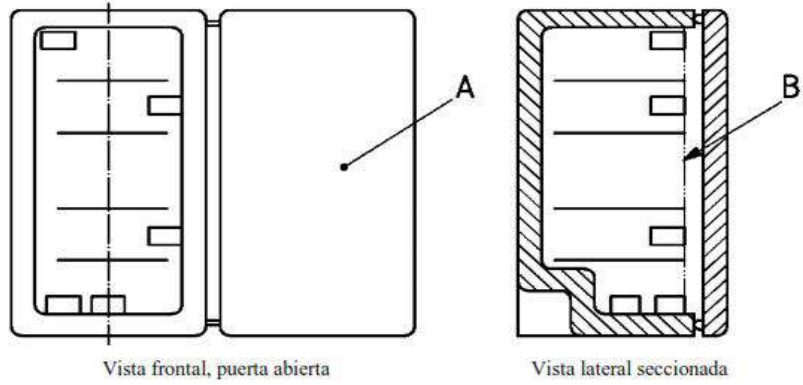


T3 debe estar 25 mm por encima del separador del compartimiento bodega

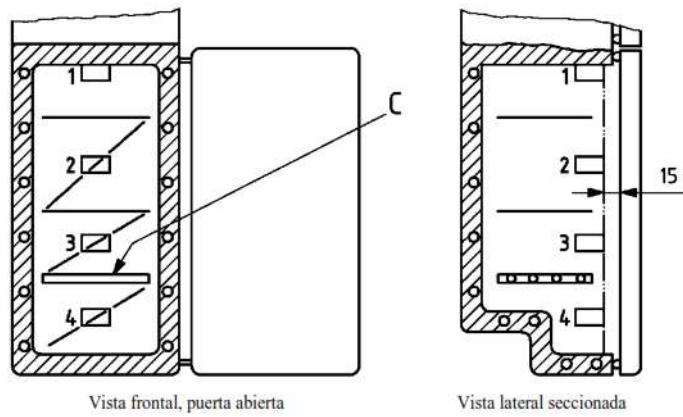
Leyenda

1) Separador del compartimiento bodega.

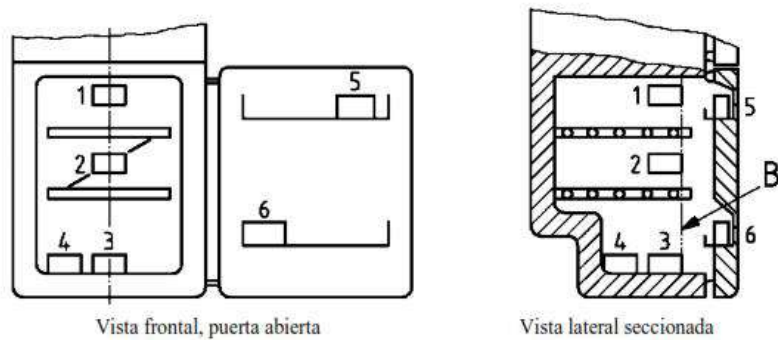
- 2) Estante por encima del recipiente de verduras en su posición más baja posible.
- Cargar con paquetes de ensayo los compartimientos congeladores y con paquetes M dispuestos en las siguientes posiciones según el equipo de refrigeración a ensayar.



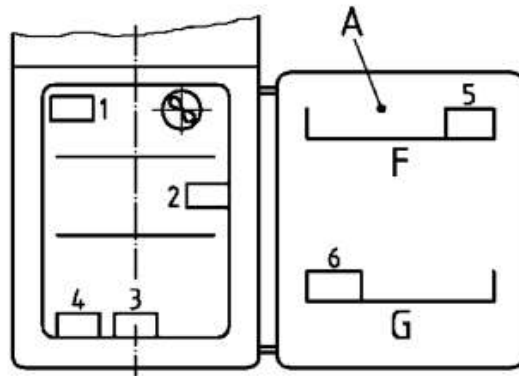
a) Congelador o armario de tres estrellas – Sin almacenamiento en puerta, con n estantes, con línea límite de carga marcada



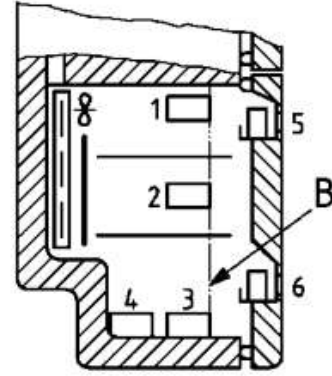
b) Congelador de alimentos o compartimento de conservación de alimentos congelados – Sin paredes no ventiladas, refrigeradas y fondo; sin almacenamiento en puerta; con n estantes; con límite de carga natural



c) Compartimento congelador de alimentos o compartimento de conservación de alimentos congelados – Sin evaporador visible; sin almacenamiento en puerta; con n estantes refrigerados; con línea límite de carga marcada

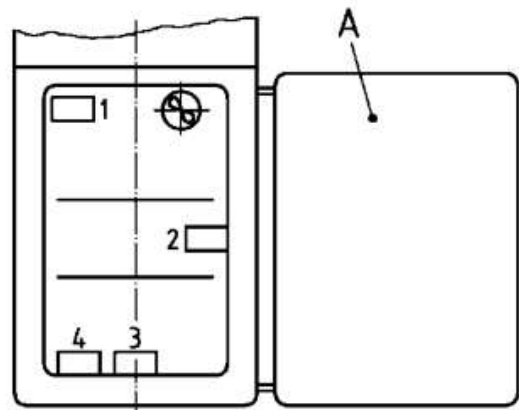


Vista frontal, puerta abierta

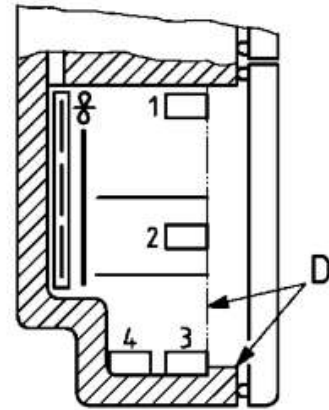


Vista lateral seccionada

- d) Compartimento congelador de alimentos o compartimento de conservación de alimentos congelados – Con almacenamiento en puerta; *n* estantes refrigerados; y línea límite de carga marcada

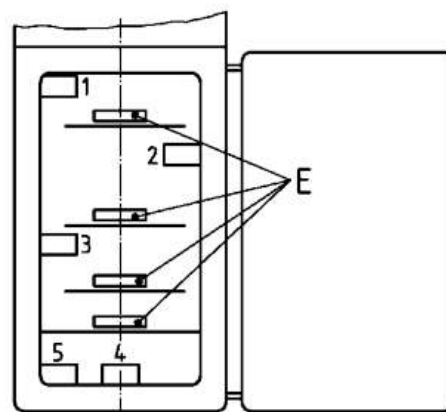


Vista frontal, puerta abierta

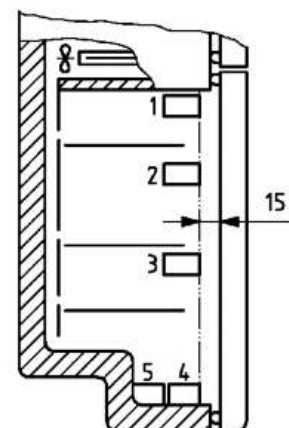


Vista lateral seccionada

- e) Compartimento congelador de alimentos o compartimento de conservación de alimentos congelados – Con almacenamiento en puerta; *n* estantes; y límite de carga natural



Vista frontal, puerta abierta



Vista lateral seccionada

- f) Compartimento conservador de alimentos – Con almacenamiento en puerta; sin ninguna línea de límite de carga marcada o límite de carga natural

- Conectar el sistema de adquisición de datos con las sondas de temperaturas.
- Poner en funcionamiento el aparato de refrigeración por 24 horas cargado, parar el ensayo en un ciclo de funcionamiento o en un máximo de 48 horas. Para refrigeradores-congeladores este ciclo puede extenderse hasta 72 horas.
- Definir las temperaturas de referencia para los compartimientos ensayados.
- Cuando las temperaturas de todos los compartimientos se encuentran dentro del rango estándar se toma la lectura del vatímetro.
- Para tener una proyección al día, dicha lectura se debe multiplicar por 24 horas.

Condiciones de ensayo

Temperatura a 32°C, independientemente de su clase climática. Humedad relativa no mayor a 75%.

6.3.1.3.3. Medición de factor de potencia

Se prepara al equipo como el ensayo de consumo de energía.

Se toma lectura del cosenofímetro.

6.3.1.4. Registro de los resultados

Los resultados serán registrados en una planilla física o digital que debe contener los siguientes datos:

- Modelo
- Marca
- Clasificación de acuerdo al sistema de refrigeración.
- Clasificación de acuerdo al dispositivo de control.
- Clasificación de acuerdo a la clase climática.
- Compartimientos que contiene.
- Volumen bruto del compartimiento refrigerador.

- Volumen bruto del compartimiento congelador.
- Volumen útil del compartimiento refrigerador “Vr”.
- Volumen útil del compartimiento congelador “Vc”.
- Consumo de energía en kWhr.
- Factor de Potencia.

6.3.1.5. Análisis de los criterios de Aprobación

6.3.1.5.1. Determinación del Índice de Eficiencia Energética

6.3.1.5.1.1. Determinar la categoría del aparato

Se determinarán las categorías de los aparatos según la Tabla 6.2.

Clasificación según diseño del producto	Tipo de artefacto	Alcance
1	Frigobar	UNE-EN ISO 62552
2	Refrigerador	
3	Refrigerador “frost-free”	
4	Combinado	
5	Combinado “frost-free”	
6	“Side by side”	
7	Congelador horizontal	
8	Congelador vertical	
9	Congelador vertical “frost-free”	

Tabla 6.2: Categoría de aparatos

El criterio adoptado para el establecimiento de esas categorías se basó en el alcance de la norma aplicable (UNE- EN ISO 62552).

6.3.1.5.1.2. Calcular el Volumen Ajustado “AV”

$$AV = V_r + \sum (f * V_c)$$

- Se define el número de estrellas mediante la Tabla 6.3.

Temperatura más elevada obtenida en el compartimiento congelador o en su sección (Tc)	Temperatura nominal de clasificación (°C)	Número de estrellas

$-12^{\circ}\text{C} < T_c \leq -6^{\circ}\text{C}$	-6	1 (✕)
$-18^{\circ}\text{C} < T_c \leq -12^{\circ}\text{C}$	-12	2 (✕ ✕)
$T_c \leq -18^{\circ}\text{C}$	-18	3 (✕ ✕ ✕) ✕ (✕ ✕ ✕)

Tabla 6.3: Definición de número de estrellas

- Se define el valor de V_r (Volumen útil del compartimiento refrigerador en litros) previamente medido.
- Se define el valor de V_c (Volumen útil del compartimiento congelador o de su sección) previamente medido.
- Se determina el valor de f mediante la Tabla 6.4.

Compartimiento	f
1 (✕)	1,41
2 (✕ ✕)	1,63
3 (✕ ✕ ✕) / ✕ (✕ ✕ ✕)	1,85

Tabla 6.4: Valor de f

6.3.1.5.1.3. Definir el Índice de Eficiencia Energética

- Calcular el valor de C_p (Consumo estándar)

$$C_p = a * AV + b$$

Los valores de las constantes “a” y “b” se definen en la Tabla 6.5.

Categoría	a	b
Refrigerador	0,0346	19,117
Refrigerador “frost-free”	0,0317	33,24
Combinado	0,0916	17,083
Combinado “frost-free”	0,1059	7,4862
Congelador vertical	0,0211	39,228
Congelador vertical “frost-free”	0,0178	58,712
Congelador horizontal	0,0758	13,095
Frigobar	0,0346	19,117
“Side by side”	0,1059	7,4862

Tabla 6.5: Valores constantes “a” y “b”

- Calcular el valor de I (IEE)

$$I = \frac{C}{C_p}$$

C: Consumo declarado

6.3.1.5.1.4. Definir la clase

Se define mediante la Tabla 6.6 utilizando el parámetro I.

Clase	Índice mínimo de eficiencia energética
A	$I \leq 0,869$
B	$0,869 < I \leq 0,949$
C	$0,949 < I \leq 1,020$
D	$1,020 < I \leq 1,097$
E	$1,097 < I \leq 1,179$

Tabla 6.6: Definición de la clase

6.3.1.6. Evaluar los criterios de Aprobación

Para que los índices de eficiencia energética declarados en la etiqueta sean considerados como válidos se debe cumplir con el siguiente criterio.

$I_{\text{medido}} + \text{incertidumbre} < I_{\text{límite}}$ con la clase inferior declarada

Los valores de I medido e incertidumbre serán expresados en porcentaje.

El factor de potencia debe ser $\cos(\varphi) \geq 0,92$. En caso de no alcanzar el valor se clasificará al equipo en una clase inferior.

Si el artefacto con cumple con las condiciones anteriores, entonces se considerará que no está conforme con los declarado en su etiqueta energética.

6.3.2. Procedimientos para acondicionadores de aire

6.3.2.1. Registro de datos nominales proporcionados por el fabricante

Se registrarán los siguientes datos proporcionados por el fabricante;

- Marca
- Modelo
- Tensión nominal
- Frecuencia nominal

6.3.2.2. Clasificación

6.3.2.2.1. Según su tipo

- Sin ductos de tipo compacto
- Sin ductos de tipo dividido
- Móvil

6.3.2.2.2. Según su modo de operación

- Solo refrigeración
- Refrigeración/calefacción

6.3.2.3. Realización de Ensayos

- Colocar el equipo a ensayar en el compartimiento del calorímetro indicado.
- Ajustar las temperaturas a las condiciones normalizadas para climas moderados.
- Se pone en funcionamiento el equipo a ensayar.
- Medición del lado interior del calorímetro.
- Medición del lado exterior del calorímetro.
- Lectura de las potencias caloríficas.
- Lectura del cosenofímetro.

6.3.2.4. Registro de resultados

Los resultados serán registrados en una planilla física o digital que debe contener los siguientes datos:

- Marca
- Modelo
- Tensión nominal
- Frecuencia nominal

- Tipo
- Modo de operación
- Intensidad total
- Potencia absorbida total, P_T
- Potencia absorbida efectiva, P_E
- Temperatura de entrada, bulbo seco
- Temperatura de entrada, bulbo húmedo
- Caudal
- Potencia suministrada al calorímetro
- Potencia extraída del calorímetro
- Temperatura ambiente alrededor del calorímetro
- Temperatura del agua de entrada al humidificador
- Temperatura de condensado
- Potencia calorífica (P_H)
- Potencia frigorífica total (P_C)
- Potencia frigorífica latente (P_L)
- Potencia frigorífica sensible (P_S)
- IEE
- COP

6.3.2.5. Análisis de criterios de aprobación

6.3.2.5.1. Determinación de las Clases de eficiencia energética

6.3.2.5.1.1. Modo Refrigeración

En el modo refrigeración se analiza a partir del Índice de Eficiencia Energética IEE.

Acondicionadores de aire tipo dividido (una unidad interior y otra exterior)	
Clase de eficiencia energética	Condición
A	$3,20 < IEE$

B	$3,20 \geq IEE > 3,00$
C	$3,00 \geq IEE > 2,80$
D	$2,80 \geq IEE > 2,60$
E	$2,60 \geq IEE > 2,40$
F	$2,40 \geq IEE > 2,20$
G	$2,20 \geq IEE$

Tabla 6.7: Clase de eficiencia energética según IEE

6.4. DISEÑO DEL LABORATORIO

6.4.1. Diseño Arquitectónico

Las instalaciones del laboratorio están comprendidas por un edificio, el cual es diseñado de acuerdo a los requerimientos técnicos del laboratorio, cabe mencionar que, para la acreditación del laboratorio no existe ninguna exigencia con respecto al diseño o características civiles, no obstante, se siguió algunas instrucciones de acuerdo a los criterios generales de diseño de laboratorios, mencionados en el capítulo 4 de este proyecto.

El edificio cuenta con 316 metros cuadrados de superficie, comprendido esencialmente por una gran área de ensayos, la cual incluye al laboratorio tipo calorímetro "Room-Type" con todos sus elementos, un espacio para la realización de los ensayos a los aparatos de refrigeración autocontenidos y un espacio común del área de ensayos denominada "sala de control" para el registro de datos y análisis de los mismos. Por otro lado, en el laboratorio podemos encontrar también un área ejecutiva, con una recepción, una oficina, una sala de reuniones y sanitarios.

6.4.2. Diseño de las Instalaciones Eléctricas

Para el diseño de las instalaciones eléctricas del laboratorio se tienen en cuenta esencialmente dos normativas, el "Reglamento de Baja Tensión de la ANDE" y la Norma Paraguaya NP 2 028 96 Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión.

El laboratorio tiene una potencia instalada de 233,16kVA, las cuales serán alimentadas desde un transformador trifásico 23kV-380V de 300kVA de potencia, de tipo pedestal, que estará ubicado frente a la entrada principal como se detalla en el plano eléctrico.

Para la realización de los ensayos se necesita una tensión constante, con un rango de variación del 1%, para lograr dichos niveles de estabilidad de tensión se utilizarán estabilizadores de tensión que serán instalados específicamente en los circuitos en los cuales serán necesarios.

6.4.2.1. Cargas de la instalación eléctrica

La carga principal del laboratorio es el Laboratorio Calorímetro Room-Type, la cual tiene una potencia de 200kVA alimentada con una tensión trifásica de 380V.

Como la regulación de la temperatura es fundamental en los ambientes del laboratorio, los acondicionadores de aire forman una gran parte de la instalación, los mismos fueron dimensionados de acuerdo al área a ser acondicionada. En total tenemos 7 aparatos acondicionadores de aire, tres de los aparatos de aires acondicionados son de 36000 BTU cada uno, los cuales tienen una potencia eléctrica de 5,3kVA, otro aparato de 24000 BTU y 3,53kVA, dos aparatos de 12000 BTU y de 1,8kVA y por último un acondicionador de aire de 9000BTU y 1,33kVA.

Para la climatización del cubículo se utiliza un calefactor que cumple con los requerimientos necesarios, dicho calefactor tiene una potencia de 2,3kVA.

Las instalaciones también cuentan con 40 lámparas computadas con potencia de 50 VA cada uno totalizando 2000 VA.

Por último, tenemos 25 tomas de corrientes de las cuales 21 son de 100 VA y 4 especiales de 600 VA.

6.4.2.2. Distribución de las cargas

Para una correcta distribución de las cargas se divide la instalación eléctrica en 14 circuitos, 13 circuitos monofásicos y uno trifásico. Dicha distribución se detalla en el siguiente cuadro.

CUADRO DE CARGAS							
Circuito	Cantidad	Artefacto	Potencia Unit en VA	Potencia Total en VA	Fase R	Fase S	Fase T
#1	1	Acondicionador de Aire 36000BTU	5300	5300	x		
#2	1	Acondicionador de Aire 36000BTU	5300	5300		x	
#3	1	Acondicionador de Aire 36000BTU	5300	5300			x
#4	1	Acondicionador de Aire 24000BTU	3530	3530	x		
#5	1	Acondicionador de Aire 12000BTU	1800	1800		x	
#6	1	Acondicionador de Aire 12000BTU	1800	1800			x
#7	1	Acondicionador de Aire 9000BTU	1330	1330			x
#8	1	Calefactor	2300	2300		x	
#9	40	Lámparas	50	2000	x		
#10	18	Tomas de Corriente	100	1800		x	
#11	3	Tomas de Corriente	100	300			x
#12	2	Tomas de Corriente especiales	600	1200			x
#13	2	Tomas de Corriente especiales	600	1200			x
Subtotal				33160	10830	11200	11130
#14	1	Laboratorio Calorimetro RoomType	200000	200000	x	x	x
TOTAL CARGA INSTALADA				233160			

Tabla 6.8: Distribución de las cargas

En la instalación encontramos un tablero general, un tablero principal y un tablero seccional que facilitan la correcta distribución de las cargas.

6.4.2.3. Dimensionamiento de conductores y protecciones

6.4.2.3.1. Dimensionamiento de alimentador y protección general

La potencia instalada total es de 233,16kVA por lo que se opta por un transformador de 300kVA, teniendo en cuenta este dato se procede a calcular la corriente total que consume la instalación.

$$I_T = \frac{S}{\sqrt{3} * V} = \frac{300000}{\sqrt{3} * 380}$$

$$I_T = 455,8 A$$

Se opta por un disyuntor termomagnético de 3x500A regulable (rango de ajuste 400A – 500A).

Por disponibilidad de los conductores en el mercado para estas cantidades de corriente, se opta por dividir cada fase en dos circuitos en paralelo, por lo que tenemos dos circuitos de 228A por cada fase.

Se opta por conductores de 185mm² de sección, que soportan una corriente nominal de 273A, por lo que los conductores tendrían la capacidad de conducir hasta 546A por fase.

$$I_T < I_P < I_n$$

$$455,8A < 500A < 546A$$

6.4.2.3.2. Dimensionamiento de protección principal

Para la protección principal se tendrán en cuenta todas las cargas, exceptuando el laboratorio calorímetro Room-Type, por tanto, la potencia será de 100kVA.

$$I_T = \frac{S}{\sqrt{3} * V} = \frac{100000}{\sqrt{3} * 380}$$

$$I_T = 152 A$$

Por lo que se opta por un disyuntor termomagnético de 3x160 A regulable.

$$I_C < I_P$$

$$152 A < 160A$$

6.4.2.3.3. Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #1, #2 y #3

Los circuitos #1, #2 y #3 tienen las mismas cargas, por lo que los cálculos se harán de forma unánime para los tres circuitos.

La potencia de estos circuitos es de 5300 VA.

$$I_C = \frac{S}{V} = \frac{5300}{220}$$

$$I_C = 24,1 A$$

Se opta por un disyuntor termomagnético de 25A y conductores de 6mm² que soportan una corriente nominal de 32A.

$$I_C < I_P < I_n$$

$$24,1A < 25A < 32A$$

6.4.2.3.4. Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #4

La potencia de este circuito es de 3530 VA.

$$I_C = \frac{S}{V} = \frac{3530}{220}$$

$$I_C = 16,05 A$$

Se opta por un disyuntor termomagnético de 20A y conductores de 4mm² que soportan una corriente nominal de 25A.

$$I_C < I_P < I_n$$

$$16,05A < 20A < 25A$$

6.4.2.3.5. Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #5 y #6

La potencia de estos circuitos es de 1800 VA.

$$I_C = \frac{S}{V} = \frac{1800}{220}$$

$$I_C = 8,18 A$$

Se opta por un disyuntor termomagnético de 10A y conductores de 2,5mm² que soportan una corriente nominal de 18A.

$$I_C < I_P < I_n$$

$$8,18A < 10A < 18A$$

6.4.2.3.6. Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #7

La potencia de este circuito es de 1330 VA.

$$I_C = \frac{S}{V} = \frac{1330}{220}$$

$$I_C = 6,05 A$$

Se opta por un disyuntor termomagnético de 10A y conductores de 2,5mm² que soportan una corriente nominal de 18A.

$$I_C < I_P < I_n$$

$$6,05A < 10A < 18A$$

6.4.2.3.7. Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #8

La potencia de este circuito es de 2300 VA.

$$I_C = \frac{S}{V} = \frac{2300}{220}$$

$$I_C = 10,45 A$$

Se opta por un disyuntor termomagnético de 16A y conductores de 2,5mm² que soportan una corriente nominal de 18A.

$$I_C < I_P < I_n$$

$$10,45A < 16A < 18A$$

6.4.2.3.8. Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #9

La potencia de este circuito es de 2000 VA.

$$I_C = \frac{S}{V} = \frac{2000}{220}$$

$$I_C = 9,1 A$$

Se opta por un disyuntor termomagnético de 10A y conductores de 2,5mm² que soportan una corriente nominal de 18A.

$$I_C < I_P < I_n$$

$$9,1A < 10A < 18A$$

6.4.2.3.9. Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #10

La potencia de este circuito es de 1800 VA.

$$I_C = \frac{S}{V} = \frac{1800}{220}$$

$$I_C = 8,18 A$$

Se opta por un disyuntor termomagnético de 10A y conductores de 2,5mm² que soportan una corriente nominal de 18A.

$$I_C < I_P < I_n$$

$$8,18A < 10A < 18A$$

6.4.2.3.10. Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #11

La potencia de este circuito es de 300 VA.

$$I_c = \frac{S}{V} = \frac{300}{220}$$

$$I_c = 1,36 A$$

Se opta por un disyuntor termomagnético de 10A y conductores de 2,5mm² que soportan una corriente nominal de 18A.

$$I_c < I_p < I_n$$

$$1,36A < 10A < 18A$$

6.4.2.3.11. Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #12 y #13

La potencia de estos circuitos es de 1200 VA.

$$I_c = \frac{S}{V} = \frac{1200}{220}$$

$$I_c = 5,45 A$$

Se opta por un disyuntor termomagnético de 10A y conductores de 2,5mm² que soportan una corriente nominal de 18A.

$$I_c < I_p < I_n$$

$$5,45A < 10A < 18A$$

6.4.2.3.12. Dimensionamiento de conductores y protección del circuito #14

En este circuito tenemos una potencia trifásica de 200kVA.

$$I_c = \frac{S}{\sqrt{3} * V} = \frac{200000}{\sqrt{3} * 380}$$

$$I_c = 303,87 A$$

Se opta por un disyuntor termomagnético de 3x400A regulable (rango de ajuste 320A – 400A).

Por disponibilidad de los conductores en el mercado para estas cantidades de corriente, se opta por dividir cada fase en dos circuitos en paralelo, por lo que tenemos dos circuitos de 152A por cada fase.

Se opta por conductores de 120mm² de sección, que soportan una corriente nominal de 208A, por lo que los conductores tendrían la capacidad de conducir hasta 416A por fase.

$$I_c < I_p < I_n$$

$$303,87A < 320A < 416A$$

6.4.2.4. Diagrama Unifilar

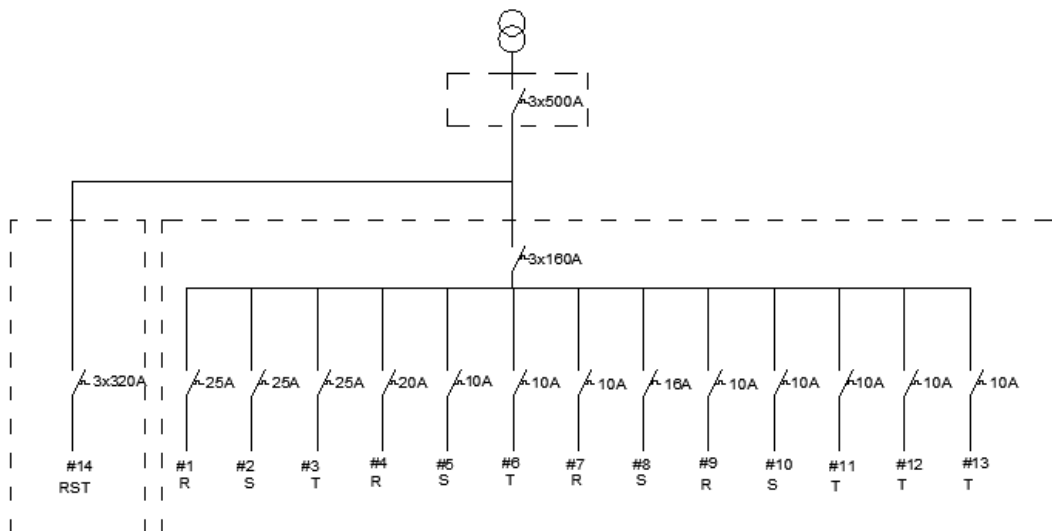


Figura 6.1: Diagrama unifilar

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente proyecto final de grado se ha desarrollado el diseño de un laboratorio de ensayos para la certificación de eficiencia energéticas en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire. Para la contextualización del proyecto, se ha tenido en cuenta las normas paraguayas vigentes que regulan los parámetros para las etiquetas de eficiencia energéticas, tanto en aparatos de refrigeración autocontenidos y en acondicionadores de aire.

A partir de las normas paraguayas mencionadas anteriormente se identificaron las normas nacionales y las normas internacionales referenciadas en las normas paraguayas que indican los ensayos a ser realizados, se identificó también la vigencia de las normas internacionales y en el caso de no estar vigentes se identificaron las normas vigentes que remplazaron las antes mencionadas.

Una vez identificados los ensayos a ser realizados se identificaron los equipamientos a ser utilizados en dichos ensayos y sus respectivas especificaciones técnicas.

Una vez seleccionados los ensayos a ser realizados y conociendo los equipamientos a ser utilizados en los ensayos, se ha elaborado una guía de procedimientos para la correcta realización de los ensayos.

Con todos los elementos necesarios para la realización de los ensayos se diseñó una propuesta de laboratorio, en la cual se detalló el diseño civil, así como también el diseño de las instalaciones eléctricas del laboratorio, teniendo en cuenta las características técnicas del mismo.

Teniendo en cuenta que, para poder expedir certificados de eficiencia energética, el laboratorio debe estar necesariamente acreditado por el ente regulador, en este caso el Organismo Nacional de Acreditación ONA, se identificó los requerimientos técnicos como y normativos para la acreditación del laboratorio de ensayos.

Finalmente se elaboró un análisis económico del proyecto, donde se detallan las listas de costos y se utilizan herramientas como flujo de caja proyectada, TIR, VPN y análisis de sensibilidad, los mismos arrojando resultados positivos que demuestran la viabilidad económica del proyecto.

VI. CONCLUSIONES

Al finalizar este trabajo, se obtiene como resultado el diseño de un laboratorio de ensayos para la certificación de eficiencia energética en aparatos de refrigeración autocontenidos y acondicionadores de aire. En el laboratorio diseñado se realizarían los siguientes ensayos, ensayo de consumo de energía en los aparatos de refrigeración autocontenidos y el ensayo de calorímetro para aparatos acondicionadores de aire, para este último se vio la necesidad de adquirir un laboratorio de calorímetro Room-Type, este último significando el ítem con mayor costo del proyecto.

Para la elección de los equipamientos a ser utilizados en el laboratorio se tuvieron en cuenta las especificaciones técnicas requeridas por las normas pertinentes. Se presenta también una guía de procedimientos para la correcta realización de los ensayos.

Al diseñar el laboratorio, teniendo en cuenta los equipamientos, las obras civiles, las instalaciones eléctricas necesarias y la acreditación del mismo, con una inversión de 722484,86 USD, se tiene como resultado un proyecto técnica y económicamente viable.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda investigar a profundidad los ensayos necesarios para la determinación de niveles óptimos de emisión de ruidos tanto en aparatos de refrigeración autocontenidos como en acondicionadores de aire, ya que dichos criterios están actualmente en falta en las normas paraguayas correspondientes por la necesidad misma de seguir investigando el tema.

Ya que actualmente existen normativas paraguayas vigentes para el etiquetado de eficiencia energética en aparatos eléctricos fijos de calentamiento de agua, en ventiladores de mesa, pared, pedestal y circulador de aire y ventiladores de techo de uso residencial, se recomienda analizar la posibilidad de diseñar laboratorio nuevos o equipar laboratorios existentes para la realización de los ensayos para determinar los niveles de eficiencia energética en los mencionados aparatos, ya que actualmente no existen laboratorios paraguayos acreditados por la ONA para la certificación de eficiencia energética en los antes mencionados.

VIII. APÉNDICE

APÉNDICE A: INGENIERIA DE DISEÑO

7.1. APÉNDICE A.1: PLANOS CIVILES DEL LABORATORIO

7.1.1. A.1.1. Planta equipada

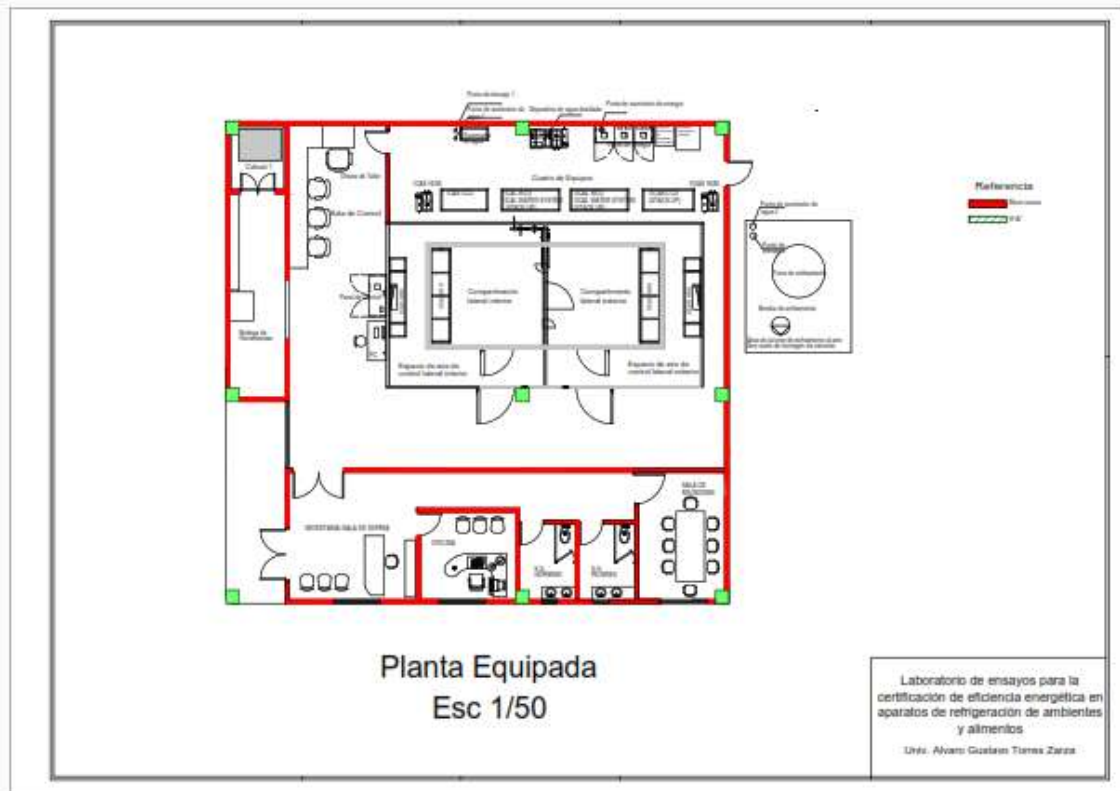


Figura 7.1: Plano planta equipada

7.1.2. A.1.2. Planta acotada

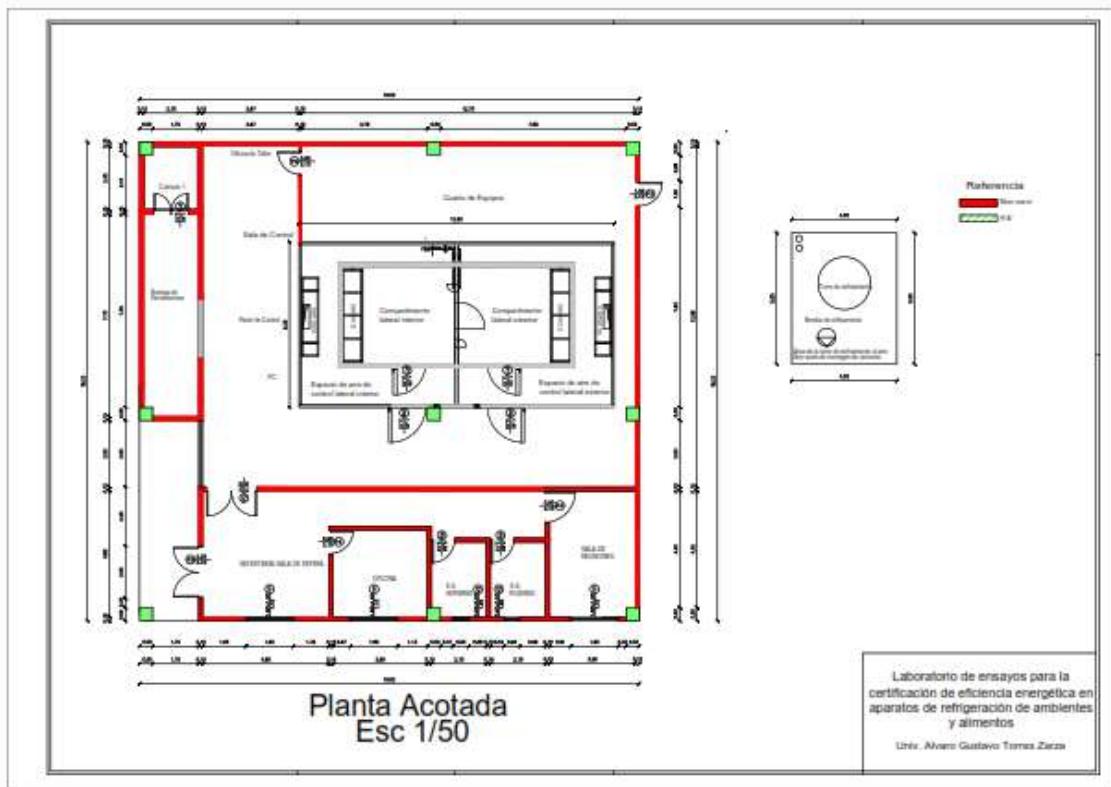


Figura 7.2: Plano planta acotada

7.1.3. A.1.3. Fachadas

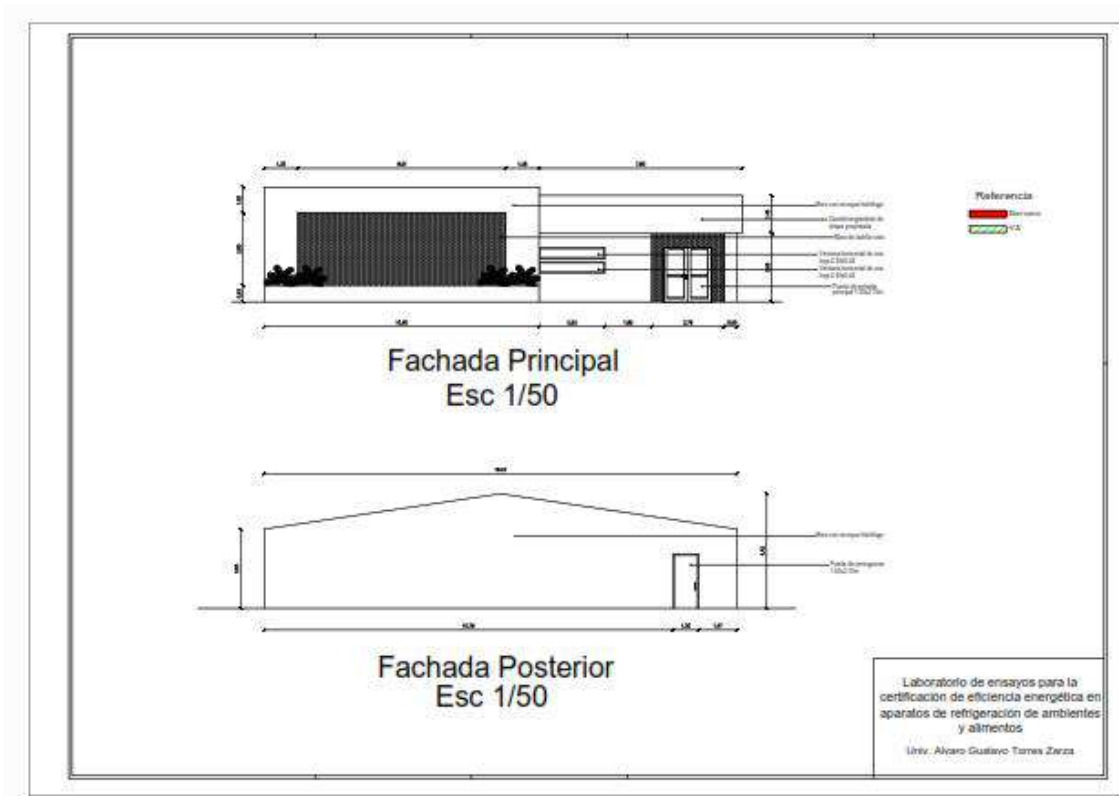


Figura 7.3: Fachada posterior

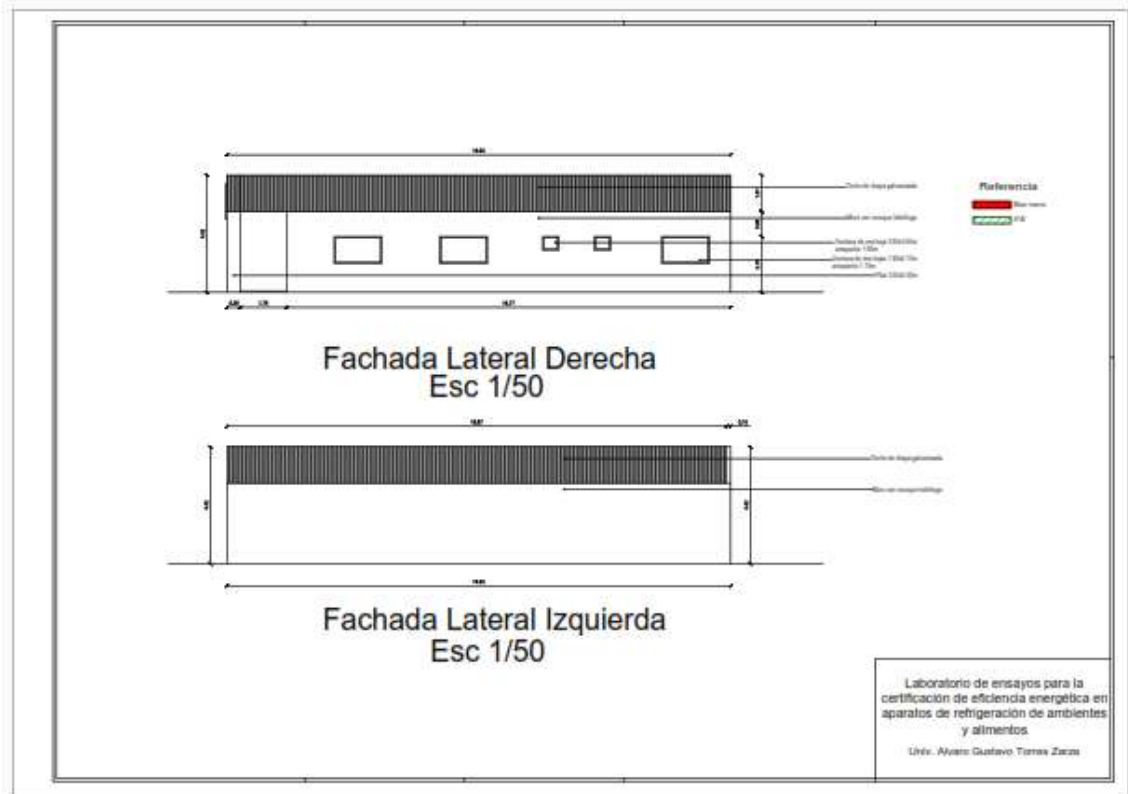


Figura 7.4: Fachada laterales

7.1.4. A.1.4. Fachada 3D



Figura 7.5: Fachada principal 3D



Figura 7.6: Fachada 3D

7.2. APÉNDICE A.2: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

7.2.1. A.2.1. Plano de Instalaciones eléctricas

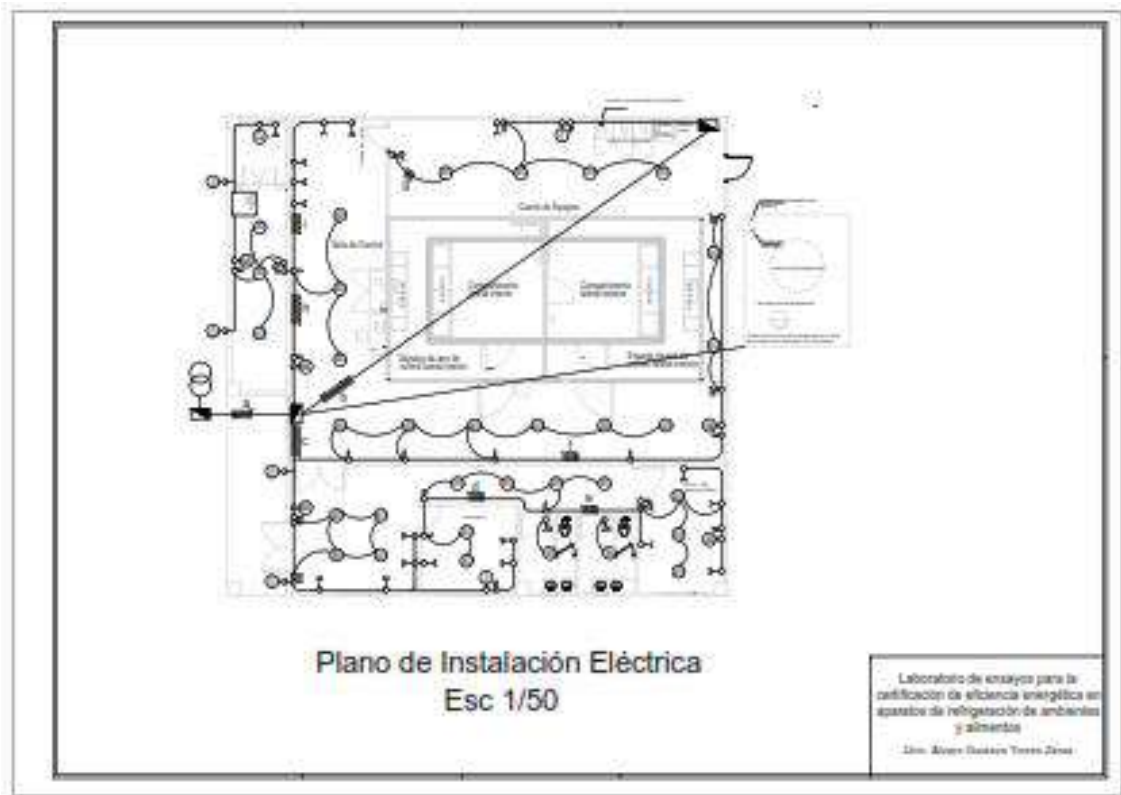


Figura 7.7: Plano de instalación eléctrica

7.2.2. A.2.2. Referencias del plano eléctrico

Letra de referencia	Conductores y Circuitos	Canalización
a	8x185 Alimentador	5"
b	2x6 #2	6"
	2x2,5 #10	
	2x2,5 #9	
	8x120 #14	
c	2x2,5 #9	4"
	2x2,5 #10	
	2x6 #1	

	2x2,5 #5	
	2x4 #4	
	2x2,5 #7	
d, e	2x2,5 #9	1 ¼ "
	2x2,5 #10	
	2x2,5 #5	
f	2x2,5 #9	2"
	2x2,5 #10	
	2x6 #1	
g	2x2,5 #10	¾ "
	2x2,5 #9	
h	2x2,5 #9	4"
	2x2,5 #11	
	2x2,5 #12	
	2x2,5 #13	
	2x2,5 #5	
	2x2,5 #8	
i	2x2,5 #9	1 ½ "
	2x2,5 #11	
	2x2,5 #12	
	2x2,5 #13	

Tabla 7.1: Referencias del plano eléctrico

7.3. APÉNDICE A.3: LABORATORIO CALORIMETRO

ROOM-TYPE

7.3.1. A.2.1. Plano del calorímetro room-type

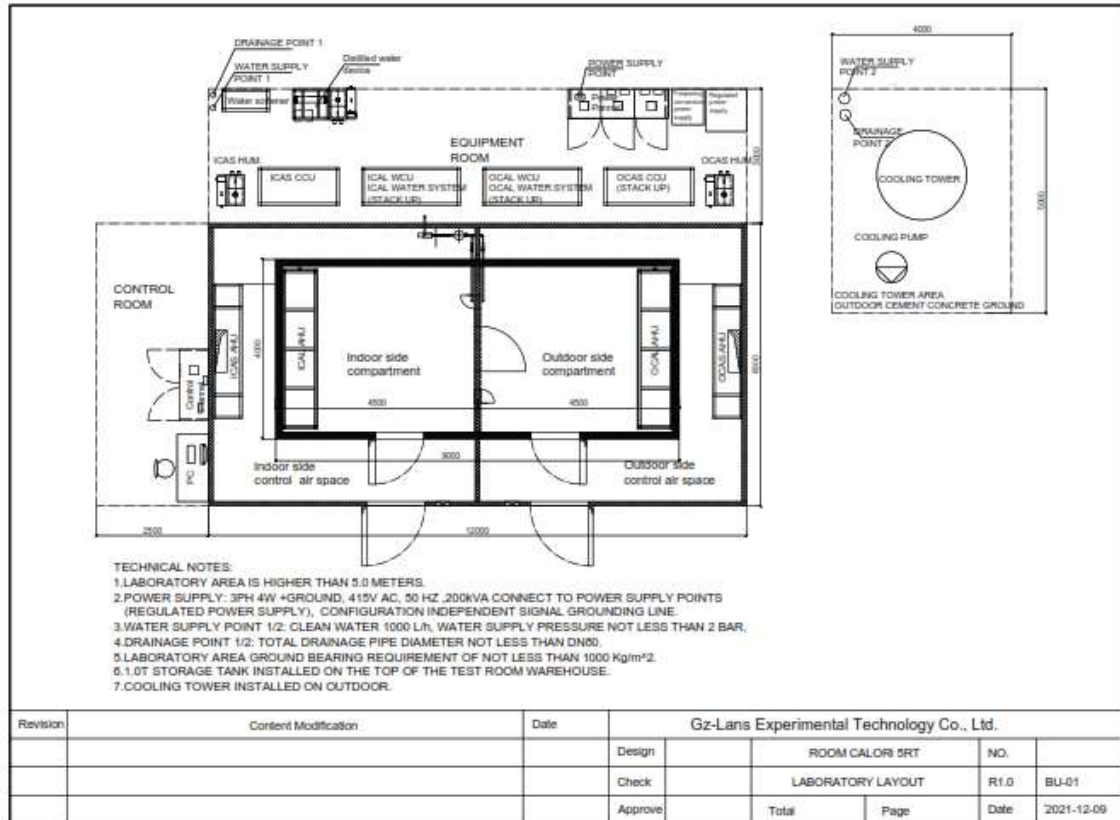


Figura 7.8: Plano del calorímetro room-type

7.3.2. A.2.2. Imágenes del laboratorio calorímetro room-type



Figura 7.9: Laboratorio calorímetro room-type



Figura 7.10: Laboratorio calorímetro room-type



Figura 7.11: Laboratorio calorímetro room-type



Figura 7.12: Laboratorio calorímetro room-type

BIBLIOGRAFIA

- [1] Twenergy, «twenergy.com,» [En línea]. Available:
<https://twenergy.com/eficiencia-energetica/consejos-sobre-ahorro-de-energia/politica-energetica-828/>. [Último acceso: 1 julio 2021].
- [2] Viceministerio de Minas y Energía, *Decreto N° 6092/2016*, Asunción, 2016.
- [3] Viceministerio de Minas y Energías, «mopc.gov.py,» [En línea]. Available:
<https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/Balance2019/Informe%20Preliminar%20de%20Energia%20Electrica%202020>.
- [4] SISTEMAS DE REFRIGERACION, «SISTEMAS DE REFRIGERACION,» [En línea]. Available:
<http://www.sistemasrefrigeracion.com/refrigeracion-domestica>. [Último acceso: 2 Julio 2021].
- [5] Instituto Tecnológico de Canarias, S.A., *Energías renovables y eficiencia energética*, 2008.
- [6] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, *Prevención del riesgo en el laboratorio. Instalaciones, material de laboratorio y equipos*.
- [7] <http://w1.iata.csic.es/IATA/segl/Riesgos/CRITERIOS%20DISENO%20LABORATORIO.pdf>,
«<http://w1.iata.csic.es/IATA/segl/Riesgos/CRITERIOS%20DISENO%20LABORATORIO.pdf>,» [En línea]. Available:
<http://w1.iata.csic.es/IATA/segl/Riesgos/CRITERIOS%20DISENO%20LABORATORIO.pdf>.
- [8] Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología. , Norma Paraguaya NP 51 003 15 EFICIENCIA ENERGÉTICA. Etiquetado de Eficiencia Energética para aparatos de refrigeración autocontenidos. Requisitos Generales., Asunción, Paraguay, 2015.

- [9] Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología., Norma Paraguaya NP 51 002 14. EFICIENCIA ENERGETICA. Etiquetado de Eficiencia Energética para Acondicionadores de Aire, Asunción, Paraguay, 2014.
- [10] Fundacion Universitaria San Pablo CEU, «uspceu.com,» [En línea]. Available: <https://www.uspceu.com/Portals/0/docs/conocenos/normativa-universitaria/Normas-Basicas-de-Seguridad-Labs.pdf>.
- [11] Mundo de la Electricidad, «Seguridad en Instalaciones Eléctricas,» *Mundo de la Electricidad*, vol. 1, pp. 3-6, 2020.