

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS
VICERRECTORÍA ACADÉMICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**DISEÑO ELECTROMECAÁNICO PARA LABORATORIO
MÓVIL DE CALIBRACIÓN**

**MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA
ELECTROMECAÁNICA**

ING. RODOLFO ROSALES LÉPIZ
AUTOR

MASTER BILLY RETANA PEÑA
TUTOR

SEDE ARANJUEZ
DICIEMBRE, 2018

Contenido

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema	1
Objetivo	1
Objetivo General	1
Objetivos Específicos.....	1
Justificación.....	2
Antecedentes.....	3
Referencia No. 1	3
Referencia No. 2	4
Referencia No. 3	5
Referencia No. 4	6
Referencia No. 5	7
Proyecciones	8
Limitaciones	8
CAÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
Metrología	9
Clasificación de la metrología	9
Metrología científica.....	9
Metrología legal.....	9
Metrología industrial	10
Norma ISO/IEC 17025:2017	10
Laboratorio de metrología	10
Tipos de laboratorio.....	11
Laboratorio de campo	11
Laboratorio móvil	11
Laboratorio permanente	11
Clasificación de laboratorios de calibración.....	12
Tipo de calibración	13
Calibración de Campo.....	13
Calibración de Laboratorio o Taller.....	13
Requerimientos de las instalaciones y condiciones ambientales.....	14
Conceptos generales sobre condiciones ambientales	15

Temperatura ambiente	15
Humedad ambiental	15
Presión ambiental.....	15
Recomendaciones prácticas para instalaciones	16
Ruido acústico.....	16
Partículas de polvo	16
Campos electromagnéticos	17
Presión del aire.....	18
Iluminación	18
Humedad relativa	18
Temperatura	19
Vibración.....	20
Regulación de tensión	20
Requerimientos de equipo	21
Calibración.....	24
Generalidades de instrumentos a calibrar	24
Patrón	24
Campo de medida	24
Alcance	25
Error	25
Exactitud	25
Precisión.....	25
Incertidumbre de la medida	25
Trazabilidad	26
Histéresis	26
Metrología en magnitud dimensional	27
Áreas de la metrología dimensional.....	27
Medidas lineales.....	28
Medidas angulares	28
Instrumentos básicos de metrología dimensional	29
Regla de acero.....	29
Calibrador universal.....	29

Tipos de Presión & Vacío.....	30
Tipos de Presión.....	31
Alcances de Vacío.....	32
Metrología en magnitud de temperatura.....	33
Calibración por comparación.....	33
Bloques secos o pozos	34
Equipos de baja temperatura (Bloques Peltier).....	36
Baños de bloque de metal calentados eléctricamente	36
Hornos pequeños.....	37
Baños líquidos portátiles.....	38
Iluminación	39
Magnitudes y unidades	39
El flujo luminoso y la Intensidad luminosa	39
La Luminancia	39
La iluminancia	39
Fundamentos sobre Aire Acondicionado	41
Proceso de Refrigeración.....	41
Componentes del Ciclo de Refrigeración	41
Carta Psicométrica.....	42
Energía solar fotovoltaica.....	43
Baterías para almacenar energía solar	44
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	46
Enfoque de la Investigación	46
Método de la Investigación.....	47
Fuentes de Información	48
Fuentes de información primarias.....	48
Fuentes de información secundarias	48
Variables de Análisis	48
Definición conceptual	48
Definición operacional.....	49
Recolección de Datos	49
Análisis de Datos	50

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	51
Proceso para la acreditación de laboratorios de ensayos y calibración	51
Resultados de conversación con personal experimentado en metrología.....	52
Selección de Patrones para Laboratorio Móvil.....	53
Estimación para el dimensionamiento físico de laboratorio.....	54
Iluminación	56
Establecimiento de condiciones ambientales para calibrar equipos	58
Cálculo de capacidad para aire acondicionado.....	59
Control de Humedad Relativa	60
Cálculo de consumo energético diario.....	61
Temperatura y Radiación en Costa Rica	62
Cálculo de la cantidad de paneles solares requeridos.....	62
Cálculo de la cantidad de paneles solares requeridos para aire acondicionado.....	66
Cálculo del Inversor.....	67
Cálculo de banco de batería.....	68
Costo de diseño.....	69
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
Conclusiones.....	73
Recomendaciones	78
CAPÍTULO VI: PROPUESTA.....	79
Descripción de equipos a utilizar.....	79
Costo de diseño.....	86
REFERENCIAS	87
APÉNDICES	92

Tablas

Tabla 1: Patrones para calibración	53
Tabla 2: Modelos de camión y características	55
Tabla 3: Coeficiente de reflexión	57
Tabla 4: Coeficiente de mantenimiento	57
Tabla 5: Especificaciones de luminaria.....	58
Tabla 6: Condiciones Ambientales para Laboratorio.....	58
Tabla 7: Temperaturas y Humedad Relativa recomendada por fabricantes.....	59
Tabla 8: Resumen de consumo de energía	61
Tabla 9: Temperaturas Ambientales en Costa Rica	62
Tabla 10: Resumen de pérdidas contempladas por el Performance Ratio	65
Tabla 11: Costo total de equipos para laboratorio, en dólares*	69
Tabla 12: Costo total de equipos para laboratorio (equivalencia en colones)*	69
Tabla 13: Costo por servicios de calibración	70
Tabla 14: Costo por servicios de calibración (equivalencia en colones)	70
Tabla 15: Cantidad de equipos posibles de calibrar	71
Tabla 16: Equipos a utilizar	79
Tabla 17: Dimensiones de equipos a utilizar	84

Figuras

Figura 1: Componentes de la incertidumbre	26
Figura 2: Regla de acero.....	29
Figura 3: Calibrador universal.....	30
Figura 4: Tipos de presión.....	32
Figura 5: Tipos de vacío	33
Figura 6: Calibración de temperatura por comparación directa	34
Figura 7: Pozo seco Fluke 9142/9143/9144.....	35
Figura 8: Horno para calibración Fluke 4180/4181	37
Figura 9: Baños de calibración portátiles 6109A / 7109A	38
Figura 10: Magnitudes de la iluminación.....	40
Figura 11: Componentes del ciclo de refrigeración	42
Figura 12: Efecto Fotoeléctrico.....	44
Figura 13: Dimensiones para contenedor.....	54
Figura 14: Conexión del sistema de aire acondicionado.....	81
Figura 15: Conexión del sistema fotovoltaico.....	82
Figura 16: Distribución de equipo y mobiliario	83
Figura 17: Vista externa lateral de laboratorio.....	85
Figura 18: Vista externa superior de laboratorio.....	85

Dedicatoria y Agradecimiento

Este trabajo es dedicado para toda mi familia: Rodolfo, Mercedes y Alejandra; quienes siempre creyeron en mis habilidades y capacidades con las cuales pude alcanzar esta meta.

Quiero dar gracias a Dios por haberme brindado la fuerza, paciencia, perseverancia y salud para concluir este ciclo de estudio y llegar a convertirme en licenciado. También quiero agradecer a mis padres por darme los ánimos para seguir adelante, enseñarme buenos valores y educarme de forma excelente. Por último dar las gracias a todos los profesores que compartieron sus conocimientos y me prepararon para ser un ingeniero, así como a todos mis compañeros de carrera.

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo describir el diseño electromecánico para un laboratorio móvil de calibración con enfoque en metrología industrial, determinar cuáles son los requisitos de la normativa aplicada y los aspectos técnicos necesarios para operar en este campo. La investigación plantea el atractivo que tiene un laboratorio de calibración en la modalidad móvil y las ventajas que este posee.

La metrología consta en la comparación de un instrumento que mida alguna variable física contra otro instrumento más exacto que mida la misma variable, y de esta forma determinar cuál es el error del equipo. Así, la normativa en metrología ISO 17025 es una disposición que describe los requerimientos mínimos que deben tener los laboratorios para ejecutar tareas de calibración. El Ente Costarricense de Acreditación establece el criterio de aceptación para definir si los laboratorios cumplen o no con la norma.

Mediante evaluaciones realizadas sobre las características físicas de camiones, se determina cuál es el tamaño más adecuado de contenedor para colocar los equipos. A partir de las especificaciones técnicas sobre iluminación, climatización, potencia de patrones y equipos se procede a diseñar el sistema necesario para que los mismos funcionen.

Se establece un escenario sobre la posible demanda que el sector de manufactura posea, donde ellos requieran de un servicio de calibración. Definidos los costos del diseño y los equipos proyectados a calibrar se determina el retorno de la inversión.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

¿Cuál es el diseño electromecánico más óptimo para un laboratorio móvil de calibración con enfoque en metrología industrial?

Objetivo

Objetivo General

- Realizar el diseño electromecánico más óptimo para un laboratorio móvil de calibración con enfoque en metrología industrial.

Objetivos Específicos

- Identificar la normativa correspondiente para la acreditación del servicio de calibración.
- Modelar el tamaño comercial óptimo del contenedor para realizar actividades de calibración para la magnitud dimensional, temperatura y presión.
- Determinar una propuesta para el establecimiento de las condiciones de iluminación y climatización del laboratorio para la ejecución de calibraciones en la magnitud dimensional, temperatura y presión.
- Calcular el costo económico total de los equipos requeridos para el diseño electromecánico.
- Estimar la rentabilidad del servicio móvil.

Justificación

De acuerdo al crecimiento que ha tenido el país en el sector de manufactura y las limitadas opciones que actualmente posee el mercado nacional con respecto a servicios de metrología, se ha detectado una oportunidad para agilizar los servicios de calibración por medio de un laboratorio móvil que pueda desplazarse a lo largo del país.

Cada planta de manufactura debe cerciorarse que todos sus equipos y maquinaria se encuentren en excelentes condiciones, para asegurarse que sus productos cumplan con los estándares de calidad y sus procesos sean consistentes. La metrología juega un papel sumamente importante, ya que permite conocer el estado actual de los equipos y determinar si son aptos o no para continuar en uso.

Estadísticas nacionales han revelado un aumento en el sector de manufactura de un 14% entre los años 2016 y 2017, se estima que este valor siga en ascenso. Sin embargo, la cantidad de empresas que proporcionan servicios de calibración no han mostrado un aumento en los últimos años, por lo que han acaparado el mercado por la poca competencia existente.

La justificación para realizar este proyecto se basa en el hecho y la ventaja de no hacer uso del espacio en las instalaciones de los clientes. A diferencia del resto de laboratorios de metrología, donde los equipos deben transportarse hasta las instalaciones o bien realizan calibraciones en “In-Situ”, este diseño electromecánico pretende acondicionar un contenedor donde las actividades de calibración pueden ser realizadas bajo condiciones ambientales controladas y así mantener la veracidad de las mediciones durante la ejecución de las mismas. Además, se pretende maximizar el servicio de calibración, evitando el tiempo perdido por envíos a los laboratorios y el tiempo con el que las plantas de manufactura cuentan sin los equipos.

Antecedentes

Referencia No. 1

Morales Álvarez, (2011), realizó trabajo titulado: “Diseño Electromecánico para Cuarto de Telecomunicaciones en Contenedores”. Esta tesis está enfocada hacia la necesidad de tener un contenedor que albergue equipos de telecomunicaciones para alquiler a clientes de la zona franca por parte del Instituto Costarricense de Electricidad. El autor efectuó un diseño electromecánico de un cuarto de telecomunicaciones en un contenedor, aplicando las normas vigentes para todo el diseño.

La intención del diseño consiste en dejar disponible el contenedor para únicamente incluir equipo de telecomunicaciones, esto incluye tener disponibles cuatro racks, un rectificador, sistema de alimentación ininterrumpida, unidades de distribución de energía, tomacorrientes, iluminación y acometida eléctrica. El diseñador lo dividió en dos zonas: la primera para telecomunicaciones, la cual va a ser destinada para albergar los racks y el equipo que se vaya a instalar, y la otra para potencia, que es la zona donde se encontrará la alimentación de los racks.

Como parte de la seguridad se utilizó la norma emitida por el International Computer Room Experts Association, la cual es la ICREA 2007. En ella se encuentran todos los requisitos para la instalación correcta del cuarto de telecomunicaciones, además hace referencia a las normas NFPA 2001 para el sistema contra incendios y la norma NFPA 70 para el diseño eléctrico.

Para el trabajo que se va a realizar, se puede destacar el uso de distintas normas de diseño, las cuales salvaguardan la integridad de las personas y equipos. Esta tesis toma en cuenta iluminación y climatización de un contenedor, las cuales son requeridas para el trabajo que se va a desarrollar.

Referencia No. 2

Según Vargas Zapata, (2016), en la investigación titulada: “Rediseño, control de ambiente y aspectos fundamentales del laboratorio de calibraciones con base en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 y trazabilidad de equipos para la empresa Boston Scientific”, presenta a la empresa Boston Scientific como una planta de manufactura de equipo médico con grandes oportunidades de mejora en su Laboratorio de Calibraciones. Menciona cómo el laboratorio cuenta con espacio distribuido de manera inadecuada, posee mobiliario poco ergonómico, iluminación ineficiente, no cuenta con áreas específicas para realizar funciones de calibración ni espacio que designe equipos por calibrar y ya calibrados.

En dicho documento se refiere al Laboratorio de Calibraciones como departamento fundamental, para el correcto funcionamiento de la planta, que sin este no se garantiza la calidad, diseño y precisión de los dispositivos médicos construidos por la empresa. Además, el envejecimiento de los componentes, el estrés mecánico y cambios de temperatura que soportan los equipos deterioran poco a poco sus funciones. Al ocurrir lo anterior las mediciones y ensayos comienzan a perder confianza y se ve reflejado en la calidad del producto final.

Luego de evaluar todas las condiciones del laboratorio actual el autor determinó que para cumplir las obligaciones de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 las condiciones ambientales y requerimientos energéticos deben estar dentro de rango, los cuales son el análisis de partículas suspendidas, los niveles de diferencial de tensión en los puntos de medición, el porcentaje de variación en la red eléctrica, el análisis de presión de aire dentro y fuera del laboratorio, el estudio del sistema de luminarias, la temperatura y humedad, así como el ruido y vibraciones que no presentan ningún inconveniente.

El aspecto relevante de esta tesis es el diseño de las condiciones para un laboratorio de calibración, donde las distintas variables deben ajustarse a un espacio predeterminado, estas mismas características pueden ser utilizadas para determinar el boceto que se va a proponer.

Referencia No. 3

De acuerdo a Poveda de Lemos, (2009), en la investigación: “Diseño de un baño líquido para calibrar instrumentos de medición de temperatura”, plasma un diseño de un equipo para la calibración de ciertos termómetros que por sus características de calibración deben sumergirse completamente en un baño líquido. Los principales factores que consideró para la selección del material (acero inoxidable) fueron su capacidad para resistir altas temperaturas y la capacidad para disminuir el efecto de la corrosión. Como características adicionales que hacen de este el material idóneo son: la flexibilidad que permite una facilidad para ser moldeado, un largo ciclo de vida y un costo de mantenimiento bajo.

Según el dimensionamiento elaborado se evitó el uso del factor de corrección por la inmersión parcial de los termómetros de líquido en vidrio, lo cual disminuye el cálculo de la incertidumbre. Adicionalmente se realizó un sistema de control para la temperatura, en este sus elementos seleccionados fueron un controlador de temperatura, la resistencia de inmersión, el sensor de temperatura y el sistema de recirculación.

El aspecto útil de este trabajo hacia la tesis es la implementación de un método no convencional para realizar calibraciones en la magnitud de temperatura, la cual es una de las que se implementará en el diseño del laboratorio móvil. Este documento demuestra que por medio de la ingeniería se pueden mejorar sistemas actuales, siempre y cuando se parta de la selección de los elementos correctos.

Referencia No. 4

Según Rodríguez Forero, (2008), en la investigación: “Documentación de los requisitos de equipos de la norma NTC – ISO/IEC 17025:2005 para el laboratorio EMICAL LTDA”, menciona que la documentación juega un papel muy importante en el desarrollo de todos los procesos que se llevan a cabo dentro de un laboratorio, ya que además de cumplir funciones específicas en cada área, sirven como orientación para el personal en todas las actividades que se deben realizar.

Rodríguez explica que el trabajo inició con la revisión de los documentos existentes del laboratorio, con el fin de establecer cuáles de ellos deberían modificarse y cuáles deberían crearse, en base a los requerimientos de dicha norma. Además se realizó la creación de un manual de mantenimiento y calibración de equipos, un procedimiento operativo estándar de mantenimiento, verificación interna, calibración de equipos y la capacitación del personal.

La relación de esta investigación con el presente trabajo se ejemplifica con la creación de documentación para la selección de patrones, pues al diseñar un laboratorio móvil se deben considerar todas las afectaciones externas que puedan sufrir estos durante los desplazamientos. Un procedimiento funcionará como guía para verificar las condiciones de los patrones ante algún efecto adverso que pueda comprometer la integridad de los mismos.

Referencia No. 5

Muñiz Patiño, Rodríguez Silva y Echevarría Villagómez, (2010) durante el simposio de metrología realizado en México exponen el tema: “Planeación y diseño de un laboratorio interno de metrología industrial”, el cual explica la metodología utilizada en la planeación y diseño de las instalaciones de un laboratorio de metrología, así también los requisitos metrológicos para asegurar la validación de productos que requieren los clientes.

Inicialmente se menciona planear y diseñar el entorno físico (*layout*) que cubra las necesidades de un servicio metrológico en la magnitud dimensional, y se contemplan aspectos como: ampliaciones futuras, seguridad, protección anti fuego, alarmas, limpieza, ventilación, vibraciones, temperatura ambiental, iluminación, entre otras. En segundo plano se indican los requerimientos propios del cliente, los cuales se basan en los tiempos de entrega y servicio, así como los costos económicos de cada calibración.

La metodología inicia con la recopilación de información de las actividades, su área y equipos; continúa con la creación de un diagrama para conocer los requerimientos del laboratorio según el espacio físico disponible, mobiliario, condiciones ambientales e iluminación. Por último, se analizan todas las variables anteriores para determinar el “*layout*” más adecuado.

Este reporte destaca lo importante que es la etapa de diseño en la creación de un laboratorio, ya que determinar la magnitud dimensional de en donde se puedan calibrar equipos, temperatura y presión serán de gran ayuda para el proyecto.

Proyecciones

Este trabajo de investigación desarrollará un documento en formato digital que contenga:

- Dimensionamiento y condiciones físicas del laboratorio de calibración.
- Establecimiento de los patrones adecuados para la calibración de magnitudes dimensional, temperatura y presión.
- Conexiones del diseño electromecánico.
- Cotización sobre el monto total de la obra.

Limitaciones

Dentro las limitaciones del proyecto se pueden destacar:

- La selección de patrones para todas las magnitudes, ya que al tratarse de un laboratorio móvil que se encuentra en constante movimiento los equipos podrían verse afectados por vibraciones durante el traslado.
- Ejecución de calibraciones a equipos cuyo tamaño se adapte al espacio en el contenedor así como la naturaleza del equipo.
- Datos sobre salarios y cargas sociales para técnicos, así como costos por operación del laboratorio.

CAÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Metrología

“La metrología es la ciencia de hacer medidas exactas y en general abarca todo el campo de los conocimientos relativos a las dimensiones, en especial en la determinación de variables físicas tales como las de fuerza, tiempo, dimensionales, temperatura, masa etc., propiedades de los materiales y de las sustancias.” (Contreras Aldana & García López, 2010, p. 22).

El término “metrología” es ahora usado extensamente en el campo técnico para distinguir las mediciones con bases científicas contra las desarrolladas empíricamente en las prácticas de hace algunos años.

Clasificación de la metrología

La metrología se puede clasificar según su aplicación en tres categorías:

Metrología científica

Es la parte de metrología que se ocupa de las determinaciones de las constantes físicas fundamentales, encontrar las características, los niveles que definen y hace particular un fenómeno. También busca mejorar sistemas de medición para lograr un control cada vez más rápido y más confiable.

Metrología legal

Asesora a las empresas buscando aplicar las normas nacionales e internacionales a todos los procesos de diseño, desarrollo, producción y control de productos en general.

Metrología industrial

Este tipo de metrología trata de las variables físicas en general. Según el tipo de industria y la variable que se desee controlar para un proceso específico se clasifica en:

- Dimensional
- Geométrica
- Ponderal
- Eléctrica
- Termodinámica
- Química
- Otras

Norma ISO/IEC 17025:2017

Este es un documento que especifica los requisitos generales para la competencia, imparcialidad y coherencia de operación de laboratorios (ISO/IEC 17025:2017). Esta norma es aplicable a todas las organizaciones que realizan actividades de laboratorio, independientemente de la cantidad de personal. Los clientes de laboratorio, las autoridades reguladoras y los organismos de acreditación utilizan como referencia esta norma para confirmar y/o reconocer la competencia de los laboratorios.

Laboratorio de metrología

ISO/IEC 17025:2017 define un laboratorio de metrología como organismo que desempeña una o más de las siguientes actividades:

- Prueba

- Calibración
- Muestreo

Tipos de laboratorio

Laboratorio de campo

Instalación de un laboratorio de calibración/ensayo en las instalaciones del cliente fuera de la sede permanente del mismo, cuyas actividades de pruebas o calibraciones no excedan los 3 años. Todos los laboratorios de campo deben ser evaluados como parte del laboratorio permanente, y ser identificados dentro del alcance de acreditación (Servicios de calibración en campo, 2009, p 2).

Laboratorio móvil

Totalmente equipado, transportable y capaz de realizar calibraciones/ensayos bajo condiciones ambientales controladas.

Como ejemplo se puede mencionar el laboratorio móvil para Aseguramiento Metrológico de Calidad y Cantidad de Gas Natural tipo Transferencia Custodia en Colombia, el cual se encuentra equipado para realizar tareas de calibración dentro de su cabina, fue desarrollado tomando como base las características funcionales y metrológicas de los sistemas de medición e instrumentos objetivos. (Desarrollo de Laboratorio Móvil para Aseguramiento Metrológico de Calidad y Cantidad de Gas Natural tipo Transferencia Custodia, 2013, p 8).

Laboratorio permanente

Laboratorio de calibración/ensayo construido en un lugar fijo. Este es el domicilio denotado en el alcance de acreditación.

Clasificación de laboratorios de calibración

De acuerdo a la norma ISA-RP52.1-1975 (Condiciones ambientales para calibración, 2005, p 2) los laboratorios pueden clasificarse de la siguiente forma:

Nivel 1

Laboratorios Nacionales (resguardo de patrones nacionales).

Nivel 2

- Laboratorios de referencia y secundarios.
- Laboratorios públicos.
- Laboratorios de universidades.
- Laboratorios militares.
- Laboratorios privados.

El nivel 2 se divide en dos tipos:

- Tipo 1: laboratorios que realizan calibraciones y comparaciones con el Nivel 1
- Tipo 2: estos laboratorios calibran al Nivel 3.

Nivel 3

Laboratorios Industriales. Actividades:

- Calibración de equipo en producción y o línea.
- Inspección de pruebas.
- Mantenimiento, reparación y operación de equipo.

Tipo de calibración

A continuación se detallan las razones para determinar si una calibración debe realizarse en campo (“In-Situ”) o en un laboratorio.

Calibración de Campo

Definición: Uso de equipos de calibración portátil en planta para calibrar los instrumentos de proceso en el sitio (ControlWare, 2016, p 2).

-Si no se puede retirar el instrumento de su lugar de instalación, debe realizar la calibración en el campo.

-Calibración en el campo asegura que el instrumento está calibrado en las mismas condiciones de campo real en la que también se utiliza.

-La calibración de campo puede ser una manera más eficaz para calibrar, en el supuesto caso que los instrumentos de campo se han instalado y diseñado de manera que el acceso a la calibración es fácil de hacer en el campo.

-Para muchas cantidades, hay equipos de calibración portátil disponible (presión, señales eléctricas, comunicadores HART, Profibus, Fieldbus Foundation).

Calibración de Laboratorio o Taller

Definición: Desmontaje de los instrumentos de proceso y transportarlo desde su ubicación actual al taller para calibrarlos allí, con equipos de calibración fijos (ControlWare, 2016, p 2).

-Si se desea mejorar la incertidumbre, para ello es más fácil conseguir una mejor incertidumbre total en un taller que en el campo. Esto se logra mediante equipos estacionarios de calibración de alta precisión y las condiciones ambientales controladas y procesos en el taller.

-Si se utiliza repuestos de cambio frecuente o se desea calibrar los dispositivos de repuesto en almacén antes de instalarlos en el campo, es muy práctico hacerlo en un taller.

-Si se desea emitir certificados de calibración es más fácil de conseguir la acreditación para la calibración realizada en un laboratorio/taller de calibración que en el campo.

-La condición real de campo puede ser muy difícil o dura para realizar la calibración, y en ese caso es mejor que sea en el taller.

-Cuando se quiere calibrar el equipo de calibración patrón portátil usando el equipo estándar de referencia, es mejor llevarla a cabo en el taller.

-En un taller dedicado todo el equipo está siempre en su lugar y listo para su uso. También puede ser ergonómico y cómodo de usar.

Requerimientos de las instalaciones y condiciones ambientales

-Las instalaciones y las condiciones ambientales deben ser adecuadas para las actividades de laboratorio y no deben afectar negativamente la validez de los resultados.

-Se deben documentar los requisitos para las instalaciones y las condiciones ambientales necesarias para la realización de las actividades de laboratorio.

-El laboratorio debe monitorear, controlar y registrar las condiciones ambientales de acuerdo con especificaciones, métodos o procedimientos relevantes; esto para dar validez de los resultados.

-Las medidas para controlar las instalaciones deben implementarse, monitorearse y revisarse periódicamente; e incluirán:

- Acceso y uso de las áreas que afectan las actividades de laboratorio.
- Prevención de contaminación, interferencia o influencias adversas en actividades de laboratorio.
- Separación efectiva entre áreas con actividades de laboratorio incompatibles.

-Cuando el laboratorio realiza sus actividades en sitios o instalaciones fuera de su control permanente debe garantizar que se cumplan los requisitos relacionados con las instalaciones y las condiciones ambientales.

Conceptos generales sobre condiciones ambientales

Temperatura ambiente

Los termómetros son instrumentos que miden la temperatura del ambiente en que están inmersos. Este punto hace referencia a cuando el termómetro se coloca en el ambiente y es ventilado de forma adecuada y protegido de la radiación solar directa.

Humedad ambiental

Los higrómetros son instrumentos que miden la humedad relativa contenida en la atmósfera en que están inmersos. La humedad ambiental se obtiene cuando el higrómetro se coloca en el aire ambiente y es ventilado de forma adecuada y protegido de la radiación solar directa.

Presión ambiental

Los barómetros son instrumentos que miden la presión atmosférica (presión absoluta).

Recomendaciones prácticas para instalaciones

Ruido acústico

Laboratorio aplicable: Todos los laboratorios.

Requerimientos:

Tipo I y II: El nivel máximo de ruido es 45 dB medido con un sonómetro utilizando la configuración A o 40 dB. (Conversión en oficina)

Partículas de polvo

Laboratorio aplicable: Dimensional, Óptica y Micromasas

Requerimientos:

Tipo I:

$< 4 \cdot 10^5$ partículas/m³ $> 1 \mu\text{m}$ (polvo de tóner $2 \mu\text{m}$, ceniza de cigarro $10 \mu\text{m}$, polvo $30 \mu\text{m}$, residuo de alcohol $30 \mu\text{m}$, huella dactilar $10 \mu\text{m}$)

$< 2 \cdot 10^6$ partículas/m³ $> 0,5 \mu\text{m}$ (película de óxido, cabello humano $80 \mu\text{m}$) Sin partículas $> 50 \mu\text{m}$ (fibra de algodón $150 \mu\text{m}$)

Tipo II:

$< 7 \cdot 10^6$ partículas/m³ $> 1 \mu\text{m}$

$< 4 \cdot 10^7$ partículas/m³ $> 0,5 \mu\text{m}$

Sin partículas $> 50 \mu\text{m}$

Laboratorio aplicable: Otras magnitudes.

Requerimientos:

Tipo I y II:

$< 7 \cdot 10^6$ partículas/m³ $> 1 \mu\text{m}$

$< 4 \cdot 10^7$ partículas/m³ $> 0,5 \mu\text{m}$

Sin partículas $> 50 \mu\text{m}$

Campos electromagnéticos

Laboratorio aplicable: Presión - Vacío, Fuerza, Aceleración, Dimensional, Óptica y Flujo.

Requerimientos:

Tipo I y II: Sin requerimientos especiales.

Los instrumentos electrónicos de medición con blindaje local y guardas de auto blindaje o pequeñas cubiertas de malla.

Laboratorio aplicable: Temperatura, Corriente Continua, Baja Frecuencia, Alta Frecuencia y Microondas.

Requerimientos:

Tipo I y II:

Intensidad, campo de radiación $< 100 \mu\text{V/m}$

Bus común de C.C. a tierra, $< 2 \Omega$

Común de C.A. a tierra, $< 5 \Omega$

Presión del aire

Laboratorio aplicable: Todos los laboratorios.

Requerimientos:

Tipo I y II:

Presión positiva en el laboratorio 10 Pa.

Iluminación

Laboratorio aplicable: Todos los laboratorios.

Requerimientos:

Tipo I y II:

1 000 lx (lux) en la superficie de trabajo

Humedad relativa

Laboratorio aplicable: Dimensional.

Requerimientos:

Tipo I y II:

< 45 %HR @ 20 °C.

Laboratorio aplicable: Todos excepto Dimensional.

Requerimientos:

Tipo I:

35 - 55 %HR @ 23 °C.

Tipo II:

20 - 55 %HR @ 23 °C.

Temperatura

Laboratorio aplicable: Dimensional y Óptica.

Requerimientos:

Tipo I:

$20 \pm 0,3$ °C.

$20 \pm 0,1$ ° C en punto de medición.

Tipo II:

20 ± 1 °C.

$20 \pm 0,3$ °C en punto de medición.

Laboratorio aplicable: Temperatura, Aceleración, Corriente Continua, Baja Frecuencia y Presión - Vacío.

Requerimientos:

Tipo I: 23 ± 1 °C

Tipo II: $23 \pm 1,5$ °C

Laboratorio aplicable: Flujo, Fuerza, Alta Frecuencia y Microondas.

Requerimientos:

Tipo I: $23 \pm 1,5$ °C.

Tipo II: $23 \pm 1,5$ °C

Vibración

Laboratorio aplicable: Dimensional, Óptica, Presión - Vacío, Aceleración, Fuerza y Masas.

Requerimientos:

Tipo I y II:

Desplazamiento $< 0,25 \mu\text{m}$ @ 0, 1 Hz a 30 Hz (Condiciones de reposo exterior causadas por paso de vehículos, paso de personas)

Aceleración $< 0,001 \text{ g}$ @ 30 Hz a 200 Hz (Tuberías, aires acondicionados)

Laboratorio aplicable: Temperatura, Flujo, Corriente Continua, Baja Frecuencia, Alta Frecuencia y Microondas.

Requerimientos:

Tipo I y II: Sin requerimientos específicos.

Regulación de tensión

Laboratorio aplicable: Todos los que empleen instrumentos electrónicos de medición.

Requerimientos:

Tipo I y II:

Variación de salida regulada 0,1 %

Variación de línea $< \pm 10$ % (127 V Corriente Alterna) RMS armónicas < 5 % RMS fundamental (60 Hz)

Requerimientos de equipo

-El laboratorio debe tener acceso a los equipos (entre otros: instrumentos de medición, software, patrones de medición, materiales de referencia, datos de referencia, reactivos, consumibles o aparatos auxiliares) que se demandan para el correcto desempeño de las actividades de laboratorio y que pueden influir en los resultados.

-Cuando el laboratorio utiliza equipos fuera de su control permanente, debe garantizar que se cumplan los requisitos para el equipo de este documento. El laboratorio debe contar con un procedimiento para la manipulación, el transporte, el almacenamiento, el uso y el mantenimiento planificado de los equipos a fin de garantizar el funcionamiento adecuado y evitar la contaminación o el deterioro.

-El laboratorio debe verificar que el equipo cumpla con los requisitos especificados antes de ser colocado o devuelto al servicio. El equipo utilizado para la medición debe ser capaz de lograr la exactitud de la medición y / o la incertidumbre de medición requerida para proporcionar un resultado válido.

-El equipo de medición debe calibrarse cuando:

- La exactitud de la medida o la incertidumbre de medición afecta la validez de los resultados informados.
- Se requiere la calibración del equipo para establecer la trazabilidad metrológica de los resultados informados.
- Aquellos utilizados para la medición directa del mensurando.
- Aquellos utilizados para hacer correcciones al valor medido.
- Aquellos utilizados para obtener un resultado de medición calculado a partir de cantidades múltiples.

-El laboratorio debe establecer un programa de calibración que debe ser revisado y ajustado necesariamente para mantener la confianza en el estado de la calibración.

-Todos los equipos que requieren calibración o que tienen un período de validez definido deben estar etiquetados, codificados o identificados de otro modo para permitir que el usuario del equipo pueda identificar fácilmente el estado de la calibración.

-El equipo que ha sido sobrecargado o mal manejado, arroja resultados cuestionables, o ha demostrado ser defectuoso o está fuera de los requisitos especificados; se pondrá fuera de servicio. Debe aislarse para evitar su uso o estar claramente etiquetado o marcado como fuera de servicio hasta que se haya verificado que funciona correctamente. El laboratorio deberá examinar el efecto del defecto o la desviación de los requisitos especificados e iniciará la gestión del procedimiento de trabajo no conforme.

-Cuando los controles intermedios son necesarios para mantener la confianza en el rendimiento del equipo las verificaciones se llevarán a cabo de acuerdo con un procedimiento.

-Cuando la calibración y los datos del material de referencia incluyan valores de referencia o factores de corrección, el laboratorio deberá garantizar que los valores de referencia y los factores de corrección se actualicen e implementen, según corresponda, para cumplir con los requisitos especificados.

-El laboratorio debe tomar medidas prácticas para evitar que los ajustes involuntarios del equipo invaliden los resultados.

-Los registros se conservarán para los equipos que pueden influir en las actividades de laboratorio.

Los registros deben incluir lo siguiente, cuando corresponda:

- Identidad del equipo, incluida la versión de software y firmware.
- Nombre del fabricante, la identificación del tipo y el número de serie u otra identificación única.
- Evidencia de verificación de que el equipo cumple con los requisitos especificados.
- Ubicación actual.
- Fechas de calibración, resultados de calibraciones, ajustes, criterios de aceptación y la fecha de vencimiento de la siguiente calibración o el intervalo de calibración.
- Documentación de materiales de referencia, resultados, criterios de aceptación, fechas relevantes y el período de validez.
- Plan de mantenimiento y el llevado a cabo hasta la fecha, hasta donde sea relevante para el funcionamiento del equipo.
- Detalles de cualquier daño, mal funcionamiento, modificación o reparación del equipo.

Calibración

Es un conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores indicados por un instrumento y el correspondiente valor del mensurando, materializado en un patrón utilizado como referencia. El proceso permite conocer la incertidumbre global del instrumento para todo el campo de medida, a partir de la incertidumbre del patrón. Las operaciones a realizar se pueden documentar en un método o procedimiento de calibración, específico de un equipo o familia de equipos. (Solé, A, 2008, p 214).

Generalidades de instrumentos a calibrar

Los instrumentos de medición y control empleados en las industrias de proceso como química, petroquímica, alimenticia, metalúrgica, energética, textil, papel, etcétera; tienen su propia terminología que define sus características propias de medida y de control. Estos instrumentos pueden ser indicadores, registradores, controladores, transmisores y válvulas de control. (Solé, C, 2008, p 6).

Patrón

Elemento cuyo valor verdadero convencional es aceptado. Al realizar varias mediciones de la variable captada por un instrumento, la diferencia entre el promedio de los diferentes resultados y el valor verdadero convencional permite corregir los resultados de las mediciones efectuadas con el instrumento, mientras que la desviación típica del conjunto de resultados, o un múltiplo aceptado de ella, constituye la incertidumbre. (Solé, C, 2008, p 221).

Campo de medida

Espectro o conjunto de valores de la variable medida que están comprendidos dentro de los límites superior e inferior de la capacidad de medida, de recepción o de transmisión del instrumento. Viene expresado estableciendo los dos valores extremos.

Alcance

Es la diferencia algebraica entre los valores superior e inferior del campo de medida del instrumento.

Error

La cantidad determinada en un proceso de medida se llama mensurando. La especificación completa del mensurando, es decir, lo que se ha medido, requiere especificar las variables (presión, temperatura, humedad) que pueden afectar su valor.

Exactitud

La exactitud de una medida es el grado de aproximación al valor verdadero. En otras palabras, es la cualidad de un instrumento de medida por la que tiende a dar lecturas próximas al verdadero valor de la magnitud medida. La exactitud tal como la considera el fabricante del instrumento, define los límites de los errores cometidos cuando el instrumento se emplea en condiciones normales de servicio durante un período de tiempo determinado (normalmente 1 año).

Precisión

La precisión de una medida es el grado de dispersión del resultado de ella cuando esta se repite un número determinado de veces bajo condiciones especificadas. En otras palabras, la precisión es la cualidad de un instrumento por la que tiende a dar lecturas muy próximas unas a otras, es decir, es el grado de dispersión de las mismas.

Incertidumbre de la medida

Cuando se realiza una operación de calibración, se compara el instrumento a calibrar con un aparato patrón para averiguar si el error (diferencia entre el valor leído por el instrumento y el verdadero valor medido con el aparato patrón) se encuentra dentro de los límites dados por el fabricante del instrumento. Como el aparato patrón no permite medir exactamente el valor verdadero (también tiene un error) y como además en la operación de comparación intervienen diversas fuentes de

error, no es posible caracterizar la medida por un único valor, lo que da lugar a la llamada incertidumbre de la medida o incertidumbre. Así pues, la incertidumbre es un parámetro asociado al resultado de una medida que caracteriza la dispersión de los valores que pueden atribuirse razonablemente al mensurando, es decir, a la variable particular sujeta a la medida.

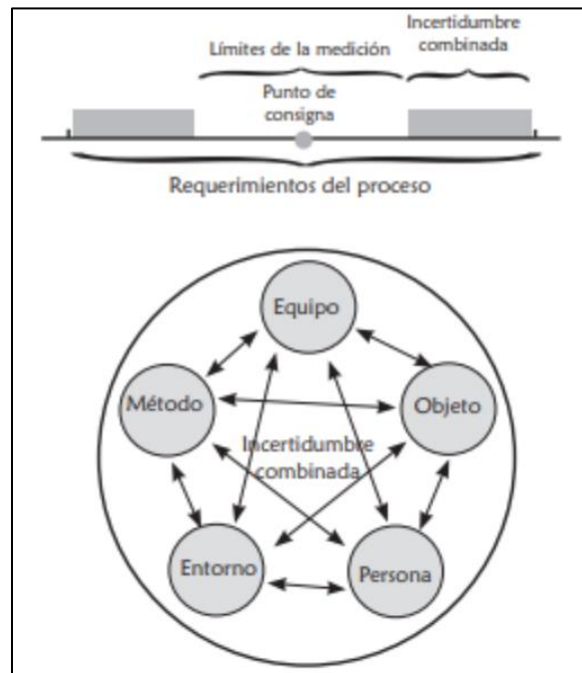


Figura 1: Componentes de la incertidumbre

Fuente: Solé, A. C. (2008). Instrumentos industriales, su ajuste y calibración. México. Marcombo.

Trazabilidad

Propiedad del resultado de las mediciones efectuadas con un instrumento o con un patrón, tal que puede relacionarse con patrones nacionales o internacionales a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones, todas ellas con incertidumbres determinadas en cada comparación. Cada paso en la cadena debe documentarse en un informe de calibración o de ensayo.

Histéresis

La histéresis es la diferencia máxima que se observa en los valores indicados por el índice, la pluma del instrumento o la señal de salida para el mismo valor cualquiera (mensurando) del campo de medida; cuando la variable recorre toda la escala en los dos sentidos, ascendente y descendente.

Metrología en magnitud dimensional

La metrología dimensional es la ciencia aplicada que se encarga de estudiar las técnicas de medición que determinan correctamente las magnitudes lineales y angulares. (Metrología dimensional, 2009, p 1).

La unidad de la magnitud de longitud, es el metro (m), una de las siete unidades base del Sistema Internacional de Unidades (SI).

La metrología dimensional también estudia otras características físicas como redondez, paralelismo, concentricidad, coaxialidad, rugosidad, tolerancia geométrica, etcétera. Por la cual esta rama de la metrología también se le denomina metrología geométrica.

Áreas de la metrología dimensional

Existe una gran diversidad de aplicaciones de la magnitud dimensional, la clasificación puede realizarse desde diferentes criterios, como lo podría ser la de aplicación de las longitudes, ángulos, o acabado superficial. Formas:

Longitudes: Exteriores, Interiores, Profundidades, Alturas.

Ángulos: Exteriores, Interiores.

Acabado superficial: Rugosidad.

Formas: Forma por elementos aislados, Rectitud, Planitud.

Cilindricidad: Forma de una línea, forma de una superficie.

Orientación por elementos asociados: Paralelismo, Perpendicularidad, Angularidad o Inclinación.

Posición por elementos asociados: Localización, Concentricidad, Coaxialidad.

Medidas lineales

Medición directa

Se efectúa con trazos o divisiones, metro, cinta de medición, regla graduada, calibradores, medidor de altura con vernier, medidor de profundidad con vernier, con tornillo micrométrico, todo tipo de micrómetros, cabezas micrométricas, dimensión fija, bloques patrón, calibradores de espesor (laminas), y calibradores de límite (pasa – no pasa).

Medición indirecta

Comparativa: comparadores mecánicos, comparadores ópticos, comparadores neumáticos, comparadores electromecánicos, máquina de medición de redondez, medidor de espesor de recubrimiento, trigonometría, esferas o cilindros, máquina de medición por coordenadas, relativa, niveles, reglas ópticas y rugosímetros.

Medidas angulares

Medida directa

Con trazos o divisiones, transportador simple, goniómetro, escuadra de combinación, dimensión fija, escuadras, patrones angulares y calibradores cónicos.

Medida indirecta

Trigonometría, falsas escuadras, regla de senos, mesa de senos y máquina de medición por coordenadas.

Instrumentos básicos de metrología dimensional

Regla de acero

Se usan como mecanismo de medición lineal y la longitud se lee directamente. Las reglas de acero pueden estar graduadas en pulgadas o milímetros, inclusive existen reglas graduadas en ambas unidades: milímetros a un lado y pulgadas al otro. Estas suelen tener un número en sus extremos que indica las divisiones que tiene cada pulgada, usualmente cuartos, octavos, dieciseisavos, treintaidosavos y sesentaicuatrosavos.



Figura 2: Regla de acero

Fuente: Herramental. (2018). Ilustración de regla de acero. Recuperado de <http://www.herramental.com.mx/reglas-de-acero-serie-182/>

Calibrador universal

Es un instrumento de precisión usado para medir pequeñas longitudes (décimas de milímetros), de diámetros externos, internos y profundidades; en una sola operación. Fue elaborado para satisfacer la necesidad de un instrumento de lectura directa que pudiera brindar una medida fácilmente, en una sola operación.

El calibrador típico puede tomar tres tipos de mediciones: exteriores, interiores y profundidades; pero algunos además pueden realizar cálculos de peldaño y ángulos.

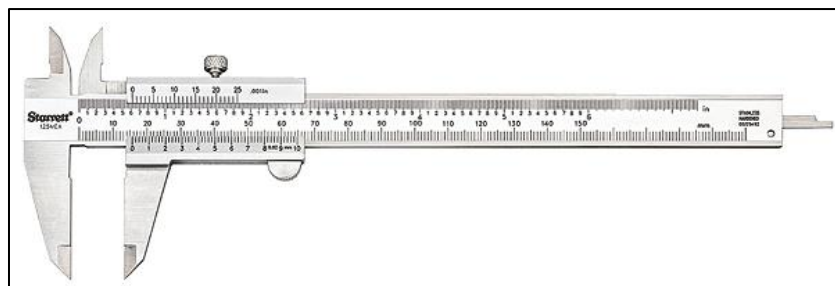


Figura 3: Calibrador universal

Fuente: De Máquinas y Herramientas. (2018). Ilustración de calibrador universal. Recuperado de <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/calibre-pie-de-rey-tipos>

Tipos de Presión & Vacío

La presión es una de las magnitudes de más uso en la industria, dado que con ella es posible determinar el valor de diferentes variables de proceso como lo son: el nivel de líquidos, el flujo de fluidos, la velocidad del aire con manómetros de presión diferencial, la razón de fugas, contenidos de carbonatación, la altitud mediante barómetros, la fuerza mediante dinamómetros de mano de presión relativa, la temperatura de vapor de agua y de gases refrigerantes mediante manotermómetros, y por su puesto la presión misma en sus diferentes tipos y alcances (Tipos de presión, 2002, p 1).

Al clasificar los tipos de presión encontramos dos grades clasificaciones: a) la relativa, la cual tiene como punto de referencia la atmosférica y, b) la absoluta, que la cual tiene como referencia el cero absoluto.

Las presiones mayores a la presente en la atmosfera se entienden mejor bajo el concepto de que la esta es igual a fuerza por unidad de área ($P = F/A$), mientras que las halladas alrededor de la atmosférica y de la presión diferencial toman el concepto de una hidrostática ($P = \rho \cdot g \cdot h$), y la de gas y el vacío absoluto relacionados con la ley de los gases ideales ($P = n \cdot R \cdot T/V$).

Tipos de Presión

Presión atmosférica: es la ejercida en la atmósfera que rodea la tierra sobre todos los objetos que se hallan en contacto con ella. Esta cambia con la altitud: a mayor altitud menor presión atmosférica, un aumento en altitud de 1 000 m representa su disminución atmosférica en aproximadamente 100 hPa.

Presión atmosférica normalizada: ejercida por la atmósfera bajo condiciones normalizadas, igual a 1 013,25 hPa (760 mmHg). La cual idealmente se presenta a una altitud de 0 m s.n.m. (sobre el nivel medio del mar), temperatura ambiente de 20 °C, humedad de 65 %HR y densidad del aire de 1,2 kg/m³.

Presión barométrica: presión atmosférica local más una corrección por la altitud geopotencial local. Oscila alrededor de la presión atmosférica normalizada (1 013,25 hPa).

Presión relativa: también conocida como presión positiva o manométrica (en inglés gauge pressure). Mayor a la presión atmosférica local, medida con referencia a la presión atmosférica.

Presión relativa normalizada: también conocida como presión a referencia constante o referencia sellada. Medida con referencia a la presión atmosférica normalizada de 1013,25 hPa.

Presión diferencial: es la que mide la diferencia entre dos AŠB, la presión relativa y vacío relativo son ejemplos de ella cuando la presión B es igual a la encontrada en la atmosférica local.

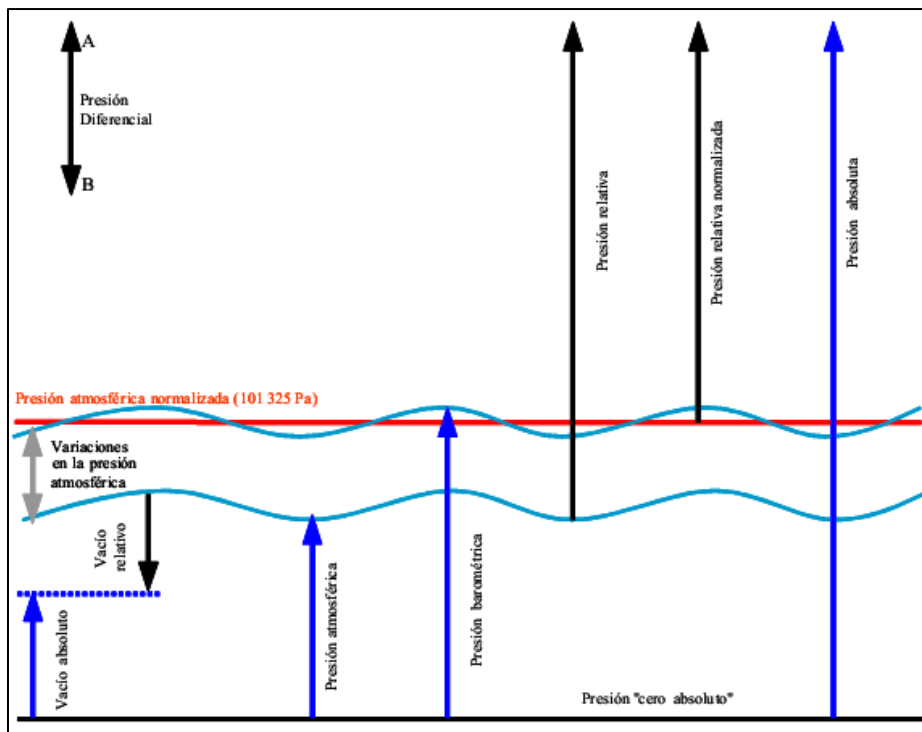


Figura 4: Tipos de presión

Fuente: La Guía Metas. Tipos de presión & vacío. (2002). Ilustración de tipos de presión. Recuperado de <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-02-03-Tipos-presion.pdf>

Alcances de Vacío

Vacío relativo: también conocido como presión negativa o vacío negativo (en inglés gauge vacuum). Menor a la atmosférica local, medida con respecto a la atmosférica.

Cero absoluto: presión nula que se obtendría en el caso ideal de la ausencia total de moléculas.

Presión absoluta: la que se mide respecto a la presión de cero absoluto, atmosférica es un ejemplo de presión absoluta.

Vacío absoluto: vacío que se mide con respecto al cero absoluto, como una presión absoluta de gas, menor a la atmosférica.

Bajo vacío: presión absoluta de gas en el alcance de 100 kPa a 100 Pa.

Medio vacío: presión absoluta de gas en el alcance de 100 Pa a 0,1 Pa.

Alto vacío: presión absoluta de gas en el alcance de 0,1 Pa a 10 μ Pa.

Ultra alto vacío: presión absoluta de gas menor a 10 μ Pa.

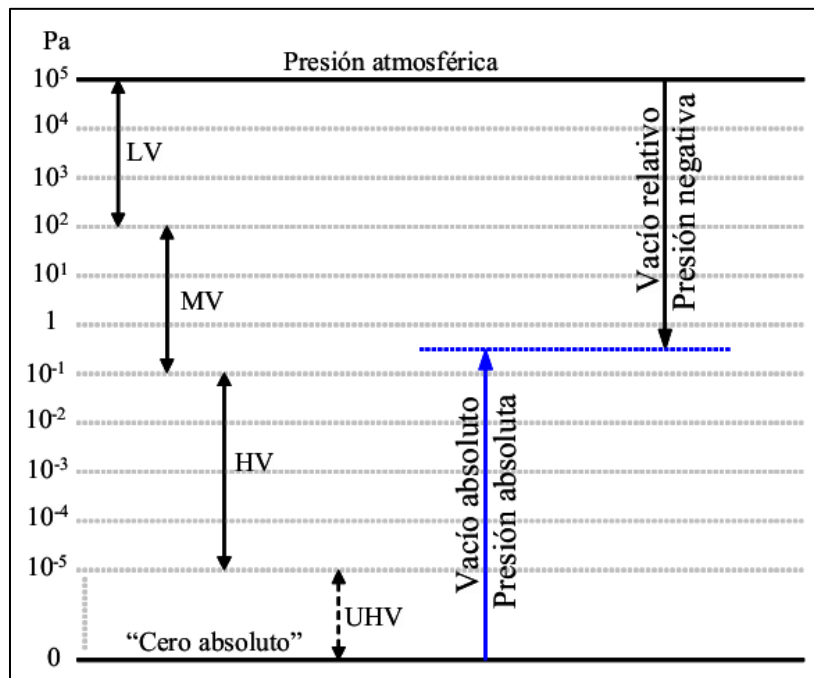


Figura 5: Tipos de vacío

Fuente: La Guía Metas. Tipos de presión & vacío. (2002). Ilustración de tipos de vacío. Recuperado de <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-02-03-Tipos-presion.pdf>

Metrología en magnitud de temperatura

Calibración por comparación

Este método consiste en comparar la lectura de un termómetro cuyas características son conocidas con la lectura del termómetro que estamos calibrando. Este método tiene su base científica en la Ley de Zeroth (Calibración de Temperatura, 2004, p 5).

Existen 4 leyes de la Termodinámica. Una de ellas es la de Zeroth que fue formulada por Fowler muy recientemente en 1931. Esta ley es más importante que las otras tres, por ello no se conoce como la Cuarta Ley sino como la Ley de Zeroth. Esta ley establece que si dos sistemas están en equilibrio térmico, cada uno de ellos teniendo la misma temperatura que un tercer sistema, los dos sistemas tienen la misma temperatura entre sí.

Aplicando este razonamiento a la calibración de temperatura: “si un termómetro calibrado está a la misma temperatura que un baño de calibración, y un termómetro bajo prueba está a la misma temperatura que el baño de calibración, entonces el termómetro calibrado y el termómetro bajo prueba están a la misma temperatura”



Figura 6: Calibración de temperatura por comparación directa

Fuente: AMCLABS. (2018). Ilustración de calibración de temperatura por comparación directa. Recuperado de <http://www.amclabs.com.mx/temperatura>

Instrumentos para la calibración de termómetros

Bloques secos o pozos

Los bloques secos, como su nombre indica, son de metal y en ellos es donde se colocan los sensores de temperatura a calibrar, este es calentado o enfriado a la temperatura deseada. Existen dos tipos: en uno de ellos el bloque es perforado con un número de orificios que recibirán a los sensores. Esta es una buena aproximación para lograr un buen contacto térmico. El segundo tipo tiene una sola

abertura donde se pueden colocar diferentes tipos de insertos. Este sistema es más flexible y da resultados más precisos.

Los bloques secos están distribuidos en tres grandes grupos, clasificados según el material disponible y la tecnología de enfriamiento escogida.

Estos tres grupos son:

1.- Baños calentados o enfriados mediante bombas de calor o módulos Peltier construidos en estado sólido. Normalmente cubren el rango entre -40 a 140 °C.

2.- Baños de bloque metálico calentados eléctricamente. Normalmente cubren el rango entre 30 y 700 °C

3.- Hornos pequeños. Se utilizan hasta los 1200 °C



Figura 7: Pozo seco Fluke 9142/9143/9144

Fuente: Fluke. (2018). Ilustración de pozo seco. Recuperado de <http://www.fluke.com/fluke/eces/calibradores-de-procesos/calibradores-de-temperatura/fcal-9142-9143-9144-field-metrology-well.htm?pid=55542>

Equipos de baja temperatura (Bloques Peltier)

Los módulos de Peltier son bombas de calor de estado sólido. Cuando se hace pasar una corriente directa a través del dispositivo, el calor es bombeado en un sentido. Cuando se invierten las conexiones, el calor es bombeado en el otro sentido. Tienen algunas limitaciones: al ser hechos con semi-conductores la temperatura máxima de operación está dada por la soldadura utilizada en el ensamble del módulo y efectivamente esta temperatura máxima es muy modesta.

Existen otros dispositivos diferenciales en donde su eficiencia no está dada por la temperatura máxima o mínima de operación, sino por la máxima “diferencia de temperatura” entre las dos caras. Esto significa en la práctica que la temperatura mínima de operación varía con la ambiental del lugar donde se está elaborando. Cuando se trabaja con dispositivos Peltier debe preguntársele al fabricante cuáles deben ser las condiciones para que se logre la temperatura mínima ofrecida, porque algunas especificaciones no son muy claras en este sentido.

Los bloques secos que utilizan dispositivos Peltier tienen la ventaja de trabajar a temperaturas bajo cero y temperaturas sobre cero. La mayoría de las veces son portátiles y tienen típicamente velocidades de enfriamiento y calentamiento muy rápidas.

Baños de bloque de metal calentados eléctricamente

En estos, un calentador eléctrico reemplaza a la bomba de calor. Comparados con los baños que utilizan los módulos Peltier se tienen algunas ventajas: mayor rango de temperatura, costos menores y algunas veces volúmenes de calibración mayores. Normalmente se fabrican para temperaturas máximas de 650°C a 750 °C.

La desventaja es que solamente se pueden utilizar para temperaturas altas y no operan a temperaturas por debajo del ambiente. Una especificación que pida un rango de 0° a 650° Celsius implica dos baños. Sería más apropiado indicar: Ambiente más 5° Celsius para la temperatura inferior.

Hornos pequeños

Para altas temperaturas, los elementos convencionales formados por hojas metálicas deben ser sustituidos por hornos de cerámica. Un bloque seco normalmente se calienta utilizando un cartucho o elementos de calentamiento colocados alrededor del bloque. Los hornos tienen una construcción diferente. Para la pared se maneja cerámica y un bloque de metal desmontable que se ajusta dentro del ensamble. Se manipulan para calibrar termopares hasta temperaturas de 1200° Celsius.

Comparados con los baños secos de baja temperatura, su desventaja es que tienen menos uniformidad en la temperatura y mayores tiempos de calentamiento y enfriamiento.



Figura 8: Horno para calibración Fluke 4180/4181

Fuente: Instrumentation. (2018). Ilustración de horno para calibración. Recuperado de <http://instrumentation.com/4180-4181-precision-infrared-calibrators-instrumentation.aspx>

Baños líquidos portátiles

Estos baños tienen un recipiente que contiene un líquido, este es agitado y calentado o enfriado a la temperatura deseada. Los sensores de temperatura se colocan directamente en él evitando tener que usar bloques específicamente taladrados. Son especialmente útiles para sensores de formas irregulares y cortos. Así mismo, sensores en ángulo no pueden acomodarse en horno seco pero sí en baño líquido. En términos generales son más precisos que los bloques metálicos o secos ya que no existen pérdidas por el espacio de aire entre sensor y metal y adicionalmente la temperatura es más uniforme en el líquido. Sus desventajas son el límite superior de temperatura que no puede ser muy alta debido a la formación de gases y el peligro de ignición cuando se utilizan líquidos diferentes al agua. Los baños líquidos podrían provocar derrames.



Figura 9: Baños de calibración portátiles 6109A / 7109A

Fuente: Intronica. (2018). Ilustración de baño de calibración portátil. Recuperado de <http://www.intronica.com/calibracion-de-temperatura/354-banos-de-calibracion-portatiles-6109a-7109a.html>

Iluminación

Magnitudes y unidades

Para poder hablar de iluminación es preciso contar con la existencia de una fuente productora de luz y de un objeto a iluminar, las magnitudes que deberán conocerse serán las siguientes:

- El Flujo luminoso.
- La Intensidad luminosa.
- La Iluminancia o nivel de iluminación.
- La Luminancia.

El flujo luminoso y la Intensidad luminosa

Son magnitudes características de las fuentes. El primero indica la potencia luminosa propia de una fuente, y la segunda indica la forma en que se distribuye en el espacio la luz emitida por las fuentes (Chavarría R, (s.f.) pág 1).

La Luminancia

Es una característica propia del aspecto luminoso de una fuente de luz o de una superficie iluminada en una dirección dada. Es lo que produce en el órgano visual la sensación de claridad; la mayor o menor claridad con que vemos los objetos igualmente iluminados depende de su luminancia.

La iluminancia

Es una magnitud característica del objeto iluminado, ya que indica la cantidad de luz que incide sobre una unidad o superficie, cuando es iluminado por una fuente que la emita. El nivel de iluminación óptimo para una tarea determinada corresponde al que da como resultado un mayor rendimiento con una mínima fatiga.

Las cualidades visuales aumentan hasta una iluminación de 1000 lux para estabilizarse hacia los 2000 lux. El nivel de esta en un puesto de trabajo se adaptará a la tarea a realizar y tendrá en cuenta la edad del trabajador así como las condiciones reales en que se debe realizar el trabajo.

De acuerdo a la norma INTE 31-08-06-2000 “Niveles y condiciones de iluminación que deben tener los centro de trabajo” emitida por INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica), para realizar actividades en laboratorios se recomienda contar con al menos 600 lux en el área de trabajo.


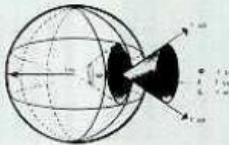
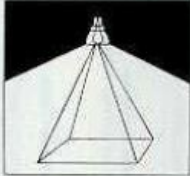

MAGNITUD	SIMBOLO	UNIDAD	DEFINICION DE LA UNIDAD	REPRESENTACION GRAFICA
FLUJO	Φ	LUMEN (lm)	Flujo luminoso de la radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hertz y un flujo de energía radiante de 1/683 vatios.	
INTENSIDAD LUMINOSA	I	CANDELA (cd)	Intensidad luminosa de una fuente puntual que emite un flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido de un estereoradian.	
NIVEL DE ILUMINACION (ILUMINANCIA)	E	LUX (lx)	Fujo luminoso de un lumen que recibe una superficie de 1 m ² .	
LUMINANCIA	L	CANDELA por m ² (cd/m ²) CANDELA por cm ² (cd/cm ²)	Intensidad luminosa de una candela por unidad de superficie.	

Figura 10: Magnitudes de la iluminación

Fuente: Chavarría R. (s.f.), Iluminación de los centros de trabajo.

Fundamentos sobre Aire Acondicionado

Un sistema de aire acondicionado es un sistema de refrigeración utilizado para enfriar, deshumidificar, filtrar y/o calentar el aire de un espacio. El sistema de refrigeración extrae el calor del aire dentro del espacio, reduciendo la temperatura del mismo. El vapor de agua contenido en el aire es recolectado sobre la superficie fría del evaporador y drenado, deshumidificando así también el aire dentro del espacio (Francis E, 1999, p 29).

Proceso de Refrigeración

La transferencia de calor en el sistema de refrigeración se lleva a cabo utilizando un refrigerante que opera en un sistema cerrado. El proceso de refrigeración tiene su aplicación tanto en sistemas refrigerados como en sistemas de aire acondicionado. Los sistemas de aire acondicionado utilizan refrigeración para proporcionar enfriamiento confortable y deshumidificación del aire (Francis E, 1999, p 31)

Componentes del Ciclo de Refrigeración

El ciclo de refrigeración posee cuatro partes esenciales:

Compresor: Es un dispositivo mecánico para bombear refrigerante de un área de baja presión (evaporador) a un área de alta presión (condensador).

Condensador: Es un dispositivo para eliminar calor del sistema de refrigeración. En él, el vapor a alta temperatura y alta presión transfiere calor a través de los tubos del condensador al medio que lo rodea. Cuando la temperatura del vapor se reduce a la temperatura de saturación, el calor latente se sigue eliminando hace que el refrigerante se condense, produciendo refrigerante líquido.

Dispositivo Medidor: Controla el flujo del refrigerante hacia el evaporador. Separa la parte de alta presión y la parte de baja presión del sistema.

Evaporador: Es un dispositivo para absorber el calor hacia dentro del sistema de refrigeración. Dentro suyo, el refrigerante saturado absorbe el calor que rodea y hierve como un vapor a baja presión.

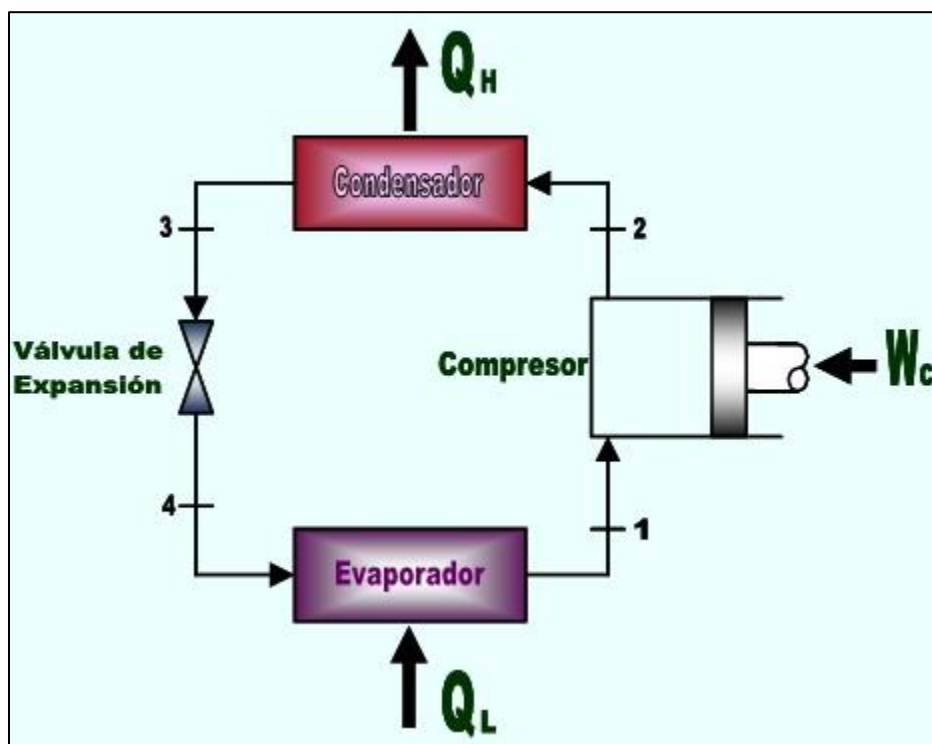


Figura 11: Componentes del ciclo de refrigeración

Fuente: UNET. (2018). Ilustración de componentes del ciclo de refrigeración. Recuperado de http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/F_DE_T-152.htm

Carta Psicométrica

La carta psicométrica es un esfuerzo por mostrar las relaciones en muchas de las propiedades del aire. La carta muestra todas las siguientes propiedades: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo, humedad relativa, punto de rocío, relación de humedad, calor total (entalpía) y volumen específico. Si por lo menos dos de estas propiedades listadas son conocidas, el resto pueden ser obtenidas. Cualquier proceso que consista en calentar, enfriar, deshumidificar o humidificar aire puede ser trazado en la carta psicométrica (Carl E, 2016).

Temperatura de Bulbo Seco: La temperatura de una sustancia tal como se lee de un termómetro común.

Temperatura de Bulbo Húmedo: Es usada como una medición del contenido de agua en la humedad del aire. Se obtiene por pasar aire sobre un termómetro que tiene un trapo húmedo sobre su bulbo sensor.

Humedad Relativa: La relación de la cantidad de vapor de agua en una muestra dada de aire a la máxima cantidad de vapor de agua que el mismo aire puede mantener. El 100% de humedad relativa indica aire saturado y su 0% indica aire seco.

Temperatura de Punto de Rocío: La temperatura a la cual el aire tiene que ser enfriado antes de que comience la condensación de su humedad.

Radio de Humedad: A veces llamado como “Humedad específica”, este es el peso actual de vapor de agua en una libra de aire seco.

Entalpía: Este término se usa para describir el total de calor de una sustancia y se mide en BTU/lb.

Volumen Específico: Es el recíproco de la densidad, el volumen específico se mide en pies cúbicos de mezcla agua-vapor por libras de aire seco.

Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica consiste en la obtención de electricidad obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien, mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina (Energía solar fotovoltaica, 2018).

El efecto fotoeléctrico consiste en la emisión de electrones por un material al incidir sobre él una radiación electromagnética.

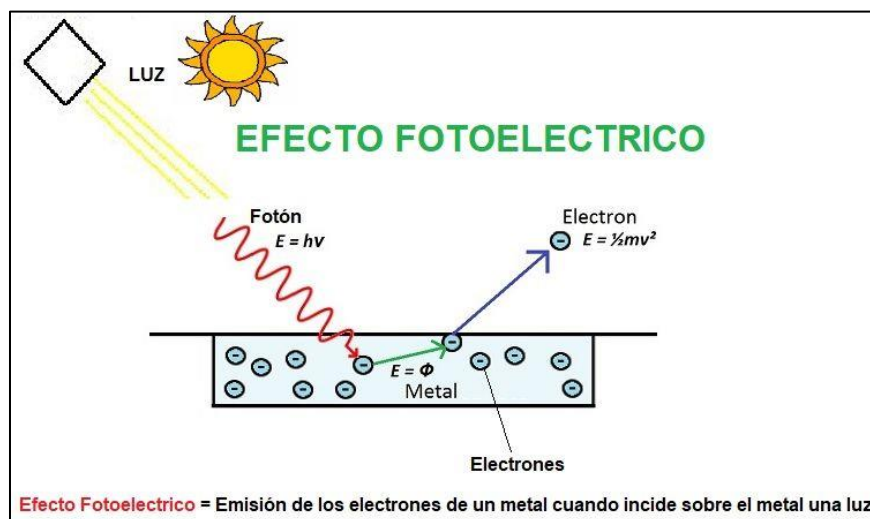


Figura 12: Efecto Fotoeléctrico

Fuente: Área Tecnología. (2018). Ilustración de efecto fotoeléctrico. Recuperado de <http://www.areatecnologia.com/electricidad/efecto-fotoelectrico.html>

Baterías para almacenar energía solar

Consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad. Cada celda consta de un electrodo positivo, un electrodo negativo y electrolitos que permiten que los iones se muevan entre los electrodos; facilitando que la corriente fluya fuera de la batería para llevar a cabo su función.

Durante el día el panel fotovoltaico recibe la radiación solar y la convierte en electricidad que a su vez es suministrada a la instalación. El excedente de energía de este consumo es almacenada en la batería o baterías que formen parte de la propia instalación y que se utilizará durante la noche o durante los días de poca generación de energía solar.

La capacidad de una batería solar para acumular energía depende directamente de la velocidad de descarga de la misma: a mayor tiempo de descarga, mayor es la cantidad de energía que la batería solar es capaz de generar (Solar Rocket, 2018).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

Enfoque de la Investigación

Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio en su libro: “Metodología de la Investigación”, mencionan que las investigaciones pueden tener un enfoque cualitativo, cuantitativo o mixto; un diseño electromecánico para un laboratorio móvil de calibración se relaciona mejor con un enfoque cuantitativo, ya que posee las siguientes características:

-El investigador o investigadora plantea un problema de estudio delimitado y concreto sobre el fenómeno, aunque en evolución. Sus preguntas de investigación versan sobre cuestiones específicas.

-Una vez planteado el problema de estudio, el investigador o investigadora considera lo que se ha investigado anteriormente (la revisión de la literatura) y construye un marco teórico (la teoría que habrá de guiar su estudio), del cual deriva una o varias hipótesis (cuestiones que va a examinar si son ciertas o no) y las somete a prueba mediante el empleo de los diseños de investigación apropiados [...] La recolección de los datos se fundamenta en la medición (se miden las variables o conceptos contenidos en las hipótesis). Esta recolección se lleva a cabo al utilizar procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica. Para que una investigación sea creíble y aceptada por otros investigadores, debe demostrarse que se siguieron tales procedimientos. Como en este enfoque se pretende medir, los fenómenos estudiados deben poder observarse o referirse al “mundo real” [...] Al final, con los estudios cuantitativos se pretende confirmar y predecir los fenómenos investigados, buscando regularidades y relaciones causales entre elementos. Esto significa que la meta principal es la formulación y demostración de teorías. (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista, 2014, p. 5).

Las descripciones anteriores se ajustan a las características del proyecto, ya que los requerimientos normados y generales para un laboratorio de calibración vienen a ser evaluados al diseño propuesto específicamente. Con la teoría expuesta en el marco teórico se llegará a demostrar si el diseño propuesto cumplirá los requerimientos de un laboratorio de calibración. El dimensionamiento físico y la selección de patrones requeridos para magnitudes dimensionales, de temperatura y presión serán referenciados por datos numéricos.

Método de la Investigación

El método para una investigación comienza con el diseño que se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema Hernández citando a Wentz, (2014); McLaren, (2014); Creswell, (2013), Hernández-Sampieri *et al.*, (2013) y Kalaian, (2008).

El diseño del laboratorio móvil consistirá inicialmente en el estudio de la norma ISO/IEC 17025: 2017, la cual especifica los requisitos para la competencia de laboratorios de metrología, teniendo claro la intención del proyecto y los requerimientos de la norma se aplicarán los conceptos que se pueden relacionar entre ambos. Seguidamente se debe modelar el espacio físico que va a requerir el diseño, entendiendo que las magnitudes a calibrar son dimensional, temperatura y presión; se seleccionará un contenedor de tamaño comercial donde las actividades puedan ser realizadas.

Así como el espacio físico, también se tomarán en cuenta las condiciones de iluminación y climatización necesarias, esto para la selección de equipos adecuados. Se pretende estimar la rentabilidad del servicio móvil propuesto en comparación con el método tradicional de los demás laboratorios por la diferenciación del servicio, teniendo en cuenta el costo total del diseño y la

cantidad de equipos a calibrar. Por último se recopilará toda la información de los materiales y máquinas para determinar el costo total del diseño.

Fuentes de Información

Fuentes de información primarias

La fuente principal de esta investigación es toda aquella que se obtiene a partir de publicaciones, ensayos, tesis, antologías y demás. Parte de la información requerida para completar el documento se adquirirá de libros de ingeniería, manuales de fabricantes y páginas web que brinden la información necesaria para realizar cálculos y demostrar las conclusiones.

Fuentes de información secundarias

Como fuente complementaria se obtendrá información de metrología, calibraciones y laboratorios por medio de consultas realizadas a personal experimentado en el área. Parte de esta pesquisa estará enfocada en recomendaciones o ideas para establecer el acondicionamiento de un laboratorio para la calibración de tres diferentes magnitudes y distribución del espacio.

Variables de Análisis

Definición conceptual

Una definición conceptual trata a la variable con otros términos (Hernández, 2014). Los objetos involucrados del proyecto son todos los componentes requeridos para el diseño del laboratorio, iluminación, climatización, contenedor y normativa aplicable. Basado en estos elementos se puede estimar el diseño más óptimo, así como la eficiencia del servicio móvil.

Definición operacional

Una definición operacional constituye el conjunto de procedimientos que describe las actividades que un observador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales, las cuales indican la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado, Hernández refiriéndose a Reynolds (1986, p. 52). El dimensionamiento del laboratorio, iluminación y climatización serán obtenidos a partir de la literatura estudiada. Los requerimientos de las instalaciones serán tomados a partir de la norma ISO/IEC 17025:2017. La rentabilidad será descrita a partir de supuestos e información obtenida por empresas. Los costos del diseño se obtienen por medio de cotizaciones de suplidores relacionados a la materia.

Preguntas abiertas

“[...] no delimitan de antemano las alternativas de respuesta, por lo cual el número de categorías de respuesta es muy elevado; en teoría, es infinito, y puede variar de población en población” (p 220).

Las preguntas abiertas se utilizarán para recopilar información del método para calibración propuesto, así también recibir retroalimentación de personal experimentado en metrología. Adicional al cuestionario, la información teórica se tomará prioritariamente de manuales, guías de usuario, normativas y libros teóricos sobre la materia en cuestión; manejada para diseñar el laboratorio móvil.

Recolección de Datos

Inicialmente se compilará toda la información sobre las características de los laboratorios de calibración con enfoque en metrología industrial que incluyan normativas, dimensiones y condiciones ambientales. Además se realizará una comparación del diseño propuesto con la

metodología tradicional de los demás laboratorios en Costa Rica. Por último, se recopilará toda información sobre los costos de materiales y equipos para conocer el monto total del diseño.

Análisis de Datos

Determinados los requerimientos por la normativa ISO/IEC 17025:2017 respecto a instalaciones y condiciones ambientales, se buscarán materiales y equipos que logren cumplir dichas características. Se efectuarán cálculos teóricos para analizar los resultados de los equipos propuestos.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Proceso para la acreditación de laboratorios de ensayos y calibración

En Costa Rica, el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) es el único gremio competente con potestad para emitir las acreditaciones a nivel nacional en las áreas de laboratorios de ensayo y calibración. Los Organismos de Evaluación de la Conformidad (OEC) son los encargados de evaluar y realizar una declaración objetiva de que los servicios y productos cumplen los requisitos específicos.

El ECA es el encargado de comprobar, mediante evaluaciones independientes e imparciales, la competencia de los OEC, con objeto de dar confianza a los compradores de los servicios. La acreditación garantiza que los OEC desempeñen sus tareas de manera equivalente, generando la adecuada confianza para la confiabilidad de sus resultados (ECA, 2012, obtenido de http://www.eca.or.cr/acr_quees.php).

Antes de realizar una solicitud para ser evaluado y obtener una acreditación los laboratorios de calibración deben contar con los siguientes requisitos generales:

- Ser una organización legalmente constituida.
- Tener implementado un sistema de Calidad.
- Contar con personal calificado para sus actividades.
- Poseer una infraestructura acorde con las funciones que realizan.
- Cumplir con requisitos particulares según el alcance de sus actividades.

Adicionalmente para obtener la acreditación como laboratorio de ensayo y calibración, se debe cumplir con: Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración (ECA, 2012, http://www.eca.or.cr/lab_descr.php).

Teniendo claro cuáles son los requisitos de los laboratorios, los mismos pueden realizar una solicitud por medio del formulario “Solicitud de acreditación inicial para laboratorios de calibración en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005”, el cual puede ser obtenido a través de la página web del ECA. El formulario solicita a los laboratorios información general, legal, los servicios que ofrecen, referencias sobre su sistema de calidad, alcance para la acreditación indicando el procedimiento y los equipos de medición que se van a utilizar, y los formatos para los certificados.

Resultados de conversación con personal experimentado en metrología

Así como se buscó información sobre el proceso de acreditación para un laboratorio de metrología, también se consultó con personal experimentado en la materia. Se entrevistó a un técnico en calibración con alrededor de 20 años de experiencia, Rafael Benavente. Él comenta que un laboratorio es acreditado por el tipo de calibración que ejecuta, es decir, una magnitud con un rango, una tolerancia, con condiciones ambientales controladas y un equipo por ejemplo; un laboratorio está acreditado en la magnitud de fuerza, donde el rango abarca desde 0 hasta 100 kgf, con una tolerancia de ± 0.5 kgf, utilizando la celda de carga patrón a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $50\% \pm 20\%$.

La prueba es acreditada siempre y cuando el laboratorio cuente con un sistema de calidad y sus instalaciones sean adecuadas según los requerimientos de la norma ISO/IEC 17025. El recinto puede realizar calibraciones sin estar acreditadas, sin embargo la confianza de los resultados no será la misma que la otorgada por otro que si lo está. Cada laboratorio cuenta con su propio procedimiento para una calibración específica o genérica, el ECA verifica que el procedimiento cumpla con los resultados esperados.

Respecto al dimensionamiento del espacio físico no hay ninguna restricción del mismo, la recomendación que indica Benavente es que, el espacio de trabajo sea el adecuado para la magnitud que se encuentre por calibrar por ejemplo, una regla metálica de medio metro abarcará más espacio que un micrómetro. Para requisitos del diseño móvil no se prevé mayor dificultad, ya que este está limitado para equipos portátiles, sencillos de transportar y no demandan gran espacio de almacenamiento.

Selección de Patrones para Laboratorio Móvil

El diseño al ser considerado un laboratorio móvil, debe contemplar patrones que puedan ser transportados con facilidad y que estén definidos como portátiles, se encuentra referidos en la tabla 1.

Tabla 1: Patrones para calibración

Fuente: Elaboración Propia

Magnitud	Descripción	Marca	Modelo	Requerimiento Eléctrico
Dimensional	Bloques patrón	Mitutoyo	516-966	N / A
	Vernier		500-184-30	Batería SR44 1.5V x 1
	Micrómetro		MDH-25MB	Batería de Litio CR2032 x 1
	Indicadores digital		515-374	Batería SR44 1.5V x 1
	Reglas		182-124	N / A
Temperatura	Termómetro patrón	Fluke	754 DPC	Batería Ion de Litio Recargable 7.2 V
	Pozo Seco		7102	115 V CA ($\pm 10\%$), 1,8 A o 230 V CA ($\pm 10\%$), 0,9 A, conmutable, 50/60 Hz, 200 W
Presión	Manovacúmetro patrón	Fluke	754 DPC	Batería Ion de Litio Recargable 7.2 V

Estimación para el dimensionamiento físico de laboratorio

Para estimar el dimensionamiento del laboratorio se tomarán como referencia las dimensiones de diferentes marcas y modelos de camiones, con capacidades de 2.5 hasta 6.0 toneladas, y se evalúan las diferentes capacidades para determinar el espacio más adecuado.

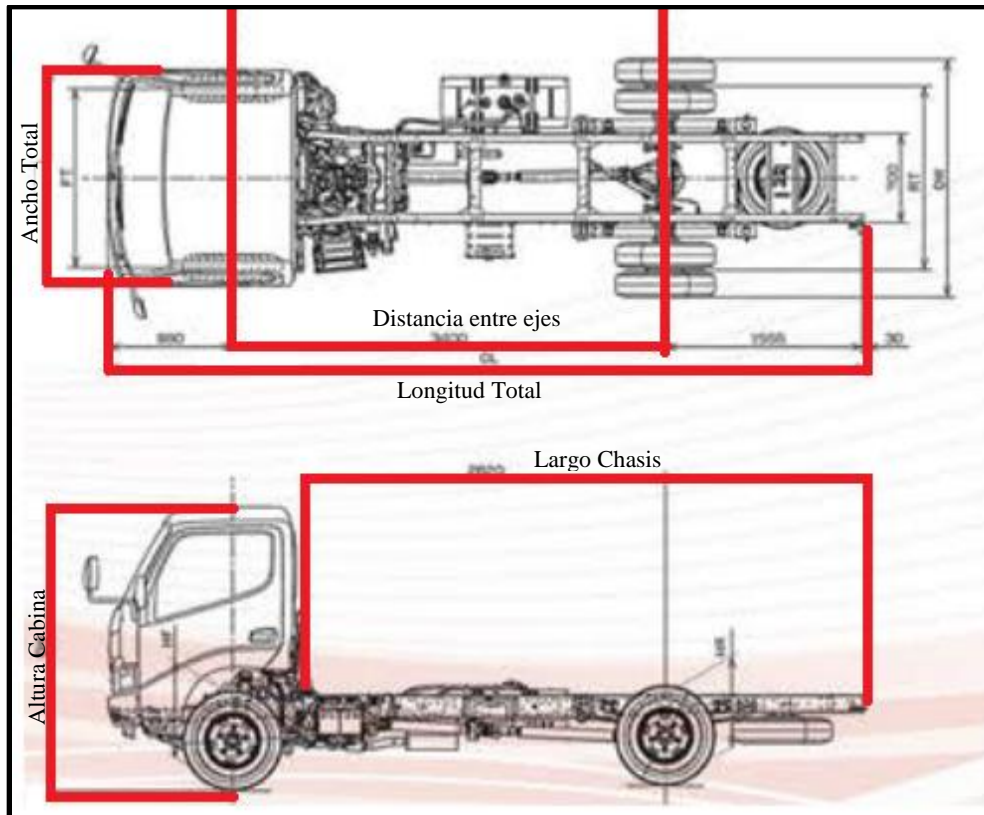


Figura 13: Dimensiones para contenedor

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2: Modelos de camión y características

Fuente: Elaboración Propia

Marca	Modelo	Capacidad (Kg)	Dimensiones (mm)					Alternador
			Longitud total	Ancho total	Altura total-cabina	Altura a chasis	Largo de chasis aprovechable	
HINO	HC25 – 2.5 Toneladas	2500	4,670	1,695	2,135	No especifica	3,080	24 V – 30 A
	HC35 – 3.5 Toneladas	3500	4,740	1,860	2,140	No especifica	3,080	24 V – 30 A
	HL35 – 3.5 Toneladas	3500	5,965	1,860	2,140	No especifica	4,375	24 V – 30 A
	HC40 – 4.0 Toneladas	4000	6,120	1,995	2,240	No especifica	4,450	24 V – 60 A
	HL60 – 6.0 Toneladas	6000	7,285	2,055	2,200	No especifica	5,580	24 V – 60 A
ISUZU	QKR77L-EE1AYCON	2500	4,590	1,695	2,165	655	2,999	12 V – 60 A
	NLR85L-EE1AYPE	2500	4,735	1,815	2,177.5	645	3,022	24 V - 50 A
	NMR85L-HH5AYPE	3500	6,025	1,815	2,231.5	699	4,312	24 V - 50 A
	NPS75L-HJ5VAYPE N	4000	5,985	2,040	2,311.5	739	4,955	24 V - 80 A
	NQR75L-LN5VAYN	6000	7,355	2,040	2,275	830	5,670	24 V - 80 A

De los modelos de camiones mencionados, se selecciona el modelo NQR75L-LN5VAYN de la marca Isuzu, ya que es el modelo con mayor área disponible. La función del contenedor es lograr obtener el espacio más adecuado para colocar los equipos y mobiliario, así como gabinetes para herramientas necesarias. Se tomarán en cuenta las siguientes dimensiones

Ancho disponible = 2.040 m

Largo de chasis aprovechable = 5.670 m

Altura de contenedor = 2.200 m

Altura total = 3.030 m

Estas dimensiones cumplen con los requerimientos del Decreto Ejecutivo No. 31363-MOPT, el cual establece que las dimensiones máximas permitidas para camiones cabina sencilla son:

Ancho = 2.60 m

Altura = 4.15 m

Largo = 6.00 m

$$\text{Área contenedor} = 2.000 \text{ m} \times 4.312 \text{ m} = 11.56 \text{ m}^2$$

Fórmula 1: Cálculo de área para contenedor

$$\text{Volumen Contenedor} = 2.000 \text{ m} \times 4.312 \text{ m} \times 2.200 \text{ m} = 25.45 \text{ m}^3$$

Fórmula 2: Cálculo de volumen para contenedor

Iluminación

El cálculo de la iluminación se tomará a partir del método por lúmenes el cual está descrito en la siguiente fórmula:

$$N = \frac{E \times A}{F_L \times C_u \times M}$$

Fórmula 3: Cálculo de cantidad de luminarias

Donde:

N = Número de luminarias

E = Nivel de iluminación requerida (Lux)

A = Área (m²)

F_L = Flujo Luminoso de la luminaria (lúmenes)

C_u = Coeficiente de reflexión

M = Factor de mantenimiento

El valor del coeficiente de reflexión es tomado por la tabla 3. Referenciadas por Luminotecnia.

Tabla 3: Coeficiente de reflexión

Fuente: Elaboración Propia

Color	C_u
Blanco	0.70 - 0.85
Gris claro	0.40 - 0.50
Gris oscuro	0.10 - 0.20
Negro	0.03 - 0.07
Crema, amarillo	0.50 - 0.75
Marrón claro	0.30 - 0.40
Marrón oscuro	0.10 - 0.20
Rosa	0.45 - 0.50
Rojo claro	0.30 - 0.50
Rojo oscuro	0.10 - 0.20
Verde claro	0.45 - 0.65
Verde oscuro	0.10 - 0.20
Azul claro	0.40 - 0.55
Azul oscuro	0.05 - 0.65

El coeficiente de mantenimiento es tomado a partir de la tabla 4.

Tabla 4: Coeficiente de mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia

Ambiente	M
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Para este diseño se selecciona una luminaria LED de la marca Sylvania, ya que son de bajo consumo. El modelo seleccionado es del tipo Aria Line Led 32W código P04333-36. Las características eléctricas están dadas por la tabla 5.

Tabla 5: Especificaciones de luminaria

Fuente: Elaboración Propia

Descripción Comercial	Potencia (W)	Tensión de Línea (V)	Flujo Luminoso (lm)
Aria Line Led 32W 4000K	32	100 - 227	4980

$$N = \frac{600 \text{ lux} \times 11.56 \text{ m}^2}{4980 \text{ lum} \times 0.8 \times 0.8} = 2.17$$

Para efectos del diseño se tomarán tres luminarias.

Establecimiento de condiciones ambientales para calibrar equipos

El laboratorio tiene como objetivos la calibración de dimensional, temperatura y presión. Por tanto los puntos de temperatura ambiental y humedad relativa serán los siguientes.

Tabla 6: Condiciones Ambientales para Laboratorio

Fuente: Elaboración Propia

Temperatura ambiental	Humedad relativa	Presión barométrica	Iluminación
20°C +/- 2°C	50% +/- 20%	La del lugar	> 600 lux

Estos puntos están basados en recomendaciones de personal experimentado y evidenciados por los requerimientos de almacenamiento de los mismos.

Tabla 7: Temperaturas y Humedad Relativa recomendada por fabricantes

Fuente: Elaboración Propia

Magnitud	Fabricante	Equipo	Temperatura de calibración recomendada	Temperatura de operación recomendada	Humedad Relativa recomendada
Dimensional	Mitutoyo	Micrómetro	20°C ±2°C	0°C - 40°C	Sin especificar
		Vernier		0°C - 40°C	Sin especificar
		Indicadores digital		0°C - 40°C	Sin especificar
Temperatura	Fluke	Termómetro	15 °C - 35 °C	-10 °C - 55 °C	Sin Condensación 90 % @ 10 °C - 30 °C 75 % @ 30 °C - 40 °C 45 % @ 40 °C - 50 °C 35 % @ 50 °C - 55 °C
		Pozo Seco			
Presión	Fluke	Manómetro patrón	15 °C - 35 °C	0 °C - 50 °C	< 80% @ 30 °C < 70% @ 40 °C 40% @ 50 °C

Cálculo de capacidad para aire acondicionado

Existen métodos muy desarrollados para realizar un cálculo de carga térmica que permita saber la capacidad del equipo de aire acondicionado que se necesita para determinado espacio.

Para este caso se utilizará un cálculo primario de capacidades para aire acondicionado, el cual está descrito por la siguiente fórmula:

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

Fórmula 4: Cálculo para capacidad de aire acondicionado

Donde:

C = Capacidad de aire acondicionado (BTU/h)

230 = Factor calculado para América Latina “Temperatura máxima de 40° C” (BTU/hm³)

V = Volumen del área donde se instala el equipo (m³)

P y E = Número de personas y electrodomésticos instalados en el área

476 = Factores de ganancia y pérdida aportados por cada persona y/o electrodoméstico (en BTU/h)

Dada la formula anterior y el cálculo del volumen del contenedor, se establece que tres técnicos van a estar realizando las calibraciones en el mismo espacio al mismo tiempo, y cada uno de ellos manejará un patrón y su computadora portátil, adicional el banco de baterías y el deshumidificador; lo cual suma un total de ocho equipos.

$$C = 230 \text{ BTU/hm}^3 \times 25.45 \text{ m}^3 + (11 \times 476 \text{ BTU/h})$$

$$C = 11089.5 \text{ BTU/h}$$

$$C = 3.25 \text{ kW/h}$$

Control de Humedad Relativa

Se conoce que la humedad relativa es la cantidad de vapor de agua que tiene el aire en comparación a la máxima capacidad de vapor de agua que podría llegar a tener en un espacio determinado.

$$\text{Humedad Relativa} = \frac{\text{masa de vapor}}{\text{masa de vapor saturada}}$$

Fórmula 5: Cálculo de humedad relativa

La humedad relativa de un lugar puede ser contralada si el aire se hace pasar a través de un evaporador, donde el agua del aire se condensará y como tal se separará de él; seguidamente el aire debe pasar por un condensador para recuperar su temperatura inicial. Por esta razón se manejará un deshumidificador que pueda controlar la humedad relativa del recinto.

Cálculo de consumo energético diario

El cálculo del consumo de energía diario se realiza recurriendo a la potencia de los artefactos eléctricos a utilizar y un estimado en horas del uso diario de estos. Para términos del diseño el sistema de aire acondicionado será analizado por aparte, es decir, contará con alimentación independiente.

Para este cálculo se usa la fórmula siguiente:

$$\text{KWh diarios} = \frac{N * P * \text{Hr}}{1000}$$

Fórmula 6: Cálculo de energía requerida

Donde:

KWH = Kilowatt hora diarios (KWh)

N = cantidad de artefactos eléctricos

P = potencia del artefacto (W)

Hr = cantidad de horas de uso diario promedio (hr)

Tabla 8: Resumen de consumo de energía

Fuente: Elaboración Propia

Equipo	Cantidad	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Uso diario (Hr)	Energía (KWh) día
Luminaria	3	32	96	8	0.8
Pozo seco Fluke	1	200	200	3	0.6
Deshumidificador	1	310	310	8	2.5
Equipo de Cómputo	3	60	180	4	0.6
		Total:	754	Total:	4.5

Temperatura y Radiación en Costa Rica

Para determinar el cálculo de la cantidad de paneles se tomará en cuenta el promedio de las temperaturas ambiente, de la cantidad de radiación y de las horas sol en los principales lugares de Costa Rica. La provincia de Cartago es la que cuenta con menor radiación y horas pico sol, por lo que se tendrá como el peor de los casos y el diseño se estimará con esos valores. En la tabla 9 se muestra la temperatura media por provincia y la cantidad de radiación estudio elaborado por el Instituto Costarricense de Electricidad.

Tabla 9: Temperaturas Ambientales en Costa Rica

Fuente: Elaboración Propia

Provincia	Temperatura Media (°C)	Radiación (kWh/m ²)	Horas pico sol (HPS)
San José	21	4.5	5.4
Heredia	21	4.5	6.5
Alajuela	23	5.0	6.5
Cartago	20	4.5	4.6
Puntarenas	28	6.0	6.8
Limón	26	5.0	5.0
Guanacaste	27	6.0	6.8

Cálculo de la cantidad de paneles solares requeridos

Para el cálculo del número de paneles necesarios para suplir el 100% de la demanda de energía, se manejará la fórmula que incluye el Performance Ratio (PR), que es el rendimiento energético de la instalación.

$$N_{\text{mod}} = \frac{C_{\text{ed}}}{PMP * HSP_{\text{crit}} * PR}$$

Fórmula 7: Número de paneles incluyendo Performance Ratio

Donde:

N_{mod} = número de paneles requeridos

Ced = consumo diario estimado (Wh)

PMP = potencia pico del panel seleccionado (W)

HPS_{crit} = horas de sol pico (HPS)

PR = Performance Ratio

$$PR = 100\% - \sum \text{Perdidas}\%$$

Fórmula 8: Cálculo de performance ratio

Las pérdidas contempladas por el Performance Ratio son:

Pérdidas por dispersión de potencia de los módulos: La potencia que desarrollan los paneles, aunque sean de la misma marca no es igual, tampoco su intensidad ni tensión. Este dato lo brinda el fabricante.

Pérdidas por incremento de temperatura de las células fotovoltaicas: El rendimiento de los paneles disminuye con el incremento de la temperatura de su superficie. Esto se calcula con la siguiente ecuación:

$$PT = KT * (TC - 25^{\circ}C)$$

Fórmula 9: Pérdidas por incremento de temperatura

Donde:

PT = pérdida por incremento de temperatura

KT = coeficiente de temperatura, lo da el fabricante ($^{\circ}C^{-1}$)

TC = temperatura media mensual a la que trabajan los paneles (°C)

$$TC = Tamb + \frac{(Tonc - 20^{\circ}C) * E}{800}$$

Fórmula 10: Temperatura media mensual a la que trabajan los paneles

Donde:

TC = temperatura media mensual a la que trabajan los paneles (°C)

Tamb = temperatura media mensual del lugar de instalación (°C)

Tonc = temperatura de operación nominal del panel (°C)

E = radiación media de un día soleado (W/m²)

Sumatoria de pérdidas

-Pérdidas debidas a la acumulación de suciedad en los módulos: en condiciones normales de funcionamiento, con mantenimiento regular no deben superar el 3%.

-Pérdidas por degradación de los módulos: producidas por un proceso natural de degradación y exposición a la radiación solar. Se estima en 1%.

-Pérdidas eléctricas: se estiman pérdidas eléctricas de un 3%.

-Pérdidas por Reflectancia: estimadas por la Universidad de Ginebra en un 2,9%

Cálculo de pérdidas por temperatura

$$TC = Tamb + \frac{(Tonc - 20^{\circ}C) * E}{800}$$

$$TC = 27^{\circ}C$$

Donde:

$T_{amb} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Tabla 9)

$T_{onc} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$E = 225 \text{ W/m}^2$

$$PT = 0.39 * (27 - 25^{\circ}\text{C}) = 0.78\%$$

Donde:

$KT = 0.39 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ (De ficha técnica de panel)

$TC = 27 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Tabla 10: Resumen de pérdidas contempladas por el Performance Ratio

Fuente: Elaboración Propia

Tipo de pérdida	Fuente	Cantidad [%]
Dispersión de potencia	Ficha técnica	5
Incremento de temperatura	Fórmula 9	0.78
Acumulación de suciedad	Máximo permisible	3
Degradación	Estimado	1
Eléctricas	Estimado	3
Reflectancia	Universidad de Ginebra	2.9
	Total =	15.68

Así:

$$PR=100\%-15,68\%=84.32\%$$

Por tanto, el número de paneles de acuerdo con la fórmula 7 es:

$$N_{\text{mod}} = \frac{4500 \text{ Wh}}{350 \text{ W} * 4.6 \text{ h} * 0.8432} = 3.31$$

$$N_{\text{mod}} = 4 \text{ paneles}$$

Donde:

Ced = 4500 Wh (Tabla 8)

PMP = 350 W (Ficha técnica, ver anexos)

HPScrit = 4.6 HPS (Tabla 9)

PR = 84,32 % (Fórmula 8)

Cálculo de la cantidad de paneles solares requeridos para aire acondicionado

El aire acondicionado contará con un sistema de alimentación independiente, ya que se tomarán en cuenta sistemas 100% fotovoltaicos.

$$N_{\text{mod}} = \frac{2200}{350 \text{ W} * 4.6 \text{ h} * 0.8432} = 1.62$$

$$N_{\text{mod}} = 2 \text{ paneles}$$

Donde:

Ced = 2200 Wh (Ficha Técnica)

PMP = 350 W (Ficha técnica, ver anexos)

HPScrit = 4.6 HPS (Tabla 9)

PR = 84,32 % (Fórmula 8)

Cálculo del Inversor

Para calcular la capacidad del inversor se debe sumar las potencias de los equipos a utilizar. Además se tomará en cuenta un factor de seguridad y un factor extra por arranque de motores (deshumidificador).

$$P_{inv} = P.E * F.S * F.A.M$$

Fórmula 11: Cálculo de potencia para inversor

Donde:

P_{inv} = Potencia de Inversor (W)

P.E = Potencia de Equipo (W)

F.S. = Factor de Seguridad

F.A.M = Factor Arranque de Motor

$$P_{inv} = 754 \text{ W} * 1.2 * 1.2 = 1085.76 \text{ W}$$

Donde:

P.E = 754 W (Tabla 8)

F.S. = 1.2

F.A.M = 1.2

Cálculo de banco de batería

Costa Rica es un país que presenta lluvias a lo largo del año, además de la posible presencia de ciclones tropicales. Al tratarse de un servicio móvil autónomo que se alimentará con energía fotovoltaica y teniendo presente el clima del país, se implementará un banco de baterías para asegurar el funcionamiento de los equipos.

Para este cálculo se estima que el sistema debe trabajar ocho horas diarias. Se tomará en cuenta la potencia del inversor ya que previamente se asumieron los factores de arranque y seguridad.

$$Capacidad\ batería = \frac{1085.75\ Wh}{24\ V} = 45.24\ A/h$$

Fórmula 12: Cálculo de capacidad para batería

Costo de diseño

El costo total para el laboratorio móvil de calibración está resumido en la siguiente tabla. El costo contempla los gastos por adquisición e instalación de equipo.

Tabla 11: Costo total de equipos para laboratorio, en dólares*

Fuente: Elaboración Propia

Descripción	Marca o Fabricante	Modelo	Costo total
Camión	Isuzu	NQR75L-LN5VAYN	\$ 46,100.00
Estructura para Chasis	Carrocerías el Guarco	N/A	\$ 6,309.65
Panel Solar	JA Solar	JA Solar JAM(K)-72-350/PR	\$ 1,378.24
Inversor & Cargador	Victron Energy	MultiPlus 500VA - 1200VA	\$ 892.85
Batería	Sonnenschein SOLAR	S12/ 60 A	\$ 329.71
Aire Acondicionado (Inversor + Cargador +Batería) + Instalación	Harvest	HSAC-12C/C	\$ 5,337.00
Deshumidificador	Whirlpool	DE 20 LWS0	\$ 258.14
Luminaria	Sylvania	Aria Line Led 32W 4000K	\$ 559.26
		Total	\$ 6,0669.93

Tabla 12: Costo total de equipos para laboratorio (equivalencia en colones)*

Fuente: Elaboración Propia

Descripción	Marca o Fabricante	Modelo	Costo total
Camión	Isuzu	NQR75L-LN5VAYN	¢ 28,351,500
Estructura para Chasis	Carrocerías el Guarco	N/A	¢ 3,880,435
Panel Solar	JA Solar	JA Solar JAM(K)-72-350/PR	¢ 847,618
Inversor & Cargador	Victron Energy	MultiPlus 500VA - 1200VA	¢ 549,103
Batería	Sonnenschein SOLAR	S12/ 60 A	¢ 202,772
Aire Acondicionado (Inversor + Cargador +Batería) + Instalación	Harvest	HSAC-12C/C	¢ 3,282,255
Deshumidificador	Whirlpool	DE 20 LWS0	¢ 158,756
Luminaria	Sylvania	Aria Line Led 32W 4000K	¢ 343,945
		Total	¢ 37,312,006

*Donde \$ 1.00 = ¢ 615.00

Dado el costo total del laboratorio, se establecerá el siguiente escenario para determinar el tiempo de retorno de la inversión. Los siguientes datos son valores reales por servicios de calibración en una empresa, el nombre del laboratorio y la empresa no son revelados por términos de confidencialidad.

Tabla 13: Costo por servicios de calibración

Fuente: Elaboración Propia

Magnitud	Costo unitario por calibración	Porcentaje extra por servicio móvil	Costo de calibración por servicio móvil
Dimensional	\$ 45	25 %	\$ 56.25
Temperatura	\$ 70	25 %	\$ 87.50
Presión	\$ 50	25 %	\$ 62.50

Tabla 14: Costo por servicios de calibración (equivalencia en colones)

Fuente: Elaboración Propia

Magnitud	Costo unitario por calibración	Porcentaje extra por servicio móvil	Costo de calibración por servicio móvil
Dimensional	₡ 27,675	25 %	₡ 34,594
Temperatura	₡ 43,050	25 %	₡ 53,813
Presión	₡ 30,750	25 %	₡ 38,438

El diseño actual al tratarse de un laboratorio móvil tiene el atractivo de entregar los equipos en un día, evitar los trámites de envío y reducir el tiempo con el que la empresa no contaría con los equipos; esto es una diferenciación respecto al servicio que realizan el resto de laboratorios; por lo tanto se adicionará un porcentaje del 25 % adicional al costo por calibración de referencia.

El laboratorio contará con tres técnicos y con un horario de ocho horas diarias, según estas condiciones y tomando en cuenta el tiempo de receso y de comida; el dato dado por Rafael Benavente da como referencia que es posible calibrar seis equipos por magnitud.

Tabla 15: Cantidad de equipos posibles de calibrar

Fuente: Elaboración Propia

Magnitud	Cantidad de equipos a calibrar por día
Dimensional	6
Temperatura	6
Presión	6
Total	18

Para determinar el tiempo donde la inversión y la ganancia son equivalentes se procede a realizar los siguientes cálculos y supuestos. Se tomará en cuenta un factor de efectividad del 75% para los equipos por calibrar debido a posibles eventos imprevistos, poca demanda o contratiempos que impidan calibrar el 100 % de los mismos. Se efectúa un supuesto de los días por año que se trabajarán, donde se estima un total de tres días por semana por cincuenta semanas laborales; lo que da un total de ciento cincuenta días por año. Las cantidades de equipos a calibrar por día no pueden ser establecidas ya que al tratarse de un diseño, los tiempos reales no son conocidos. Adicionalmente, no hay certeza de que el laboratorio cuente con una demanda del 100%.

$$\text{Calibraciones por año} = \text{Cantidad de equipos} \times 0.75 \times \text{días de servicio por año}$$

$$\text{Calibraciones por año} = 18 \times 0.75 \times 150$$

$$\text{Calibraciones por año} = 2025$$

Fórmula 13: Cálculo de capacidad de calibraciones

Se estima un promedio del costo para cada una de las magnitudes, el cual resulta ser un costo de \$ 68.75.

$$\text{Ganancia por Calibraciones anual} = \text{Costo por equipo} \times \text{Calibraciones por año}$$

$$\text{Ganancia por Calibraciones anual} = \$ 68.75 \times 2025$$

$$\text{Ganancia por calibraciones anual} = \$ 139218.75 (\$ 85,619,531)$$

Fórmula 14: Cálculo de ganancia por calibraciones realizadas anualmente

$$\frac{\text{Costo Total de Diseño}}{\text{Ganancia por Calibraciones anual}} = \text{Retorno de inversión (años)}$$

$$\frac{\$ 60605.59}{\$ 139218.75} = \text{Retorno de inversión (años)}$$

$$\text{Retorno de inversión} = 0.43 \text{ años}$$

Fórmula 15: Cálculo de retorno a inversión en función del tiempo

De acuerdo al escenario planteado se puede observar que el retorno a la inversión es menor a medio año, esto claro si las condiciones supuestas se cumplen y exista demanda para brindar el servicio. Es importante destacar que para este escenario el costo por operación, salarios y cargas sociales de los técnicos no están tomados en cuenta, ya que son una limitante de la investigación.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- 1- La metrología es una ciencia que busca conocer los resultados exactos de las variables físicas. Las empresas que se dedican a la fabricación de diversos productos o llevan a cabo procesos de transformación de materia prima, deben asegurarse que todos los equipos utilizados para llegar a dicho fin cumplan con los requerimientos mínimos de funcionamiento, es aquí donde la metrología industrial evalúa la capacidad de ellos.

Empresas que cuenten con sistemas de calidad, acreditaciones, regulaciones o evaluaciones por entes externos tienen como requisito demostrar la veracidad y la transparencia de sus procesos. La calibración es parte de esa veracidad y la mayoría de empresas no cuenta con capacidad propia para ejecutarla, es ahí cuando los servicios por terceros son solicitados.

La logística que se debe manejar al momento de enviar equipos a calibrar debe tomarse en consideración, ya que el tiempo donde las empresas no cuenten con el equipo podría causar efectos adversos o retrasos en los procesos productivos.

Por lo tanto, la primera conclusión es que un servicio móvil de calibración con enfoque en metrología industrial, que cumpla con todos los requerimientos técnicos y legales, mejorará los tiempos de servicio y se reducirá el tiempo que las empresas cuenten sin equipos.

2- El ECA es la organización responsable de otorgar y emitir las acreditaciones en el país.

Comprueba que los organismos de evaluación de la conformidad (OEC) desempeñen sus tareas de manera equivalente, generando la adecuada confianza para la confiabilidad de sus resultados.

Los laboratorios interesados en obtener una acreditación deben de ser una organización legalmente constituida, tener implementado un sistema de calidad, contar con personal calificado para las actividades, cumplir con requisitos particulares según el alcance de sus actividades y poseer una infraestructura acorde con las funciones que realizan. En el capítulo IV se muestra que el diseño de la infraestructura planteada cumple los requerimientos mínimos para ejercer tareas de calibración.

Los requerimientos por parte del ECA están abarcados dentro de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005, por lo tanto la segunda conclusión es que para obtener una acreditación se debe cumplir con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005.

3- Durante la revisión de la norma ISO/IEC 17025:2005 no se encontró algún requerimiento sobre el espacio mínimo de trabajo, por este motivo se procede a realizar una evaluación para el tamaño del contenedor según la capacidad de carga de distintos camiones y espacio disponible para el chasis de cada uno. Cualquiera de los modelos referidos en el análisis de resultados es capaz de soportar la carga de los equipos y el personal, sin embargo no todos poseen el espacio necesario para colocar todos los mismos.

Adicionalmente se estima que los técnicos permanecerán dentro del contenedor por aproximadamente ocho horas realizando tareas minuciosas de calibración. Evaluar los

criterios de salud ocupacional no está dentro del alcance, sin embargo se debe contar con el espacio y condiciones suficientes para trabajar.

Por lo tanto, la tercera conclusión es que el tamaño óptimo del contenedor para calibrar equipos en la magnitud de dimensional, presión y temperatura debe ser como mínimo el chasis que posee un camión de seis toneladas.

- 4- A nivel nacional INTECO, por medio de la norma INTE 31-08-06-2000 “Niveles y condiciones de iluminación que deben tener los centro de trabajo”, establece los rangos mínimos de iluminación que se deben seguir para ejecutar diferentes tareas. Los laboratorios deben contar con al menos 600 lux. La función de una luminaria es lograr que un usuario pueda observar su alrededor, por lo que se debe disminuir las pérdidas por calor. Para lograr un uso eficiente de la iluminación se debe buscar un bajo consumo energético y un buen nivel de flujo luminoso.

Durante el estudio de la normativa ISO 17025:2005 no se encontraron requerimientos puntuales sobre las condiciones ambientales a las cuales se deben realizar las calibraciones. Se verifican los manuales de los posibles patrones a utilizar como referencia para obtener los rangos de temperaras para la operación.

Cuando se comenzó a evaluar la climatización del laboratorio se contempló utilizar una unidad que estuviera conectada directamente al generador del camión o una que funcionara por medio de un sistema fotovoltaico, sin embargo la primera opción fue descartada porque para poder mantener las condiciones dentro del recinto debía estar encendido todo el tiempo y produciría una gran emisión de gases. Adicionalmente se conversó con personal experimentado en refrigeración y destacan que estos equipos están diseñados para transportar cargas frigoríficas y no para mantener condiciones

estacionarias, por lo que la mayor eficiencia de las máquinas se logra cuando el camión está en movimiento. Los sistemas alimentados por energía solar no producen contaminación ya que se catalogan como energías verdes.

Según lo mencionado, la cuarta conclusión es que el uso de luminaria LED y un sistema de climatización alimentado por energía solar, una iluminación de 600 lux, una temperatura ambiental de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, una humedad relativa de $50\% \pm 20\%$ son los equipos y condiciones adecuadas para un laboratorio móvil de calibración.

- 5- En la valoración económica del proyecto fueron evaluados cada uno de los equipos necesarios, desde el camión con el tamaño de chasis más óptimo hasta la capacidad de los inversores y baterías del sistema fotovoltaico.

Cuando un proyecto es planteado, siempre es evaluado el costo total, el ahorro que generará y en cuanto tiempo se recuperará la inversión. Para este diseño no se toma en cuenta el ahorro, ya que la implementación de este es generada por una necesidad que poseen muchas empresas dedicadas a la fabricación de productos. Por lo tanto se puede concluir que el costo total de diseño está justificado por la demanda de servicio que requieran las empresas manufactureras.

- 6- De acuerdo a lo planteado en el análisis de resultados, se conoce el costo total del diseño móvil y se parte de supuestos para calcular el tiempo de retorno a la inversión, estimando la capacidad de equipos a calibrar por el laboratorio.

Al contar con la limitante de información respecto a los salarios de técnicos, garantías sociales y costos de operación, solo es posible determinar el retorno a partir del costo y cantidades de equipos a calibrar.

Actualmente en Costa Rica existe un total veinticuatro laboratorios de calibración acreditados por el ECA. De ellos, cinco pertenecen a instituciones gubernamentales por lo que no ofrecen servicios privados, nueve están especializados en la magnitud de masa, uno en la variable de volumen, tres en variables eléctricas, uno en fuerza, y otro es propio de la empresa Bridgestone; lo que deja cuatro laboratorios acreditados en más de una magnitud.

Partiendo de lo anterior ninguno de los laboratorios mencionados es móvil, realizan calibraciones “in-situ”, apegados a las condiciones ambientales que posea la instalación del cliente y necesitan el espacio de trabajo de este. Por lo tanto se puede concluir que, la existencia de un laboratorio con la modalidad de ser móvil tendría aceptación a nivel nacional.

Recomendaciones

- Plantear procedimientos sobre las inspecciones que deban realizarse a los equipos en caso de que el personal de calibración sufra un accidente de tránsito mientras se conduce el camión.
- Realizar un estudio de mercado sobre salarios de los técnicos en metrología y gastos de combustible para camiones de seis toneladas; estos datos ayudarán a determinar el retorno a la inversión de forma más precisa.
- Realizar un estudio sobre seguros vehiculares para automotores con estas características.
- Desarrollar campañas informativas para el sector manufactura, que les permita comprender los beneficios que esta modalidad de laboratorio tiene sobre el resto de la competencia.
- Establecer un plan de mantenimiento para los patrones y equipos de climatización, que incluya tareas de limpieza y pruebas de funcionamiento.
- Recopilar información sobre distintos modelos de patrones en las magnitudes de dimensional, presión y temperatura; que permitan realizar calibraciones de forma más eficiente.
- Realizar un estudio sobre qué tipo de calibraciones pueden adaptarse al diseño actual y crear un plan para implementarlas.
- Implementar un sistema de anclaje y sujeción antivibración, para que los patrones durante las tareas de calibración no se vean afectados por la vibración generada del condensador en el sistema de aire acondicionado y el deshumidificador.

Realizar un diseño de la estructura de sujeción de los paneles, el cual permita un fácil desmontaje al momento de ejecutar mantenimientos propios del camión.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

Descripción de equipos a utilizar

Dados los resultados descritos en el capítulo IV y las capacidades requeridas por los equipos, se contempla utilizar los siguientes:

Tabla 16: Equipos a utilizar

Fuente: Elaboración Propia

Descripción	Marca	Modelo	Cantidad
Camión	Isuzu	NQR75L-LN5VAYN	1
Panel Solar	JA Solar	JA Solar JAM(K)-72-350/PR	6
Inversor & Cargador	Victron Energy	MultiPlus 500VA - 1200VA	1
Batería	Sonnenschein SOLAR	S12/ 60 A	2
Aire Acondicionado (Inversor + Cargador +Batería)	Harvest	HSAC-12C/C	1
Deshumidificador	Whirlpool	DE 20 LWS0	1
Luminaria	Sylvania	Aria Line Led 32W 4000K	3

La selección del tamaño del camión se basa en el área disponible que ofrece el chasis, todo este espacio se requiere para colocar los paneles solares en la parte superior. Se pretenden seis de estos en total y cada uno ocupa un área de 2 m², lo que da un total de 12 m². El camión ofrece 11.56 m² donde el excedente de los paneles puede estar ligeramente en el aire, ya que contarán con soportes para la sujeción en el resto de la estructura. Adicionalmente con el espacio disponible se pueden insertar tres estaciones de trabajo, donde los técnicos pueden colocar el equipo de cómputo y las máquinas a calibrar; además de que existe espacio para colocar los inversores, baterías y resto de utilería.

El modelo de panel solar se estableció según la capacidad del mismo, además de que cuenta con distribuidores nacionales de la marca. Los inversores y baterías se seleccionaron por sus capacidades, las cuales permiten que los equipos se alimenten directamente de los paneles o por medio de baterías. Como se mencionó en el capítulo IV, Costa Rica es un país que cuenta con

lluvias y ciclones tropicales a lo largo del año, es por esto que es requerido el uso de baterías, las cuales tienen la capacidad de suplir toda la demanda de un día, en casos donde las condiciones climáticas no sean las más óptimas.

La luminaria se eligió de acuerdo a la baja potencia de consumo y flujo luminoso que ofrece, solo son requeridas tres de ellas de tipo LED para lograr una iluminación de 600 lux, dicho valor es el mínimo requerido para laboratorios según la norma de INTECO, al ser tipo LED se proporciona una buena calidad de claror a un bajo costo de energía.

El deshumidificador posee capacidades de regular la humedad desde el 30% hasta el 80%, donde el rango para realizar las calibraciones está cubierto (30% - 70%). Además, tiene una capacidad de hasta 24m², donde también el área del laboratorio está cubierta.

De acuerdo a la página de Harvest, están disponibles aires acondicionados que pueden funcionar fuera de red por medio de paneles solares. El modelo HSAC-12C/C seleccionado, posee la capacidad de trabajar fuera de red, así como con baterías, este modelo ya contempla todos los elementos necesarios para su funcionamiento, con excepción de los dos paneles dimensionados en el capítulo IV.

Diagramas de conexión y distribución de equipos

La conexión para el sistema de aire acondicionado, para la unidad deshumidificadora, equipos de calibración y luminaria está dada por la siguientes figuras.

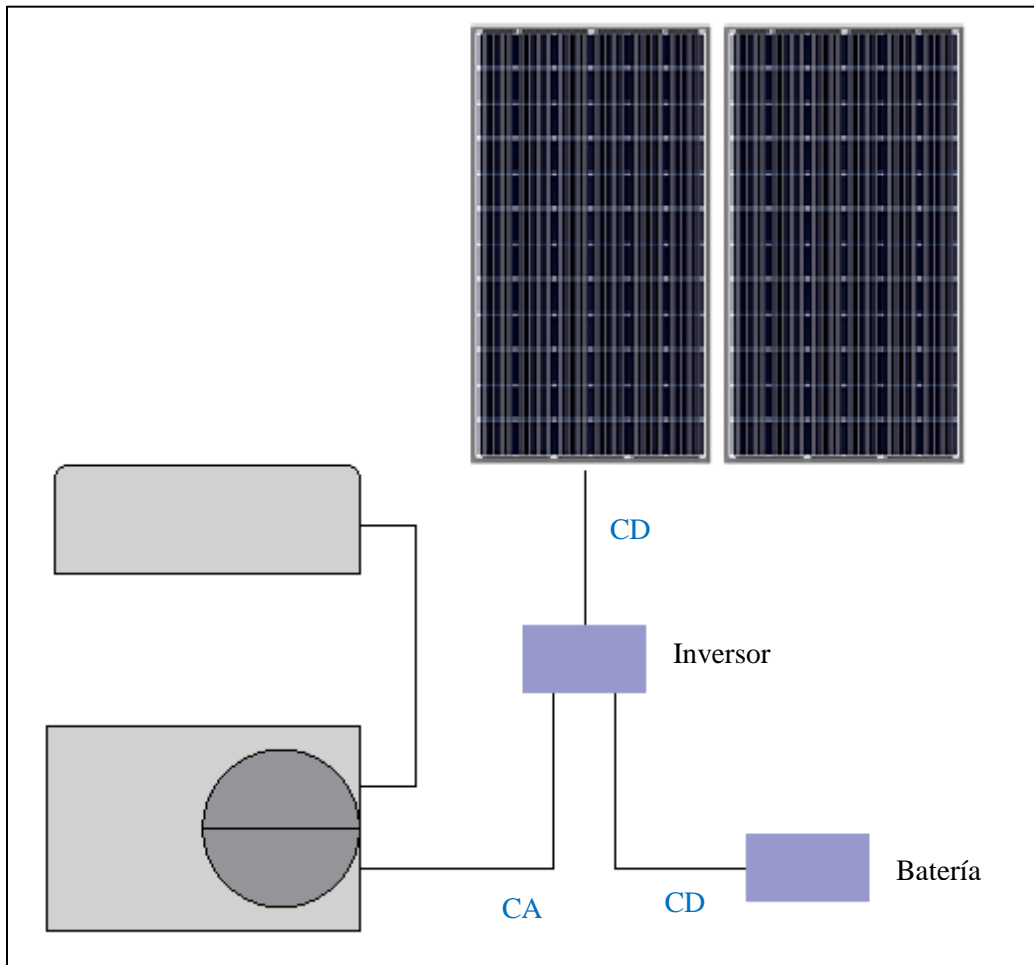


Figura 14: Conexión del sistema de aire acondicionado

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que la unidad condensadora está conectada al inversor y al evaporador, donde el inversor es un puente que une a todos los equipos, como lo son las baterías, los dos paneles solares y las unidades condensadoras y evaporadoras del sistema.

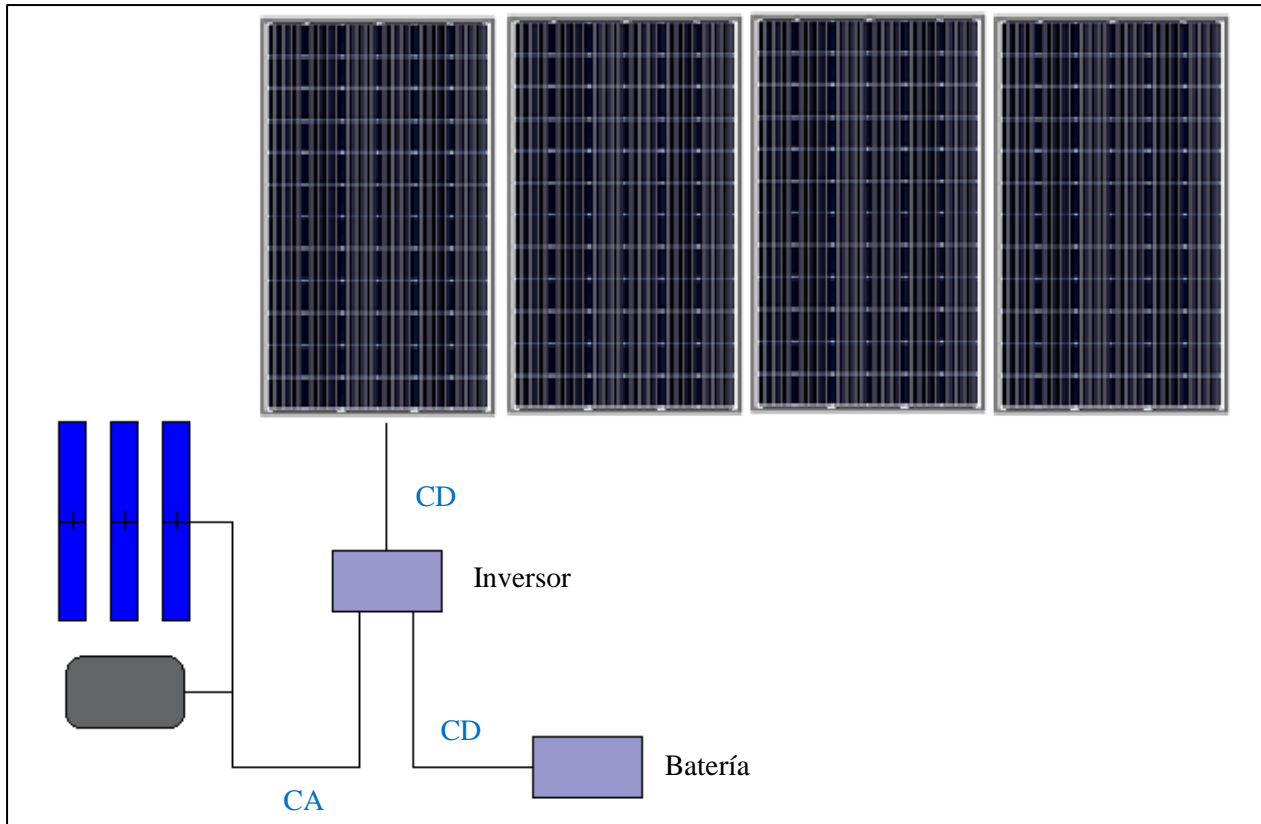


Figura 15: Conexión del sistema fotovoltaico

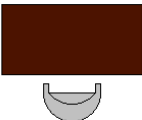


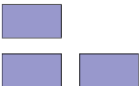



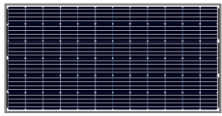
Fuente: Elaboración Propia

Al igual que la figura anterior, la conexión del sistema fotovoltaico está unida principalmente por el inversor, discrepa con que este requiere cuatro paneles que y los equipos a conectar son las luminarias y el deshumidificador.

En la tabla 12 se puede apreciar la descripción de cada elemento, con su respectivo símbolo y dimensiones reales según especificaciones.

Tabla 17: Dimensiones de equipos a utilizar

Fuente: Elaboración Propia

Símbolo	Descripción	Medidas (l x a x h) mm
	Mesa de trabajo	1200 x 500 x 800
	Luminaria	1148 x 81 x 84
	Deshumidificador	345 x 210 x 575
	Batería Inversor & cargador	261 x 136 x 208 250 x 100 x 406
	Evaporador	797 x 285 x 215
	Condensador	822 x 540 x 320
	Puerta	80 x 850 x 2000
	Panel Solar	1956 x 991 x 45

La representación externa superior y lateral del laboratorio está dado por las siguientes figuras.

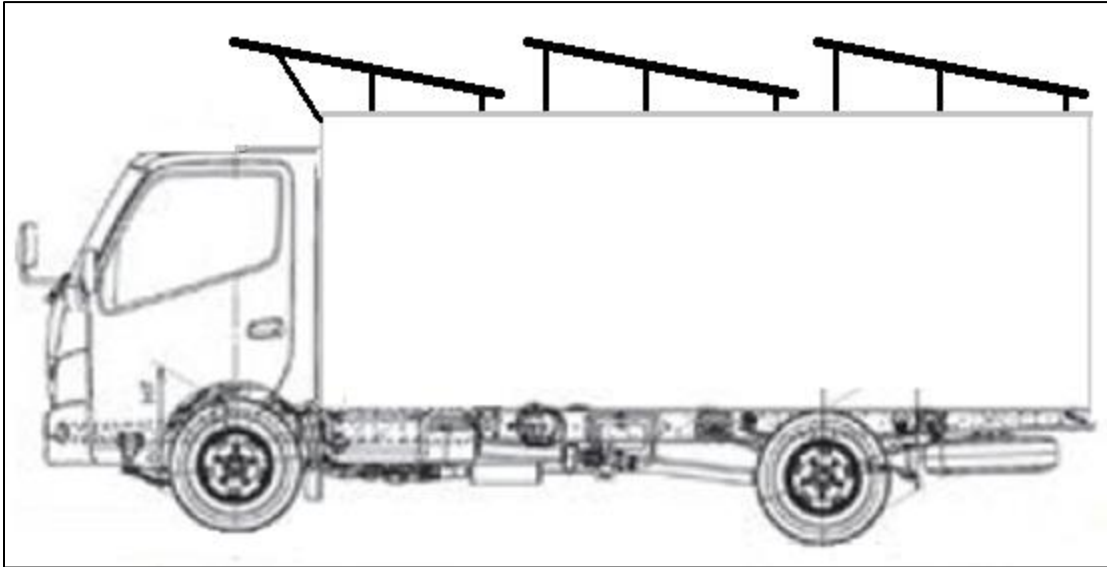


Figura 17: Vista externa lateral de laboratorio

Fuente: Elaboración Propia

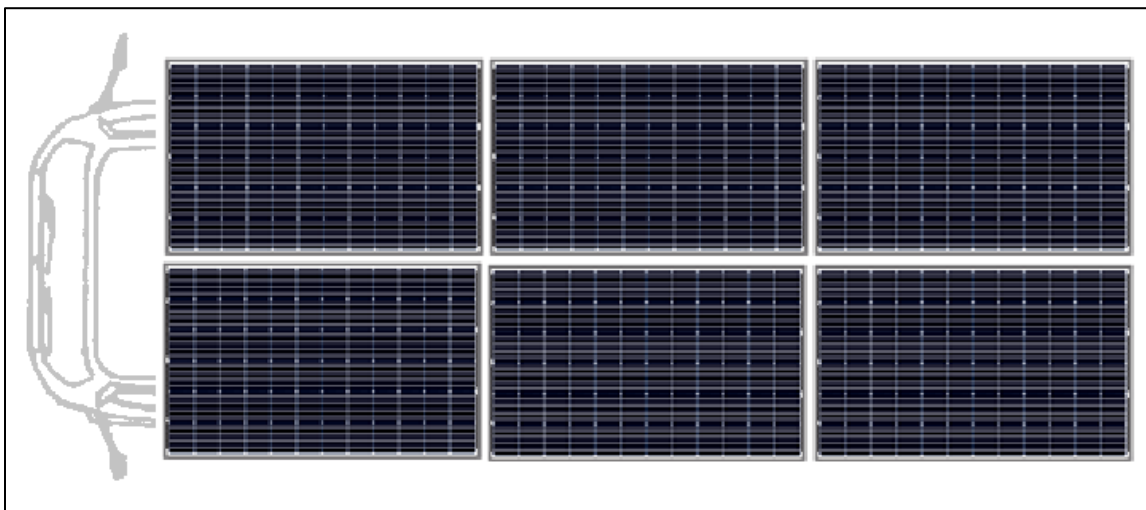


Figura 18: Vista externa superior de laboratorio

Fuente: Elaboración Propia

Costo de diseño

El costo total para el laboratorio móvil de calibración está resumido en el siguiente cuadro. El precio contempla los gastos por adquisición e instalación de equipo.

Referencia a Tabla 11 y 12

Fuente: Elaboración Propia

Descripción	Marca o Fabricante	Costo total \$	Costo total ¢
Camión	Isuzu	\$ 46100.00	¢ 28,351,500
Estructura para Chasis	Carrocerías el Guarco	\$ 6309.65	¢ 3,880,435
Panel Solar	JA Solar	\$ 1378.24	¢ 847,618
Inversor & Cargador	Victron Energy	\$ 892.85	¢ 549,103
Batería	Sonnenschein SOLAR	\$ 329.71	¢ 202,772
Aire Acondicionado (Inversor + Cargador +Batería) + Instalación	Harvest	\$ 5337.00	¢ 3,282,255
Deshumidificador	Whirlpool	\$ 258.14	¢ 158,756
Luminaria	Sylvania	\$ 559.26	¢ 343,945
	Total	\$ 6,0669.93	¢ 37,312,006

REFERENCIAS

Blanca Giménez V, Castilla Cabanes N, Martínez Antón A & Pastor Villa M. (s.f.). Luminotécnica: Cálculo según el método de los lúmenes. Recuperado de la página web <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%C3%ADculo%20docente%20C%C3%A1culo%20m%C3%A9todo%20de%20los%20l%C3%BAmenes.pdf>

Carl E, Berg. (2016). Volviendo a lo Básico: Psicometría y la Carta Psicométrica. Recuperado de la página web <http://www.colmaccoil.com/media/28978/backtobasicpsychometricsandthepsychometriccharts.pdf>

Castro V. (1987). Radiación Global Solar en Costa Rica. Costa Rica. Recuperado de la página web <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Estudio+sobre+Radiaci%C3%B3n+Global+en+Costa+Rica>

Chavarría Cosar R. (s.f.). NTP 211: Iluminación en los centros de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del trabajo. Recuperado de la página web https://www.cso.go.cr/normativa/notas%20tecnicas%20preventivas%20-%20i.n.s.h.t/ntp_211.pdf

Colocho López N, Daza Jiménez P & Guzmán Álvarez M. (2011). Manual Básico de Sistemas de Aire Acondicionado y Extracción Mecánica de Uso Común en Arquitectura. Universidad Dr. José Matías Delgado. El Salvador. Recuperado de la página web http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/06/ARQ/ADTE_SCM0001340.pdf

Contreras Aldana, E. & García López, E. (2010). Diseño y construcción de un laboratorio básico de metrología dimensional como apoyo de la asignatura máquinas térmicas alternativas. Universidad Industrial de Santander. Colombia. Recuperado de la página web <https://docplayer.es/4922852-Diseno-y-construccion-de-un-laboratorio-basico-de-metrologia-dimensional-como-apoyo-de-la-asignatura-maquinas-termicas-alternativas.html>

Control Ware. (2016). ¿Cuándo se debe realizar una calibración en campo o taller?. Perú. Recuperado de la página web <http://www.controlware.com.pe/beamex/Publicaciones/CalibracionEnCampoOtaller.pdf>

ECA. (2012). ¿Qué es la acreditación? Costa Rica. Recuperado de la página web del ECA http://www.eca.or.cr/acr_quees.php

ECA. (2012). Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración. Recuperado de la página web del ECA http://www.eca.or.cr/lab_descr.php

Energía solar. (2018). Es.wikipedia.org. Recuperado de la página web https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar

Francis E. (1999). Manual de Refrigeración y Aire Acondicionado. Tercera Edición. México. Prentice Hall.

García L, Abril H, Ortiz J & Velosa J (2013). Desarrollo de LABORATORIO MÓVIL para Aseguramiento Metrológico de Calidad y Cantidad de Gas Natural tipo Transferencia Custodia en Colombia. Recuperado de la página web http://www.cdtdegas.com/images/Descargas/Nuestra_revista/MetFlu8/1_Desarrollo_Laboratorio_Movil.pdf

Hernández Sampieri R, Fernández Collado C & Baptista Lucio P. (2014). Metodología de la Investigación. Sexta edición. México D.F. Mc Graw Hill.

INTECO. (2017). Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. INTE-ISO/IEC 17025:2017. Costa Rica. Recuperado de la página web de INTECO <https://www.inteco.org/shop/product/inte-iso-iec-17025-2017-requisitos-generales-para-la-competencia-de-los-laboratorios-de-ensayo-y-de-calibracion-2265?variant=2198>

ISOTECH. (2004). Calibración de Temperatura desde la industria al ITS-90. Recuperado de la página web http://www.isotechna.com/v/vspfiles/pdf_articles/Fundamentos-ISOTECH.pdf

Metas & Metrólogos Asociados. (2005). Condiciones ambientales para calibración y prueba en laboratorio y campo. México. Recuperado de la página web de Metas & Metrólogos Asociados <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-05-06-COND.pdf>

Metas & Metrólogos Asociados. (2009). Servicios de calibración en campo requisitos generales. México. Recuperado de la página web de Metas & Metrólogos Asociados <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-09-06-Calibracion-campo-requisitos.pdf>

Metas & Metrólogos Asociados. (2009). Metrología dimensional el calibrador universal. México. Recuperado de la página web de Metas & Metrólogos Asociados <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-09-11-Metrologia-Dimensional.pdf>

Metas & Metrólogos Asociados. (2002). Tipos de Presión & Vacío. México. Recuperado de la página web de Metas & Metrólogos Asociados <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-02-03-Tipos-presion.pdf>

Morales Álvarez, C. (2011). Diseño Electromecánico para Cuarto de Telecomunicaciones en Contenedores (tesis de bachillerato). Universidad Internacional de las Américas.

Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2003). Reglamento de Circulación por Carretera con Base en el Peso y las Dimensiones No. 31363-MOPT. Costa Rica. Recuperado de la página web <https://www.csv.go.cr/documents/10179/10843/Reglamento+de+circulaci%C3%B3n+por+carretera+con+base+en+el+peso+.pdf/1f77e66f-8828-4074-9d6a-7060640d82aa>

Muñiz Patiño J, Rodríguez Silva J & Echevarría Villagómez S. (2010). Planeación y diseño de un laboratorio interno de metrología industrial. Instituto Tecnológico de Celaya. México. Recuperado de la página web <https://www.cenam.mx/sm2010/info/carteles/sm2010-c26.pdf>

Lobo Méndez K. (s.f.). Energía Solar en Costa Rica. Costa Rica. Recuperado de la página web https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/32d3c6a8-789a-4d56-8416-f7993aa10805/Energia+Solar+en+Costa+Rica+Kenneth+Lobo_2.pdf?MOD=AJPERES&CVID=11epDfP

Poveda De Lemos, G. (2009). Diseño de un baño líquido para calibrar instrumentos de medición de temperatura (tesis de bachillerato). Universidad Internacional de las Américas

Rodríguez Forero J. (2008). Documentación de los requisitos de equipos de la norma NTC – ISO/IEC 17025:2005 para el laboratorio EMICAL LTDA. (tesis de grado). Pontificia Universidad Javeriana.

Solar Rocket. (2018). Baterías para almacenar energía solar. España. Recuperado de la página web <http://www.dsrocket.com/baterias-almacenar-energia-solar/>

Solé, A. C. (2008). Instrumentos industriales, su ajuste y calibración. México. Marcombo.

Vargas Zapata, F. (2016). : Rediseño, control de ambiente y aspectos fundamentales del laboratorio de calibraciones con base en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 y trazabilidad de equipos para la empresa Boston Scientific (tesis de bachillerato). Instituto Tecnológico de Costa Rica.

APÉNDICES

Apéndice 1: Ficha técnica camión NQR75L-LN5VAYN

DIMENSIONES Y CAPACIDADES	NQR75L-HN5VAYN	NQR75L-KN5VAYN	NQR75L-LN5VAYN	EQUIPAMIENTO	NQR75L-HN5VAYN NQR75L-KN5VAYN NQR75L-LN5VAYN
PESO BRUTO DEL VEHÍCULO	8,500 kg	8,500 kg	8,500 kg	Toma de aire en la parte superior (Snorkel)	●
PESO DEL VEHÍCULO	2,720 kg	2,760 kg	2,845kg	Filtro de combustible separador de agua	●
CARGA ÚTIL (NO INCLUYE CARROCERÍA)	5,780 kg	5,740 kg	5,655 kg	Refrigerante de larga duración (Aprox. 100,000 km)	●
CAPACIDAD DE EJE DELANTERO	3,100 kg	3,100 kg	3,100 kg	Tacómetro	●
CAPACIDAD DE EJE TRASERO	6,600 kg	6,600 kg	6,600 kg	Cabeceras integradas a los asientos	●
LONGITUD TOTAL	5,985 mm	6,635 mm	7,355 mm	Cinturones de seguridad laterales de tres puntos y central de dos puntos	●
ANCHO TOTAL	2,040 mm	2,040 mm	2,040 mm	Desempañador de vidrio	●
ALTURA TOTAL (CABINA)	2,275 mm	2,275 mm	2,275 mm	Calefacción y desempañador	●
DISTANCIA ENTRE EJES	3,665 mm	3,815 mm	4,175 mm	Radio AM/FM con 2 parlantes	●
ANCHO DE VÍA DELANTERO	1,680 mm	1,680 mm	1,680 mm	Volante ajustable en altura y profundidad	●
ANCHO DE VÍA TRASERO	1,650 mm	1,650 mm	1,650 mm	Manijas auxiliares para ingreso	●
LARGO DE CHASIS APROVECHABLE	4,300 mm	4,950 mm	5,670 mm	Espejos panorámicos en ambas puertas	●
ALTURA AL EXTREMO DEL CHASIS	830 mm	830 mm	830 mm	Faros principales de halógeno	●
BATERÍA	75D31L	75D31L	75D31L	Halógenos antiniebla	●
ALTERNADOR	24V-80A	24V-80A	24V-80A	Luces de cruce sincronizadas	●
TANQUE DE COMBUSTIBLE	26 Galones	26 Galones	26 Galones	Estribos de cabina en aluminio	●
				Alarma de retroceso	●
				GARANTÍA	3 años o 100,000 km lo que ocurra primero



Sirviendo con pasión

Uruca - Curridabat - San Carlos
Liberia - Pérez Zeledón - Guápiles
Central Telefónica (506)2522-7474

SOLICITE SU OFERTA INGRESANDO A:
www.isuzucr.com

ISUZU
SE ENCARGA DE TODO.

Apéndice 2: Temperaturas recomendadas para la calibración de equipos dimensionales

INNOVACION MITUTOYO



Ultra Alta
Exactitud

0.8 μm

18°C a 22°C

Solicite mayor
información

proyectos@mitutoyo.com.mx

LEGEX 322



M³Solution Center
MEXICO

La Exactitud en la que usted puede confiar:
LEGEX 322 - La CMM 3D de Ultra - Alta - Exactitud.

La exactitud es confianza: con garantía, ultra-alta exactitud de (0.8+2L/1000) μm y resolución de 0.01 μm entre 18°C y 22°C, con sistema de compensación de temperatura, la LEGEX 322 es una de su propia clase entre las Máquinas de Medición por Coordenadas 3D. Esto significa confianza total, cuando se miden piezas de trabajo costosas y que requieren alta exactitud, donde tan sólo un micrómetro puede hacer la diferencia entre acierto o error.

Mitutoyo Mexicana, S.A. de C.V.
 Prof. Ind. Eléctrica No. 15, Parque Industrial Naucalpan, C.P. 53370, Naucalpan, Estado de México.
 Tel.: (0155) 5312-5612, e-mail: ventas_mx@mitutoyo.com.mx, www.mitutoyo.com.mx

Apéndice 3: Temperaturas recomendadas para la calibración de equipos termómetros Fluke 525B

Calibrador de temperatura/presión

Especificaciones generales	
Tiempo de estabilización	Menos de 5 segundos
Interfaces estándar	RS-232 estándar IEEE (GPIB)
Características térmicas	Funcionamiento: de 0 a 50 °C Calibración (tcal): de 15 a 35 °C Almacenamiento: de -20 a 70 °C
Coefficiente de temperatura	El coeficiente de temperatura de las temperaturas distintas de tcal +5° C es del 10% de la especificación a 90 días por °C
HR	Funcionamiento: < 80% a 30 °C, < 70% a 40 °C, 40% a 50 °C Almacenamiento: <95%, sin condensación
Aislamiento bajo analógico	20 V
EMC	IEC 61326- 1/1997 (EMC)
Peso/dimensiones	9 lb (4 kg); 5,25 x 12,5 x 18,6 pulg. (13,1 x 31,3 x 47,3 cm) (A x L x P)


Apéndice 4: Ficha técnica de luminaria Aria Line Led



ARIA LINE LED

Interior

Luminarias LED



Características

- Luminaria colgante fabricada en aluminio extrudido para instalaciones modulares.
- Luz directa, utiliza tecnología LED - SMD con alta eficiencia y excelente flujo luminoso.
- Vida útil promedio 35.000 horas a un flujo luminoso del 70%.
- Dimersión 0-10V.
- Voltaje universal 100V a 277V.
- Difusor Acrílico 83% transmisibilidad.
- Pintura poliéster 93% reflectivo.

Aplicaciones

- Escuelas.
- Comercios.
- Hoteles.
- Oficinas.
- Bancos.

Especificaciones

Código	Descripción Comercial	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	CCT (K)	% modn de Linea (V)	Equivalencia FTL	Vida Útil (h)
PO433-3s	Aria Line Led 11w 4000K	11	2400	4000	10-277	2x2-4w/TS	35000
PO433-3s	Aria Line Led 33w 4000K	33	4900	4000	10-277	2x2-4w/TS	35000

Dimensiones mm.



Modelo	A	B	C
ARIAL LINE LED 11W	Ø1	Ø4	574
ARIAL LINE LED 33W	Ø1	Ø4	148

by **FELO SYLVANIA**

Nota: Toda la información mostrada es fija o valores aproximados basados en condiciones de operación normales con equipo eléctrico auxiliar que cumple los valores de corriente especificados. Esta información está sujeta a cambio sin previo aviso.

67

Apéndice 5: Características de Aire Acondicionado

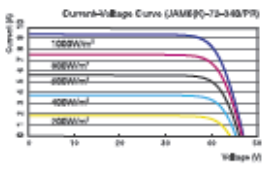
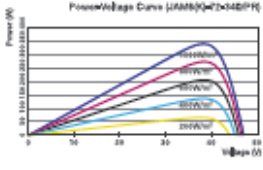
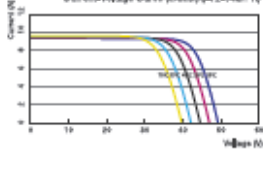
Specification Sheet of 12,000 btu Solar Air Conditioners (CF Series)			
Model		HSAC-12C/C	
		HSAC-12H/C	
Performance			
Power Supply		DC 48V	
Capacity	Cooling	Btu/h	12,000
	Heating		12,500
Max. Noise	Indoor	dB(A)	≤40
	Outdoor		≤50
Charged Refrigerant		g	R134a / 900g
Air Circulation		m ³ /h	450
Suitable Area		m ²	15~25
EER		BTU/w	21.05

Apéndice 6: Ficha técnica Panel Solar

MECHANICAL PARAMETERS		WORKING CONDITIONS	
Cell (mm)	Almost Full Square Mono 156.75x156.75	Maximum System Voltage	DC 1000V (IEC)
Weight (kg)	26.5 (approx)	Operating Temperature	-40°C~+85°C
Glass Thickness	4 mm	Maximum Series Fuse	15A
Dimensions (L×W×H) (mm)	1956×991×45	Maximum Static Load, Front Maximum Static Load, Back	5400Pa (112 lb/ft ²) 2400Pa (50 lb/ft ²)
Cable Cross Section Size (mm ²)	4	NOCT	45±2°C
No. of Cells and Connections	72 (6×12)	Application Class	Class A
Junction Box	IP67, 3 diodes		
Connector	MC4 Compatible		
Packaging Configuration	23 Per Pallet		

ELECTRICAL PARAMETERS					
TYPE	JAM6(K) -72-330/PR	JAM6(K) -72-335/PR	JAM6(K) -72-340/PR	JAM6(K) -72-345/PR	JAM6(K) -72-350/PR
Rated Maximum Power at STC (W)	330	335	340	345	350
Open Circuit Voltage (Voc)V	46.49	46.68	46.86	47.05	47.24
Maximum Power Voltage (Vmp)V	37.78	37.96	38.18	38.39	38.58
Short Circuit Current (Isc)A	9.31	9.38	9.46	9.54	9.61
Maximum Power Current (Imp)A	8.73	8.83	8.91	8.99	9.07
Module Efficiency [%]	17.02	17.28	17.54	17.80	18.06
Power Tolerance (W)	-0~+5W				
Temperature Coefficient of Isc (αIsc)	+0.060%/°C				
Temperature Coefficient of Voc (βVoc)	-0.300%/°C				
Temperature Coefficient of Pmax (γPmp)	-0.390%/°C				
STC	Irradiance 1000W/m ² , Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5				

NOCT					
TYPE	JAM6(K) -72-330/PR	JAM6(K) -72-335/PR	JAM6(K) -72-340/PR	JAM6(K) -72-345/PR	JAM6(K) -72-350/PR
Max Power (Pmax) [W]	241.26	244.92	248.57	252.23	255.89
Open Circuit Voltage (Voc) [V]	42.77	42.97	43.18	43.39	43.61
Max Power Voltage (Vmp) [V]	34.52	34.79	35.06	35.33	35.59
Short Circuit Current (Isc) [A]	7.57	7.63	7.68	7.74	7.81
Max Power Current (Imp) [A]	6.99	7.04	7.09	7.14	7.19
Condition	Under Normal Operating Cell Temperature, Irradiance of 800 W/m ² , spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s				

I-V CURVE	
Current-Voltage Curve (JAM6(K)-72-340/PR)	
Power-Voltage Curve (JAM6(K)-72-340/PR)	
Current-Voltage Curve (JAM6(K)-72-345/PR)	


Apéndice 7: Ficha técnica Inversor & Cargador

Conector remoto de On/Off/Charger on Conector de tres polos			
12 voltios 24 voltios 48 voltios	MultiPlus 12/500/20 MultiPlus 24/500/10 MultiPlus 48/500/6	MultiPlus 12/800/35 MultiPlus 24/800/16 MultiPlus 48/800/9	MultiPlus 12/1200/50 MultiPlus 24/1200/25 MultiPlus 48/1200/13
PowerControl / PowerAssist	No	Sí	
Funcionamiento en trifásico y en paralelo	No	Sí	
Conmutador de transferencia	16A		
INVERSOR			
Rango de tensión de entrada	9,5 – 17V	19 – 33V	38– 66V
Salida	Tensión de salida: 230VCA ± 2%		Frecuencia: 50Hz ± 0,1% (1)
Potencia cont. de salida a 25 °C (3)	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. de salida a 25°C	430W	700W	1000W
Potencia cont. de salida a 40 °C	400W	650W	900W
Potencia cont. de salida a 65 °C	300W	400W	600W
Pico de potencia	900W	1600W	2400W
Eficacia máxima	90 / 91 / 92%	92 / 93 / 94%	93 / 94 / 95%
Consumo en vacío	6 / 6 / 7W	7 / 7 / 8W	10 / 9 / 10W
Consumo en vacío en modo búsqueda	2 / 2 / 3W	2 / 2 / 3W	3 / 3 / 3W
CARGADOR			
Entrada CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA		Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz
Tensión de carga de "absorción"	14,4 / 28,8 / 57,6V		
Tensión de carga de "flotación"	13,8 / 27,6 / 55,2V		
Modo de almacenamiento	13,2 / 26,4 / 52,8V		
Corriente de carga de la batería auxiliar (4)	20 / 10 / 6A	35 / 16 / 9A	50 / 25 / 13A
Corriente de carga batería arranque	1A (solo modelos de 12V y 24V)		
Sensor de temperatura de la batería	Sí		
GENERAL			
Relé programable (5)	Sí		
Protección (2)	a – g		
Características comunes	Rango de temp. de trabajo: -40 a +65°C (refrigerado por ventilador) Humedad (sin condensación) : máx. 95%		


Apéndice 8: Ficha técnica Batería Recargable

Sonnenschein SOLAR											
Technical Data											
Technical characteristics and data											
Type	Part number	Nom. voltage	Nominal capacity C ₁₀₀ 1.80 Vpc 20 °C Ah	Discharge current I ₁₀₀	Length (l)	Width (b/w)	Height up to top of cover (h1)	Height including connectors (h2)	Weight	Terminal	Terminal position
		V		A	max. mm	max. mm	max. mm	max. mm	approx. kg		
S12/6.6 S	NGS01206D6HS0SA	12	6.60	0.06	152	65.5	94.5	98.4	2.60	S-4.8	3
S12/17 G5	NGS0120017HS0BA	12	17.0	0.17	181	76.0	-	167	6.10	G-M5	1
S12/27 G5	NGS0120027HS0BA	12	27.0	0.27	167	176	-	126	9.60	G-M5	1
S12/32 G6	NGS0120032HS0BA	12	32.0	0.32	197	132	160	184	11.1	G-M6	2
S12/41 A	NGS0120041HS0CA	12	41.0	0.41	210	175	-	175	14.6	A-Terminal	1
S12/60 A	NGS0120060HS0CA	12	60.0	0.60	261	136	208	230	19.0	A-Terminal	1
S12/85 A	NGS0120085HS0CA	12	85.0	0.85	353	175	-	190	26.8	A-Terminal	1
S12/90 A	NGS0120090HS0CA	12	90.0	0.90	330	171	213	236	30.0	A-Terminal	2
S12/130 A	NGS0120130HS0CA	12	130	1.30	286	269	208	230	39.0	A-Terminal	4
S12/230 A	NGS0120230HS0CA	12	230	2.30	518	274	216	238	67.0	A-Terminal	3

Apéndice 11: Cotización de camión

SIRVIENDO CON PASIÓN La Uruca PEX:		 GRUPO Q	
		COTIZACION No. 595731 22 de octubre del 2018	
Señor(a) RODOLFO ROSALES			
Es para nosotros un gusto saludarle y agradecerle su preferencia.			
A continuación presentamos la cotización del vehículo ISUZU:			
SERIE REWARD NQ 6.0 TONELADAS CHASIS LARGO 5.2L (NQR75L) AÑO 2018			
CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	TOTAL
1	Precio de vehículo (con IVA)	\$46,100.00	\$46,100.00
	PRECIO VEHÍCULO CON IVA	\$46,100.00	\$46,100.00
	TOTAL A PAGAR	\$46,100.00	\$46,100.00
<small>**Precios en dólares americanos (USD)</small>			
COMENTARIO:			
FINANCIAMIENTO Planes a la medida de sus necesidades. Solicite mas información a su Asesor de Ventas.			
GARANTIA Garantía de 3 años o 100.000 Kms, lo que ocurra primero			
CENTROS DE SERVICIOS Y REPUESTOS ORIGINALES ISUZU Grupo Q cuenta con centros de servicio certificados por el fabricante donde encontrará técnicos capacitados y repuestos originales para darle a su vehículo el mejor mantenimiento.			
SERVI CONTRATO Despreocúpese de los costos de mantenimiento de su vehículo; con Servicontratos obtiene importantes ahorros y facilidades de pago.			
Cotización tiene validez de 15 días.			
Quedamos a sus órdenes por cualquier consulta adicional.			

Apéndice 12: Cotización de estructura para camión



**CARROCERIAS EL GUARCO,
MARIO LEIVA, CARTAGO S.A**
Ced Jurdica # 3 101040420
TEL: 2551-0855 FAX: 2552-0189 Apdo: 944-7050 Cartago
email: aleiva@carroceriaselguarco.com
web: carroceriaselguarco.com

PRESUPUESTO # 156 - 2018				
FECHA:	22 de octubre del 2018			
EMPRESA:				
ATENCION:	Sr. Rodolfo Rosales Leoz			
DIRECCION:	San Jose			
CONTRATACION DIRECTA:				
TELEFONOS:	Celular			
FAX:	e-mail: rosales2093@hotmail.es			
DESCRIPCION DEL VEHICULO				
MARCA	TIPO	MODELO/ ANO	Unidad	PLACA
Isuzu	NQR75L			
DETALLE DEL TRABAJO A REALIZAR				VALOR ₡
TIPO:	Fabricacion de Carroceria tipo furgon			
MEDIDAS:	LARGO: 5,670 mts	ANCHO: 2,04 mts	ALTO: 2,20 mts	
PLATAFORMA:	Larguero Viga I 3" Cadenillo Viga I 3"			
ESTRUCTURA:	Tuvo industrial de 1 1/4 x 1 1/4 x 1,20			
FORRO INTERNO:	Lamina de fibra de vidrio			
FORRO EXTERNO:	Lamina de fibra de vidrio			
TECHO:	Aluminio en una sola pieza			
PUERTAS:	Dos puertas traseras de abrir a todo lo ancho Una puerta lateral de abrir			
PISO:	Lamina de hierro antideslizante 1/8			
PINTURA:	Anticorrosivo en la estructura Anticorrosivo en la parte baja de la carroceria			
LUCES EXTERNAS:	10 luces			
LUCES INTERNAS:	2 luces			
ACCESORIOS:	Cinta reflectiva			
	Calzas			
	Gazas			
	Empaques			
	Triangulos de seguridad			
	Faldones de hule en llantas traseras			
	Tranca importada en puertas traseras			
	Herraje importado			
OBSERVACIONES:	Instalacion electrica forrada en manguera viex			
	Roda pie en lamina de hierro			
			SUBTOTAL	₡3.300.000,00
			I.V.13%	₡429.000,00
			TOTAL	₡3.729.000,00
MONTO EN LETRAS:	Tres Millones Setecientos Veintinueve Mil Colones			

Apéndice 13: Cotización de aire acondicionado



Una Empresa
100%
Carbono Neutral



DISTRIBUIDORA SEGPRO S.A.
Cédula Jurídica 3-101-644949

Cliente: **Rodolfo Rosales Lépez**


Atención:




Proyecto: **Aires Acondicionados Solares sin batería**

Fecha: **24/10/2018**

Cotización: **C02-804-014HO**

Elaboró	Proyecto	Terminos de Entrega	Tiempo de Entrega	Terminos de Pago
Henry Obregon Masis	Aires Acondicionados Híbridos Solares	Con Instalación	INMEDIATO	CONTADO

IMAGEN DE REFERENCIA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
	<p>UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO MARCA HARVEST de 15000 BTU/h. INDICE DE EFICIENCIA SEER 30. Cada sistema está constituido por una unidad que se instala en el interior del recinto a acondicionar (Unidad evaporadora) y otra que se instala en el exterior al aire libre (unidad condensadora, MOTOR TOSHIBA). Los equipos poseen una alimentación dual (paneles y batería), primordialmente la innovación de ser alimentados por 4 Paneles Solares Monocristalinos JA Solar de 350 Watts cada uno, y también poseer la capacidad de alimentarse al 220 Vac • Alimentación de los equipos, 48 DC y 220 V, 60 HZ, con filtros lavables • Eficiencia SEER 30 REFRIGERANTE R410a • Flujo Bidireccional • Abanicos tipo silencioso tipo turbina • Refrigerante ecológico abalado por todas las normas ambientalistas. • Refrigerante con alto desempeño • Las unidades operan con control remoto inalámbricos.</p>	1	unidad	\$4 464,22	\$4 464,22

  	<p>INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA DE SISTEMA DEL HARVEST AIR CONDITIONER SEER 30 SOLAR HYBRID. INSTALACION ELECTRICA Y MECANICA DE LOS EQUIPOS: ⇒ Conexión mecánica de evaporadoras y unidades condensadoras, incluyendo tubería de cobre, material de aislamiento, refrigerante, materiales de soportería, etc. ⇒ Conexión eléctrica de control entre unidades evaporadoras y unidades condensadoras a través de 5 paneles solares y sus equipos de protección. ⇒ Colocación y sujeción de unidades interiores y exteriores en los puntos indicados en los planos. ⇒ Prueba de fugas, vacío y puesta en marcha del sistema. ⇒ Todos los materiales son de alta calidad tales como, Tubo cobre, Singe, Refrimundo, Beyrute, materiales eléctricos UL Certified. INSTALACION SISTEMA FOTOVOLTAICO ALIMENTACION DE COMPRESOR ⇒ Sistema de cableado, canalizaciones, pegamentos, uniones, curvas y accesorios en general (para una distancia promedio de 4 m entre paneles y el punto de entrega de la energía generada. ⇒ Serán usados sistemas de cableados acordes a la aplicación, con certificaciones UL, asimismo los accesorios son acordes a la aplicación de usos interperie en ambientes tropicales.</p>	1	unidad	\$501,70	\$501,70
---	---	---	--------	----------	----------

Subtotal	\$4 965,92
IV	\$371,12
Total	\$ 5 337,0

Notas:

1) Si el pago de las facturas se realiza en colones se tomará como referencia el precio de venta del dólar del BCCR correspondiente al día que se realice el pago.

Condiciones de la oferta:

Validez : 30 días naturales

Tiempo de entrega: 8 Semanas

Forma de Pago : Contado o con Financiamiento con el BAC CREDOMATIC, Promerica y Banco Popular.

Garantía : 1 año en general y 3 años el compresor por defecto de Fábrica, y 10 años en los Paneles.

Forma de Pago: 65% contra orden, 25% contra entrega, 10% contra la puesta en marcha

Grupo Solaris. Le agradece su preferencia por nuestros productos y servicios.

Apéndice 14: Cotización de luminaria

PROFORMA NO. **JB0004605****SYLVANIA**

Fecha: 26 DE OCTUBRE DE 2018
Ciiente: 99999999
Nombre: COTIZACION
Proyecto:
Vigencia de la oferta: 10 DE NOVIEMBRE DE 2018
Condiciones de pago: CONTADO
Observaciones: ATENCION:RODOLFO ROSALES
NOTA: CONFIRMAR MODELOS COTIZADOS

Feilo Sylvania Costa Rica S.A
 Cedula Juridica 3-101-008587
 Zona Industrial Pavas, San Jose, Costa Rica
 Telefono: 2210-7600 Fax Ventas: 2232-8718
servicioalcliente.cr@feilosylvania.com

Lin.	Cantidad	Codigo	Descripcion	Precio	Total Neto	I.V.	Entrega
1	8	P04332-23	ULARIALN 24 1/1940L18WD15 4K	69,000.00	552,000.00	13	15 dias
2	8	P04333-23	ULARIALN 48/5000L D15 4KTL	97,500.00	780,000.00	13	15 dias
				Subtotal:	1,332,000.00		
				Impuestos:	173,160.00		
				TOTAL:	1,505,160.00		