

UNIVERSIDAD DON BOSCO



**“DIAGNOSTICO DE LA METROLOGIA EN EL AREA DE
MASAS Y BALANZAS DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA”**

**SEGUNDA ETAPA DE TESIS
PARA OPTAR AL GRADO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

**CHINCHILLA, CRISTIAN FABRICIO
GUEVARA RODAS, DOUGLAS IVAN
QUAN ORANTES, FELIX JACOBO**

CIUDADELA DON BOSCO

SEPTIEMBRE 2001

INDICE

I INTRODUCCION

i

II OBJETIVOS iii

III ALCANCES Y LIMITACIONES

iv

IV IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION

v

V PROYECCION SOCIAL

vii

CAPITULO I: GENERALIDADES DEL CONACYT

1

1.1 HISTORIA DEL CONACYT

3

1.2 RAZON DE SER

7

1.2.1 ESTRATEGIA MAESTRA

8

1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

9

1.4 FUNCIONES PRINCIPALES

11

1.5 SECTORES OBJETIVO

14

1.6 RELACIONES INTERNACIONALES, PROYECTOS Y PROGRAMAS

15

1.6.1 RELACIONES INTERNACIONALES

15

15	1.6.2 PROYECTOS DE COOPERACION
18	1.6.3 PROGRAMAS DE DESARROLLO
22	1.7 POTENCIALIDADES

CAPITULO II: MARCO TEORICO

23	
25	2.1 MARCO HISTORICO DE LA METROLOGIA
25	2.1.1 ANTECEDENTES Y EVOLUCION HISTORICA
30	2.1.2 EVOLUCION METROLOGICA EN EL SALVADOR
40	2.1.2.1 DISPOSICIONES LEGISLATIVAS
44	2.1.2.2 COMPORTAMIENTO HISTORICO DE LA INDUSTRIA EN EL SALVADOR
50	2.1.3 FUNDAMENTOS DE LA METROLOGIA
53	2.2 MARCO CONCEPTUAL DE LA METROLOGIA
53	2.2.1 METROLOGIA
54	2.2.2 METROLOGIA Y CALIDAD
56	2.2.3 CLASIFICACION DE LA METROLOGIA

	2.2.3.1 METROLOGIA LEGAL	
57		
	2.2.3.1.1 ORGANIZACION INTERNACIONAL DE METROLOGIA LEGAL	
58		
	2.2.3.2 METROLOGIA CIENTIFICA	
61		
	2.2.3.3 METROLOGIA INDUSTRIAL	
62		
	2.2.3.3.1 METROLOGIA DE MASAS Y BALANZAS	
62		
	2.2.3.3.2 PRINCIPIOS DE ASEGURAMIENTO METROLOGICO	
69		
	2.2.4 TEMAS DE APOYO	
74		
	2.2.4.1 PLANIFICACION ESTRATEGICA PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	
76		
	2.2.4.2 NORMALIZACION	
78		
	2.2.4.3 NORMA ISO 10012	
79		

CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

81	
3.1	TIPO DE ESTUDIO A REALIZAR
83	
3.2	PROCESO MUESTRAL
84	

85	3.2.1 DETERMINACION DE LA POBLACION OBJETIVO
85	3.2.1.1 CRITERIOS DE SELECCION
86	3.2.1.2 APLICACION DE LOS CRITERIOS DE SELECCION
88	3.2.2 METODO DE MUESTREO
88	3.2.2.1 TIPO DE MUESTREO
89	3.2.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA
89	3.2.3.1 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA
90	3.3 METODOS DE RECOLECCION DE DATOS
90	3.3.1 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA
90	3.3.2 INVESTIGACION DE CAMPO
91	3.3.3 DISEÑO DEL INSTRUMENTO DE MEDICION
91	3.3.4 ENTREVISTAS PERSONALES Y ENCUESTAS
91	3.3.4.1 ENTREVISTAS PERSONALES
92	3.3.4.2 ENCUESTAS
92	3.3.5 FUENTES DE INFORMACION

3.3.5.1 FUENTES PRIMARIAS	92
3.3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS	93
3.4 TABULACION Y ANALISIS DE LA INFORMACION	94
3.5 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL	109

CAPITULO IV:ANALISIS DE LA SITUACION ACTUA

110	
4.1 ANALISIS DE NORMAS RELACIONADAS CON LA METROLOGIA	112
4.2 ANALISIS FODA	115
4.2.1 ANALISIS FODA A LA SITUACION ACTUAL DENTRO DE LAS EMPRESAS EN ESTUDIO	116
4.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	119
4.3.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	119
4.3.2 DEFINICION DEL PROBLEMA	119
4.3.2.1 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO	120
4.3.2.2 ANALISIS DE CAUSAS	125

4.3.3 DEFINICION DE VARIABLES	127
4.3.4 DELIMITACION DEL PROBLEMA	128
4.4 DIAGNOSTICO Y RESUMEN DE LA SITUACION ACTUAL	129

CAPITULO V: DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA METROLOGIA
EN EL AREA DE MASAS Y BALANZAS EN LA INDUSTRIA
ALIMENTICIA

	132
5.1 METODOLOGIA DEL DIAGNOSTICO	134
5.2 DESCRIPCION Y ANALISIS DE LA SITUACION PRACTICA DE LA METROLOGIA INDUSTRIAL	136
5.2.1 DETERMINACION DE LAS CLASES DE PESAS DE MAYOR USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA	137
5.2.2 DETERMINACION DE LOS TIPOS DE BALANZAS DE MAYOR USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA	150
5.3 DESCRIPCION DE PROBLEMAS TECNICOS	163
5.4 METODOS DE CALIBRACION APLICABLES A LA INDUSTRIA ALIMENTICIA DE EL SALVADOR	164
5.5 PROPUESTAS DE SOLUCION	188
5.5.1 CREACION DE LABORATORIOS SECUNDARIOS DE METROLOGIA INDUSTRIAL DE MASAS Y BALANZAS	

	DENTRO DE LAS EMPRESAS	
		188
5.5.2	UTILIZACION DE SERVICIOS DE CALIBRACION DE MASAS Y BALANZAS A TRAVES DE LOS ORGANISMOS NACIONALES ACREDITADOS	
		199
5.5.3	OUTSOURCING INTERNACIONAL PARA LA CALIBRACION DE MASAS Y BALANZAS	
		205
	5.6 EVALUACION Y SELECCION DE LA ALTERNATIVA	
		208
CAPITULO VI: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES		
		212
	6.1 CONCLUSIONES	
		214
	6.2 RECOMENDACIONES	
		219
	6.3 OBSERVACIONES	
		224
VI	BIBLIOGRAFIA	
		226
VII	GLOSARIO DE ACRONIMOS	
		228
VIII	GLOSARIO DE TERMINOS	
		230
IX	ANEXOS	
		236

I. INTRODUCCION

El acelerado cambio tecnológico en materia productiva que el mundo ha enfrentado en los últimos años, ha traído consigo efectos de todo tipo en las economías mundiales.

Para las naciones en vías de desarrollo como El Salvador, las repercusiones sin duda han sido duras, pero es importante prever qué tan difícil será recuperarse de estos efectos, como realizar ajustes y cambios que permitan a las fuerzas productivas encontrar el camino para competir en mercados cada vez más exigentes y estrictos, donde la alta calidad y bajo costo son imperantes.

Las empresas salvadoreñas deben hacer uso de todas aquellas herramientas que faciliten el proceso de cambio hacia la optimización de recursos y la tan ansiada calidad total.

En la presente investigación se explora la metrología de masas y balanzas que durante mucho tiempo ha sido descuidada, y que ha probado ser bajo técnicas de aplicación especializadas, un factor determinante en la búsqueda de la competitividad.

Se ha escogido como marco general de estudio la industria alimenticia de El Salvador; específicamente aquellas que procesan harinas, sector en el cual la metrología es fundamental, haciendo de esta manera un diagnóstico de la metrología de masas y balanzas en dicho sector.

En el Capítulo I, se describe la historia del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología, así como su estructura organizacional, funciones asignadas y potencialidades.

El Capítulo II, trata el marco teórico. Aquí se analiza el marco histórico y enseguida el marco conceptual de la metrología de masas y balanzas. Las definiciones y conceptos relativos ayudaran al lector a una mejor interpretación del tema en estudio.

En el Capítulo III, se describe la metodología de la investigación y el tipo de estudio realizado. Comprendiendo además el análisis muestral, diseño del instrumento para la recolección de datos, las fuentes de información, tabulación y análisis de los mismos.

En el Capítulo IV, se documentó la realidad que enfrenta el país, en cuanto a metrología de masas y balanzas se refiere. Para tal efecto se ha hecho uso de herramientas como el análisis FODA, Diagrama Causa-Efecto, entre otros, logrando de esta manera, identificar el problema, definirlo y delimitarlo.

En el Capítulo V, se determinaron los tipos de pesas y balanzas de mayor uso en la industria alimenticia. Luego se describen los problemas de mayor repercusión debido a la mala utilización de instrumentos de dosificación de masa. También se detallan los métodos de calibración aplicables a los equipos utilizados.

Finalmente se realizan tres propuestas, las cuales tienen factibilidad de aplicación, para luego seleccionar la alternativa más favorable de entre estas.

En el Capítulo VI, se exponen los resultados obtenidos en relación directa con los objetivos planteados, en base a la investigación realizada.

Se hacen recomendaciones, que ha criterio del grupo de trabajo, contribuirán de manera efectiva al problema planteado, así como también se hace referencia al papel que están realizando los organismos reguladores de la metrología en El Salvador.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Documentar la aplicación e importancia de la metrología de masas y balanzas en la Industria Alimenticia de El Salvador.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Definir los aspectos que afectan la calidad de los productos relacionados con la magnitud masa.
- Documentar las clases de pesas y tipos de balanzas más utilizadas en la industria alimenticia de El Salvador.
- Determinar los problemas técnicos causados por el uso incorrecto del manejo de masas y balanzas.
- Determinar los factores que influyen en la fiabilidad de las mediciones.

III. ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

- Documentar el uso de masas y balanzas en la industria alimenticia de El Salvador.
- Planteamiento de ideas para posibles proyectos con base en este documento.
- Plasmar la importancia de la metrología en el desarrollo de la Industria Salvadoreña.

LIMITACIONES

- El estudio consistirá en hacer un diagnóstico y no una implementación, por esta razón no se hará un análisis costo-beneficio cuantitativo, sino cualitativo.
- Se examinará únicamente el estado actual del sector alimenticio para la industria de harinas del país, casos prácticos: Molinos de El Salvador (MOLSA) y Harisa S.A. de C.V.
- En el estudio se abordará la metrología de masas y balanzas.

IV. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION

IMPORTANCIA.

En general la Industria Salvadoreña, ha enfrentado durante los últimos años los estragos de la apertura de mercados. Históricamente las organizaciones locales se han desarrollado bajo un entorno de crecimiento empírico obligado por la cultura local, esto ha dificultado el adaptarse a las altas exigencias internacionales regidas por la normalización y estandarización.

En materia de normalización, la metrología industrial juega un papel de primera índole, ya que dicta los lineamientos y parámetros a través de los cuales se alcanza la cuantificación correcta de las cosas, garantizando así el cumplimiento de normas específicas de calidad, optimización de recursos y la satisfacción de los consumidores, factores claves para el desarrollo de las organizaciones y pasar de la subsistencia a la competencia, ya que el tópico de la calidad en los últimos años, ha cobrado mayor importancia dentro del sector empresarial, como consecuencia de un proceso en el cual el cliente ha pasado de ser un agente externo que únicamente causaba molestias, a constituir la principal razón de ser de las organizaciones.

JUSTIFICACION.

Los consumidores y las industrias demandan hoy productos de alta calidad y bajo costo, abonado a esto la desaparición de las barreras técnicas al comercio, exige el cumplimiento de mediciones uniformes que sólo pueden ser alcanzadas a través de la sistematización y control.

La metrología industrial ayuda a reestablecer la tan gastada confianza productor-cliente al ser una vía para demostrar a los clientes el compromiso de la organización para con la calidad. Por otro lado y no de menos importancia

permite maximizar la capacidad de producción, simplificar el trabajo y disminuir los costos.

En El Salvador, a nivel universitario existe muy bajo porcentaje de estudios en esta disciplina¹.

Además según el CONACYT² no se han registrado estudios sobre metrología de masas y balanzas, por esta razón se justifica un estudio de esta naturaleza.

¹ En la UDB no existe un documento de investigación relacionado con el tema.

² Según consulta realizada en el CONACYT.

V. PROYECCION SOCIAL

El beneficio social que el presente estudio pretende cumplir se resume en los siguientes sectores objetivo:

1. Estudiantes de la Universidad Don Bosco que desconocen de la metrología industrial. Para generar la pauta para posteriores investigaciones sobre las demás áreas de la misma.
2. Herramienta de consulta para los interesados en el área de masas y balanzas en el país.
3. Dejar las bases del conocimiento, así como un diagnóstico metrológico de masas y balanzas para las futuras generaciones de ingenieros industriales, de la Universidad Don Bosco.
4. Documento de soporte y estadístico para el laboratorio de metrología industrial de la Universidad Don Bosco.

CAPITULO I

GENERALIDADES DEL CONACYT

Este capítulo describe las generalidades más importantes del ente que desde hace casi diez años es por decreto de ley, la máxima institución en materia de desarrollo científico y tecnológico en El Salvador: El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Se presenta una breve exploración de la historia y las bases de su creación. Se describe además, su estrategia maestra, su estructura administrativa, los sectores objetivo perseguidos y las actividades en materia metrológica asignadas al mismo.

Finalmente se muestran algunos de los proyectos realizados durante los años de funcionamiento y las potencialidades a desarrollar en el futuro inmediato.

OBJETIVOS:

- Conocer la historia y razón de ser del CONACYT.
- Describir la estrategia maestra de creación y funcionamiento.
- Determinar las funciones principales del CONACYT.
- Establecer los sectores objetivo.
- Conocer las potencialidades.

1.1 HISTORIA DEL CONACYT

A partir de 1950 el avance científico y tecnológico mundial ha transformado de manera sorprendente y hasta radical las tecnologías clásicas convencionales. En la actualidad hay continuos oleajes de cambios técnicos, los mercados son renovados periódicamente por nuevos bienes y servicios, disminuyéndose significativamente la duración del ciclo inventivo: ciencia-tecnología y sus materializaciones prácticas en bienes y servicios.

Esta situación es completamente diferente a lo acontecido en la Primera y Segunda Revolución Industrial (1750-1850 y 1850-1930, respectivamente) que impactaron esencialmente a la industria manufacturera.

Este desarrollo científico y tecnológico ha transformado simultánea y aceleradamente el marco internacional hacia un proceso de globalización intensivo y con grandes fuerzas arrolladoras, proceso que representa grandes retos para los países subdesarrollados en general, con mayor fuerza para aquellos que no han adoptado para sí o tomado con seriedad dicho proceso y no poseen una visión adecuada con un horizonte de al menos de 10 a 15 años. La revolución científico-tecnológica actual es justamente una verdadera revolución y condiciona e impacta la economía, sociedad, organizaciones empresariales y gremiales, aparato estatal, sistema educativo, vida familiar y vínculos funcionales y conductuales.

En El Salvador, a través de los años se han realizado esfuerzos tendientes al apoyo en la búsqueda del desarrollo científico y tecnológico de todos los sectores de la economía. Bajo este contexto las siguientes instituciones aportaron en algún momento de la historia reciente del país, importantes avances en el camino hacia la búsqueda del desarrollo sostenible: El Centro Nacional de Productividad (CENAP), el Banco Nacional de Fomento (BANAFI), La Corporación Salvadoreña de Inversiones, el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) y el Mercado Común Centroamericano (MCCA).

Por su gran trayectoria en los últimos años debe mencionarse además a la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES).

Posterior a esto, a principios de la década de los noventa, se crea en julio de 1992 el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que vino a constituir un gran paso en el mejoramiento e institucionalidad de los esfuerzos y acciones de ciencia y tecnología, absorbiendo labores del desaparecido Centro Nacional de Productividad (CENAP), Departamento de Ciencia y Tecnología del EX-MIPLAN y labores de metrología y normalización del Ministerio de Economía, siendo este el proyecto más importante de los realizados con la ayuda del BID y efectuado por el ICAITI, el cual basa su creación en la realización del Sistema Integrado de Normalización, Metrología, Verificación y Certificación de la Calidad y en la emanación por parte del gobierno de disposiciones legislativas coherentes, condiciones indispensables impuestas por el BID para la realización del proyecto. En este sentido para la obtención de la legislación oportuna se movieron los organismos públicos interesados, buscando al mismo tiempo involucrar al sector privado y a las universidades, dando paso a la creación del CONACYT mediante el decreto legislativo No. 287 del 23 de julio de 1992 y publicado en el Diario Oficial el 10 de agosto del mismo año³. Dicho decreto derogó todas las leyes y disposiciones existentes en esta materia hasta ese momento. Todos los activos del CENAP pasaron a formar parte del CONACYT.

Es así como a partir de esa fecha el gobierno cuenta con un Instituto de Ciencia y Tecnología que por Ley es la máxima autoridad en materia política, con atribuciones de formular y dirigir las políticas y los programas nacionales de desarrollo científico y tecnológico, orientados al avance económico y social; entre ellos, dirigir y coordinar las actividades en materia de normalización, metrología, verificación y certificación de la calidad, actividades atribuidas por mandato legal, anteriormente, a diversas dependencias del gobierno como son: el Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Ministerio de Obras Públicas, Alcaldía Municipal de San Salvador, Ministerio de Economía y Dirección General de Comercio Interno.

³ La Ley del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología puede ser consultada en: Oficinas del CONACYT o en <http://www.conacyt.gob.sv>

ACTIVIDADES METROLOGICAS ASIGNADAS AL CONACYT⁴.

En El Salvador no existían laboratorios en grado de explicar tal tipo de actividad. La necesidad de colmar tal carencia comienza a ser percibida por los sectores más avanzados de la industria privada y representa una instancia siempre más sentida por los responsables de los laboratorios de prueba y de control de calidad operantes en el país.

Las funciones principales previstas para el Departamento de Normalización, Metrología y Certificación de la Calidad del CONACYT se refieren en particular a la programación y la puesta en marcha de medidas orientadas a la difusión, aplicación e interpretación del Sistema Internacional de Unidades, la creación de un laboratorio de metrología legal, dotado de patrones secundarios de masa, longitud y ángulo, debidamente certificados y en perspectiva de otras magnitudes, la supervisión de la instalación y funcionamiento de los laboratorios de metrología industrial y científica, con la finalidad de prestar servicios para la industria, los laboratorios de prueba y de control de calidad, el comercio y los ciudadanos en general, la verificación del funcionamiento de los instrumentos de medida empleados en el comercio, la verificación de masas y volúmenes de los productos comercializados, importados y exportados, la asistencia técnica a la industria y al comercio para la calibración de equipos e instrumentos de medida y finalmente la asistencia técnica a laboratorios de análisis y de investigación.

ACTIVIDADES DESARROLLADAS.

El CONACYT desde su fundación afrontó algunos inconvenientes, tales como la falta de financiamiento, locales inapropiados, escaso personal técnico capacitado y competente, lo que no le permitió desempeñarse y extenderse como se hubiera deseado, situación que se vio agravada con la renuncia de su Director General en el primer trimestre de 1995. Se sabe que se trabajó en la elaboración del reglamento que respaldó la ley de creación, la cual fue necesaria para el desarrollo y aplicación de sus funciones. Por otra parte el CONACYT participó activamente en un proyecto denominado Contribución al Desarrollo de las Actividades Metrológicas, de

⁴ Véase Anexo #1

Normalización y Control de Calidad en Guatemala, El Salvador y Nicaragua, el cual fue un proyecto subregional promovido por las organizaciones no gubernamentales italianas RE-TE (Asociación de Técnicos para la Solidaridad y la Cooperación Internacional) y G.V.C. (Grupo de Voluntarios Civiles) a iniciativa de los gobiernos de Guatemala, El Salvador y Nicaragua. Dicho proyecto tuvo una duración de dos años y contempló la realización de actividades que coadyudaron al desarrollo de las estructuras necesarias para controlar la calidad de bienes y productos naturales e industriales. En El Salvador, particularmente, la contribución del proyecto consistió en el establecimiento de un laboratorio de metrología legal que cubriera las necesidades básicas del país, y la formación científica y técnica del personal que laboraría en el mismo, a fin de asegurar su correcto funcionamiento.

La instrumentación considerada cubre dos magnitudes, siendo masa (peso) la primera, la cual se instaló durante el primer año de funcionamiento. La otra fue definida durante la ejecución del proyecto para ser instalada y puesta en operación durante el segundo año del mismo, siendo la temperatura y/o el volumen, en función de las necesidades más apremiantes del país.

Al finalizar el proyecto, el laboratorio fue certificado por una institución metrológica competente y debido a eso se cuenta con patrones debidamente calibrados.

El proyecto fue financiado por la Unión Europea mediante un convenio de cofinanciamiento con la RE-TE y G.V.C. Durante los años de duración del proyecto, la administración estuvo a cargo de una comisión tripartita conformada por RE-TE, G.V.C., U.E.S. y CONACYT. Para efectos del funcionamiento posterior del laboratorio, se negoció un convenio específico entre la Universidad Nacional de El Salvador (UES) y CONACYT, para que fueran estos los encargados de su administración.

BENEFICIOS ESPERADOS DEL PROYECTO: "CONTRIBUCION AL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES METROLÓGICAS".

Según proyecciones del CONACYT se esperaba que a mediano plazo los beneficios de este proyecto alcanzaran a la población en general, por medio de un control más eficiente de los productos que tienen incidencia directa sobre la salud y seguridad del consumidor. Así mismo, el intercambio comercial tanto al interior como al exterior de El Salvador se vería beneficiado, al garantizar las pesas y los bienes negociados, lo que fomenta cierto grado de confiabilidad.

La evidencia más clara de estos beneficios radica en el adecuado control de las balanzas; medidores de flujo y de volumen utilizados en las empresas y establecimientos comerciales del país, equipos que en la actualidad no están sometidos a ningún control ya sea estatal o por parte de las instituciones debidamente acreditadas.

Así mismo los productos agrícolas e industriales tienen acceso a los servicios de laboratorio, con lo cual disponen de un instrumento esencial para el mejoramiento de su competitividad, a través de un control más efectivo de las mediciones realizadas en sus procesos productivos. Los servicios de laboratorio permiten así mismo la confrontación periódica del contenido neto declarado en la etiqueta, contra el contenido neto real determinado por medición directa y utilizando instrumentos de precisión comprobada y certificada por el laboratorio.

1.2 RAZON DE SER

Son muchos los intentos que han hecho los gobiernos nacionales a través de los años en la búsqueda del desarrollo de la economía salvadoreña. Y es que son los gobiernos de cualquier nación los responsables directos de impulsar políticas y acciones en la consecución de estos objetivos. La creación, funcionamiento y atributos legales del CONACYT, se basan en las razones siguientes:

I.- De conformidad a lo establecido en el Art. 53 de la Constitución de la República, es obligación del Estado el propiciar la investigación y el quehacer científico tendientes al logro de un desarrollo social y económico del país.

II.- Que la ciencia y la tecnología son reconocidas como pilares fundamentales de la cultura de un país, y estas intervienen en el desarrollo económico y social como factores determinantes para lograr una mejor calidad de vida y bienestar de la sociedad salvadoreña.

III.- Que el fomento de la incorporación del progreso técnico en los sectores productivos dentro de un marco de creciente valorización de los recursos humanos, es un área en donde la participación del Estado es de fundamental importancia como agente impulsador del proceso de innovación y de inserción en la economía internacional.

IV.- Que la vinculación y la consistencia estratégica de los programas de los agentes de proceso innovador-universidades, centros de investigación tecnológica, centros de educación básica y media, firmas de consultoría y el sector productivo son factores de fundamental importancia dentro del fortalecimiento de la capacidad innovadora.

V.- Que El Salvador ha carecido de una institución u organismo que vele por el desarrollo científico y tecnológico coordinado, según la política definida a través de la concertación entre los sectores vinculados a la temática.

VI.- Que se hace necesario crear la política de normalización, metrología, certificación, verificación de la calidad de bienes y servicios, para que contribuya a la elevación de los niveles de competitividad y productividad de las empresas garantizando la calidad y cantidad a los usuarios/consumidores.

1.2.1 ESTRATEGIA MAESTRA

OBJETIVO:

El Consejo tiene por objeto formular y dirigir la política nacional en materia del desarrollo científico y tecnológico orientado al desarrollo económico y social del país.

VISION:

Ser la institución líder que promueva, fomente, difunda y posicione la ciencia, la tecnología y la innovación para el desarrollo económico y social sostenible de la nación, contribuyendo así, al mejoramiento de la calidad de vida y bienestar de la Sociedad Salvadoreña.

MISION:

Formular, dirigir, coordinar y difundir continuamente las políticas nacionales de la ciencia y de la tecnología; orientadas al desarrollo económico, social y ambiental del país.

POLITICA DE CALIDAD:

Mantener el compromiso de desarrollar y asegurar la cultura de calidad entre todos los miembros de la institución, para satisfacer las necesidades de oferta y demanda de los diferentes servicios que ofrece a la sociedad salvadoreña.

LOGICA DE ACTUACION:

La lógica y actuación del CONACYT responde a la de un Organo Facilitador, Normativo y Coordinador, pero con presencia, liderazgo y responsabilidades compartidas en su campo de acción.

1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Según la ley del CONACYT, la estructura organizacional es la siguiente:

Las atribuciones y facultades que esta ley señala al Consejo, serán ejercidas por:

- a) La Junta Directiva
- b) La Dirección Ejecutiva
- c) El Comité Asesor
- d) Los Departamentos Especializados

a) LA JUNTA DIRECTIVA⁵:

SECTOR PUBLICO.

- a) Ministro de Economía o su representante.
- b) Un representante del Ministerio de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social.
- c) Un representante del Ministerio de Educación.

SECTOR PRODUCTIVO.

- a) Un representante de gremiales del Sector Industrial.
- b) Un representante de gremiales del Sector Agropecuario.
- c) Un representante de gremiales de la Pequeña y Mediana Industria.

SECTOR ACADEMICO.

- a) Dos representantes de las Universidades acreditadas que posean infraestructura comprobada para la Investigación y Desarrollo, y que en sus programas académicos posean carreras técnicas vinculadas con el Desarrollo Científico y Tecnológico.

SECTOR PROFESIONAL.

- a) Dos representantes procedentes de Asociaciones y Federaciones Profesionales de nivel académico universitario legalmente constituidas y vinculadas con el Desarrollo Científico y Tecnológico.
- b) La Junta Directiva será presidida por el Ministro de Economía o por su representante, y en su defecto por el representante que sea elegido entre los Directores presentes.

⁵ Art. 8 Ley del CONACYT

b) LA DIRECCION EJECUTIVA⁶:

La administración del Consejo estará a cargo del Director Ejecutivo, que será nombrado por la Junta Directiva, elegido entre candidatos propuestos por los diferentes sectores representados en la misma.

c) EL COMITE ASESOR⁷:

La Dirección Ejecutiva contará con un Comité Asesor, integrado por miembros de la comunidad científica, representantes del sector productivo y de otros sectores que se estime conveniente incorporar, los cuales serán acreditados ante la Junta Directiva del Consejo a propuesta de los sectores representados en la misma.

d) LOS DEPARTAMENTOS ESPECIALIZADOS⁸:

Para su mejor desempeño, además de la Dirección Ejecutiva, el Consejo contará con los siguientes departamentos:

1. De Financiamiento al Desarrollo Científico y Tecnológico.
2. De Desarrollo Científico y Tecnológico.
3. De Normalización, Metrología y Certificación de la Calidad.
4. Administrativo.

1.4 FUNCIONES PRINCIPALES.

El CONACYT a través de sus departamentos especializados, realiza las siguientes funciones:

DEPARTAMENTO DE FINANCIAMIENTO AL DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO⁹:

El Departamento de Financiamiento al Desarrollo Científico y Tecnológico tendrá las siguientes atribuciones:

⁶ Art. 17 Ley del CONACYT.

⁷ Art. 22 Ley del CONACYT.

⁸ Art. 21 Ley del CONACYT.

⁹ Art. 24 Ley del CONACYT.

- Gestionar la obtención de fondos para el financiamiento de proyectos de desarrollo científico y tecnológico.
- Administrar los fondos dirigidos al fomento del desarrollo científico y tecnológico, de acuerdo al reglamento de aplicación de la presente ley.
- Gestionar la disponibilidad de fondos para el financiamiento de las actividades de fomento requeridas para el logro de la finalidad del Consejo.
- Proponer a la Dirección Ejecutiva las iniciativas necesarias para el cumplimiento de las funciones descritas en las letras precedentes.
- Cumplir las demás funciones que el Director Ejecutivo le encomiende.

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO¹⁰:

- Proponer el Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Estudiar, proponer y evaluar programas de desarrollo de capacidades nacionales de investigación, transferencias e innovación tecnológicas en los sectores público, académico-universitario y productivo del país, acordes a los requerimientos de la planificación nacional de desarrollo económico y social.
- Proponer las iniciativas necesarias para el cumplimiento de la finalidad del Consejo.
- Promover acciones de vinculación entre los sectores productivos y académico-universitario, en actividades científicas y tecnológicas.
- Poner en marcha el Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico a nivel nacional a través de todas aquellas instituciones y entidades de los sectores público y privado, centros de investigación e instituciones académicas, cuyas actividades están enmarcadas en forma importante en los campos de la ciencia y la tecnología.
- Organizar y mantener el sistema nacional de información y documentación científica y tecnológica.
- Mantener un registro nacional de estadísticas de ciencia y tecnología nacional, que sirva de base para el trabajo interno y externo al Consejo.

¹⁰ Art. 26 Ley del CONACYT.

- Proponer a la Dirección Ejecutiva las iniciativas necesarias para el cumplimiento de las funciones descritas en los literales precedentes.
- Cumplir las demás funciones que el Director Ejecutivo le encomiende.

DEPARTAMENTO DE NORMALIZACION, METROLOGIA Y CERTIFICACION DE LA CALIDAD¹¹:

- Coordinar las actividades con otras instituciones del sector público, privado y científico, para la elaboración y adopción de normas técnicas nacionales.
- Proponer a la Junta Directiva a través del Director Ejecutivo las normas técnicas nacionales, para su aprobación por el Ejecutivo por medio del Ministro de Economía.
- Velar por el cumplimiento de las normas técnicas nacionales.
- Constituir los Comités Técnicos para el estudio, elaboración y modificación de normas técnicas oficiales.
- Acreditar y llevar registros de los laboratorios acreditados correspondientes al ejercicio de sus actividades.
- Preparar y desarrollar programas para promover y difundir la importancia de la normalización, metrología, verificación y certificación de la calidad.
- Establecer y ejecutar programas para la formación de personal especializado.
- Preparar y ejecutar los programas que el Consejo a través de la Junta Directiva adopte en el ejercicio de sus atribuciones y cumplimiento de sus objetivos.
- Darle trámite administrativo a las normas adoptadas por el Consejo, enviándolas al Ministerio de Economía, para su aprobación y publicación en su caso.
- Mantener constante comunicación para intercambiar información y colaborar con entidades del país y de otros países así como, con otras instituciones internacionales relacionadas con la normalización, metrología, verificación y certificación de la calidad.

¹¹ Art. 28 Ley del CONACYT.

- Preparar los proyectos de Reglamento para la extensión de certificación de calidad y para la autorización del uso de sello de conformidad con norma, para ser sometidos a la consideración y aprobación de la Junta Directiva.
- Preparar los dictámenes técnicos en materia de normalización, metrología, Verificación y Certificación de la calidad, a través de las secciones y comités respectivos.
- Emitir opinión técnica sobre informes de verificación de la calidad que reciba de los laboratorios acreditados.
- Coordinar las actividades de los diferentes Comités Técnicos de normalización, metrología, verificación y certificación de la calidad.

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION¹²:

- Cumplir y hacer cumplir las disposiciones dictadas por la Junta Directiva o el Director Ejecutivo.
- Administrar las oficinas y dependencias del Consejo y rendir un informe mensual al Director Ejecutivo de lo realizado por el Departamento Administrativo.
- Ejercer las demás atribuciones y funciones que legalmente le corresponda.

1.5 SECTORES OBJETIVO

Los sectores que por su incidencia en el desarrollo de la economía salvadoreña, se convierten en los sectores hacia los cuales se orientan los esfuerzos del CONACYT son los siguientes:

- El Estado
- Universidades e Institutos Tecnológicos
- Empresa Privada
- Gremios Profesionales

¹²Art. 83 Ley del CONACYT.

1.6 RELACIONES INTERNACIONALES, PROYECTOS Y PROGRAMAS

1.6.1 RELACIONES INTERNACIONALES

- 1a. Vicepresidencia de la Comisión Interamericana de Ciencia y Tecnología (COMCYT), para el año 2000.
- Presidencia 1998-2000 de la Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica y Panamá (CTCAP).
- Miembro correspondiente de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO).
- Miembro del Codex Alimentarius (FAO).
- Miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT).
- Miembro de la Asociación Interamericana de Acreditación (IAAC).
- Miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).
- Miembro de la International Foundation for Science (IFS).
- Organismo Signatario del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).

1.6.2 PROYECTOS DE COOPERACION

PROYECTOS DE COOPERACION INTERNACIONAL:

- "Red Hemisférica Interuniversitaria de Ciencia y Tecnología (REDHUCYT)", Organización de Estados Americanos (OEA).
- "Sistema Interamericano de Metrología", OEA.
- "Fortalecimiento del Apoyo Científico y Tecnológico de Centroamérica y Panamá", OEA/CTCAP.
- "Construcción del Centro Regional para el Diseño y Certificación de Envases, Empaque y Embalajes", República de China/CTCAP.
- "Apoyo al Sistema Integrado de Normalización, Metrología y Certificación de la Calidad", República de China/CTCAP.

APOYO A LA EJECUCION DE PROYECTOS ESTRATEGICOS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA REGION:

- Impulsar el desarrollo de cluster regionales.
- Oficialización de 20 normas técnicas internacionales para la evaluación de la conformidad.

PROYECTOS PARA IMPULSAR ALIANZAS ESTRATEGICAS:

- Dos proyectos presentados al Banco Interamericano de Desarrollo (BID), “Mejoramiento del control de la calidad y gestión ambiental en las PYMES” y “Fondo de Financiamiento al Desarrollo Científico y Tecnológico”.
- Seis proyectos presentados en la OEA, tres regionales aprobados, pendientes del primer desembolso, los otros tres proyectos son nacionales y se gestionó su aprobación.

BUSQUEDA DE COOPERACION FINANCIERA INTERNACIONAL:

- Proyecto en ejecución con Uruguay y nueve en proceso de negociaciones con los países cooperantes, a los cuales se les buscará financiamiento en las reuniones bilaterales, cinco de ellos con altas posibilidades de aprobación para el presente año con lo cual se estaría promoviendo la transferencia tecnológica de países como Brasil, México, Perú y Colombia entre otros.

INSTRUMENTOS Y MECANISMOS DE COOPERACION FINANCIERA:

- Diseño de instrumentos financieros de apoyo al desarrollo científico y tecnológico.
- Dos documentos sobre mecanismo de funcionamiento del Sistema de Financiamiento al Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Promoción de la utilización de esquemas de co-financiamiento para facilitar el acceso de empresas a la transferencia de tecnología.
- Promoción para que empresas privadas y públicas participen en el programa CYTED en las modalidades de Redes Temáticas, Proyectos de Investigación Pre-competitiva, y Proyectos Iberoeka en sus 17 Sub-programas.

CAPACITACION DE RECURSO HUMANO EN ADMINISTRACION, FORMULACION Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN CIENCIA Y TECNOLOGIA:

- Se han presentado dos proyectos, uno al Gobierno de Brasil mediante la Cooperación bilateral y otro a la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), con los cuales se pretende formar personal especializado en la Formulación y Evaluación de Proyectos de Desarrollo Científico y Tecnológico.

CARTERA DE PROYECTOS PARA COOPERACION INTERNACIONAL:

- Fortalecimiento al Sistema Integrado de la Calidad en sus componentes: Normalización, Metrología y Certificación de la Calidad.
- Formación de Personal encargado de unidades de vinculación universidad-empresa.
- II Etapa: Vinculación de las Universidades con las PYMES y estrategias de asociatividad.
- Asistencia a las PYMES en Certificación de la Calidad.
- Diseño Curricular de Carreras Tecnológicas de Interés para el Sector Productivo.
- Elaboración y Funcionamiento de un Programa de Divulgación y Valoración de la Ciencia y Tecnología para Jóvenes y Niños.
- Fondos de Financiamiento al Desarrollo C&T.
- Transformación Organizativa Funcional para la Eficiencia y Eficacia de la Educación Superior en la UES, utilizando un modelo autónomo institucional como fundamento (de una actividad asistencial-docente) investigativo en su Facultad de Medicina.
- Proyecto para el mejoramiento del Control de la Calidad y Gestión Ambiental en las PYMES de El Salvador.
- Guía Metodológica para el Estudio del Impacto Ambiental en El Salvador.
- Diseño de una Estrategia Curricular para mejorar la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, en el nivel de Parvularia de la Educación Formal de El Salvador.
- Programa de Formación de la Pequeña y Mediana Empresa Salvadoreña en la implementación de Sistemas de Calidad basados en la Norma ISO 9000.

- Apoyo inter-institucional para la creación de la Red Nacional de Laboratorios Acreditados, de acuerdo a los lineamientos establecidos en la normativa ISO.
- Creación y Fortalecimiento de la Red Inter-institucional de Metrología Legal.

1.6.3 PROGRAMAS DE DESARROLLO

DESARROLLO AGROPECUARIO:

- Desarrollar un Programa de Manejo Post-Cosecha, Normas.
- Programa de adopción de Normas Codex: Adopción de 300 normas dirigidas al sector de alimentos.
- Programa Regional de Armonización de Normas: Armonización regional de normas y reglamentación técnica; iniciando con la industria de alimentos.
- Preparación de la Base de Datos de Normas y Reglamentos Técnicos: Base de datos de todas las normas técnicas elaboradas y adoptadas por el CONACYT.
- Programa Nacional de Biotecnología.
- Taller "El Papel de la Biología Molecular y su Aplicación en el Area de la Salud", 20 de julio de 1999, organizada por la Asociación Salvadoreña de Patología.
- Conferencia Magistral "Obtención de Variedades de papa Transgénica Resistentes a Virus, Bacterias y Hongos", 19 de octubre de 1999, por el Dr. Alejandro Mentaberry (Argentina).
- Conferencia Magistral "Etica y Biotecnología", 20 de marzo de 2000, por el Dr. Pedro León (Costa Rica) organizada con el Liceo Francés y el Departamento de Filosofía de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA).
- Programa de formación de masas críticas de recurso humano de alta capacidad en Biotecnología.
- Curso Básico de Biología Celular y Molecular (a distancia), impartido por la Universidad de Chile, realizado del 13 de septiembre al 12 de noviembre de 1999, con la participación de 14 profesionales salvadoreños.
- Convenio entre el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), CONACYT y CENTA, para realizar un Proyecto de Acción

Potenciador (PAP) de Fortalecimiento del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal en materia de Biotecnología Agrícola.

DESARROLLO DE CERTIFICADORAS DE CALIDAD:

- Desarrollo del programa de Certificación de la Calidad por Sello de Calidad y Diseño de programas de capacitación para organismos certificadores de sistemas de calidad y de producto.
- Diseño e implementación del sistema de calidad para acreditación de organismos de certificación de sistemas de calidad.
- Elaboración del reglamento sobre uso del sello ó marca de conformidad y Diseño del Logotipo.
- Pasantía de técnicos salvadoreños del sector productivo y gubernamental al Laboratorio Tecnológico del Uruguay-LATU para observar la estructura documental del sistema del Organismo de Certificación de Producto.

DESARROLLO DE LA MICRO Y PEQUEÑA EMPRESA:

- Creación de un Sistema de calidad que apoye y fomente la competitividad de este sector.
- Documento de diagnóstico de las necesidades tecnológicas para el desarrollo de las MYPES.
- Difusión al sistema empresarial de la normativa ISO 9000/2000 mediante el convenio LATU/CONACYT.
- Gestión del proyecto BID para la implementación de un programa de aseguramiento de la calidad, a sectores prioritarios de la MYPES.

INTEGRACION PRODUCTIVA Y COMERCIAL CON CENTROAMERICA:

- Promover armonización de medidas de Normalización y de las medidas sanitarias y fitosanitarias.
- Aprobación de 10 medidas sanitarias y fitosanitarias.

- Conformación de la Comisión Interministerial de Reglamentación Técnica, para facilitar la oficialización de regulaciones tendientes a salvaguardar la seguridad nacional, proteger la salud humana y los derechos de los consumidores.
- Realización de intercambios de normas técnicas oficiales como fase preparatoria de la unión aduanera entre Guatemala y El Salvador.

DESARROLLO Y FORTALECIMIENTO DE ESTRUCTURA ECONOMICA:

- Impulsar el establecimiento y fortalecimiento de centros para la investigación y desarrollo de tecnologías aplicadas que puedan impulsar el desarrollo tecnológico.
- Programa para la formación de técnicos de laboratorios para la elaboración e implementación del Sistema de Calidad basado en la Guía ISO/IEC 17025 y realización de auditorías, bajo las normas siguientes: ISO/IEC para la acreditación de Laboratorios.
- Acceso al servicio de pre-auditorías de Acreditación a los Laboratorios Nacionales de Análisis.
- Cinco laboratorios acreditados en los análisis de: agua, suelos, alimentos, calidad de plaguicidas y humo de cigarrillo.
- Coordinación con Organismos de la Cooperación Internacional para viabilizar el acceso al diseño e implementación del Sistema de Calidad para la Acreditación de Laboratorios.
- Laboratorio Nacional de Metrología para Metrología Legal e Industrial, para calibración y recalibración de equipos de medición en las áreas de balanzas y masas, temperatura, volumen, dimensión, densidad y presión.
- Consolidación del Sistema Centroamericano de Normalización, Metrología y Certificación de la Calidad.
- Participación en el Sistema Interamericano de Metrología.
- Proceso de acreditación del Laboratorio Nacional de Metrología Legal para elevarlo a la categoría de Laboratorio Nacional de Referencia.
- Integración en el currículum del Sistema Educativo Nacional de los contenidos de ciencia, tecnología e innovación.

- Elaboración de Perfil del Proyecto "Diseño de una Estrategia Curricular para mejorar la Enseñanza de la Ciencia, Matemática y Tecnología, en el nivel de Parvularia de la Educación Formal en El Salvador", abril de 2000, para la búsqueda de cooperación internacional.

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INNOVACION TECNOLOGICA:

- Estructurar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Foro "La Innovación Tecnológica: Nueva Estrategia Nacional de Desarrollo", por el Dr. José Antonio López Cerezo (España), Ignacio Avalos (Venezuela), Dr. Pablo Valenti (Uruguay), 12/11/99, con la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).
- Propuesta del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, enero de 2000.
- "Desayuno de Exposición de Estrategia de Desarrollo", 23 de febrero de 2000, en conjunto con la Fundación Nacional para el Desarrollo (FUNDE).
- Institución de apoyo en la RedUlocal, (Red de Universidades para el Desarrollo Sostenible).

ACTUALIZACION DE LA POLITICA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA:

- Ponencia "Políticas de Desarrollo de Ciencia y de Tecnología", Seminario Taller Ingeniería Mecánica: Perspectivas de Desarrollo, Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador (UES), 15 de enero de 2000.
- Sistema de Información y Divulgación de Normalización, Metrología y Acreditación de la Calidad a nivel regional y nacional.
- Web del Centro Virtual de Información de Normas de Centro América y Panamá <http://www.infoqcentral.org.sv>, en el marco del proyecto regional Sistema Integrado de Normalización, Metrología y Acreditación de la Calidad, auspiciado por la Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica y Panamá (CTCAP).

- Web <http://www.infoq.org.sv> que cuenta con información en línea de Catálogos de Normas, reglamentos técnicos salvadoreños, documentos de la ISO y del Codex Alimentarius.

1.7 POTENCIALIDADES

- Financiamiento al desarrollo científico y tecnológico.
- Fomento y gestión de la calidad y la productividad.
- Formación y capacitación de recursos humanos.
- Infraestructura de ciencia y tecnología.
- Transferencia, innovación y desarrollo tecnológico.
- Información científica y tecnológica.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

En este capítulo se describe de manera profunda el desarrollo histórico mundial de la metrología, luego se explica el comportamiento histórico de esta materia en El Salvador así como los fundamentos de la misma.

Para conceptualizar el tema de manera que brinde una base técnica a la investigación y se aporte un marco teórico de apoyo completo al lector se describen aquellas definiciones y conceptos relacionados con la ciencia metrológica.

El capítulo II finaliza con la ilustración de los temas de apoyo seleccionados, ya que estos aportan herramientas importantes en la comprensión del tema en estudio.

OBJETIVOS:

- Conocer el desarrollo y la evolución histórica de la metrología a nivel mundial.
- Describir el comportamiento histórico de la metrología en El Salvador.
- Fundamentar técnicamente la investigación, exponiendo los conceptos técnicos relacionados.
- Ilustrar temas de apoyo que ayuden a la comprensión del tema en estudio.

2.1 MARCO HISTORICO DE LA METROLOGIA

Desde la aparición del ser humano sobre la tierra surgió la necesidad de contar y medir. No es posible saber con exactitud cuando surgen las unidades para contar y medir, pero la necesidad de hacerlo aporta ingredientes básicos que requieren de la metrología, como mínimo para desarrollar su actividad fundamental; como ciencia que estudia los sistemas de unidades, los métodos, las normas y los instrumentos para medir.

Existen evidencias y está por escrito en diferentes libros el uso de unidades e instrumentos para medir desde hace 6,000 a 7,000 años aproximadamente¹³. Como ejemplo podemos citar del Antiguo Testamento de la Biblia, en el libro de Levítico la cita más antigua respecto a la metrología y su concepto de referencia a un patrón, o trazabilidad y honestidad:

“No cometáis injusticia en los juicios,
ni en las medidas de longitud,
de peso o de capacidad; tened balanza justa,
peso justo, medida justa y sextario justo”.

Levítico 19:35-36

2.1.1 ANTECEDENTES Y EVOLUCION HISTORICA

La metrología ha estado presente en los eventos más significativos, relacionados con las ciencias y la técnica, inclusive en aquellos de tipo económico y de mercado, es decir, para realizar las actividades comerciales es necesario contar y medir basándose por completo en la metrología.

La ciencia tuvo su origen en las necesidades del hombre y su curiosidad por conocer el mundo que lo rodea. Nadie sabe cuando apareció la curiosidad humana.

¹³ Véase Anexo #2

En diferentes culturas surgió, hace 3,000 o 4,000 años, la necesidad de medir la tierra, lo que condujo al uso y desarrollo de la geometría, el interés por las estrellas motivó al hombre, por medio de la astrología, a la astronomía y, por supuesto, al uso y control del tiempo mediante la calendarización. En aquellos tiempos se realizaba la observación e incluso la predicción de eclipses. Cada año las investigaciones arqueológicas descubren nuevas evidencias de las actividades intelectuales de las culturas que florecieron en los valles del Nilo, Eufrates, etc. Se debe notar que la curiosidad de estas culturas era relativamente pasiva, ya que había observación plena pero no experimentos.

Los antiguos filósofos griegos, reconocidos como los primeros "científicos" están clasificados en las llamadas "escuelas". De los tres grandes filósofos de Atenas; Sócrates, Platón y Aristóteles, este último es considerado el más importante en la historia de la física, aún cuando Platón y sus teorías han influido mucho. Aristóteles fue un gran observador de los fenómenos naturales y aunque no siempre los observó exactamente, él colectó y organizó sus observaciones en forma documental, escribió el primer "libro de texto" de física, incluyendo algunas citas metrológicas, lo que sucedió en el año 400 a. de C.

En las épocas antiguas los países tenían sus propias medidas de longitud por lo que los valores de las medidas locales no podían compararse con la de otros países. Cuando la tecnología comenzó a desarrollarse y el comercio entre los diferentes países floreció, se hizo necesario unificar el sistema de medidas y unidades.

En 1664, Huygens pensó en utilizar el período de una oscilación (el cual Galileo Galilei había descubierto que era constante) como el estándar de longitud. Sin embargo, el período era afectado por la masa de la cuerda, la posición del centro de masa de la esfera, el aire arrastrado y el desgaste de la cuerda. Estos factores atenuaban el movimiento de vaivén del péndulo y, en consecuencia, este sistema no pudo llevarse a la práctica.

Fue Newton, quien basándose en experiencia con relojes, sustituyó los descubrimientos mecánicos de Galileo por experimentos de rotación. Fue el primero en establecer una distinción clara entre masa y peso.

En 1670, Mauton propuso usar la diezmillonésima parte del cuadrante terrestre (lo cual corresponde a la cuarenta millonésima parte del meridiano) como el estándar de longitud. Desde entonces se ha estado buscando un método de medición relacionado con la Tierra. En 1791, un comité designado por el gobierno francés determinó que la nueva unidad de longitud, que era la diezmillonésima parte del cuadrante que va del Polo Norte a la línea del Ecuador, se llamara "metro". Pasaron 120 años desde la propuesta original hasta su introducción oficial.

En junio de 1792, se comenzó a medir la distancia entre Dunkerke (al norte de Francia) y Barcelona (en las costas del Mediterráneo español) por medio de triangulación. La medición se terminó en junio de 1798.

Para la medición, en Francia fue usada la escala llamada toharz, de acuerdo con ésta se estableció que la distancia entre el Polo Norte y el Ecuador era de 5130740 toharzes. El valor fue obtenido usando toda la tecnología de corrección disponible en ese tiempo.

En 1799 fue hecha una barra de platino de 1 metro de longitud y su sección transversal era de 25.3 mm x 4mm. Sobre esta barra patrón se grabó la leyenda METRE DES ARCHIVES (Metro de Archivo).

En el siglo XIX creció la inquietud y el interés por el experimento cuantitativo. Las mediciones empezaron a reemplazar a las observaciones puramente cualitativas.

En 1870, se llevó a cabo en París una Conferencia Internacional sobre Longitud. En mayo de 1875, diecisiete naciones firmaron el Tratado Internacional del Sistema Métrico, por medio del cual se fundó la Oficina Internacional de Pesos y Medidas, con sede en Sevres, en las afueras de París. En 1876 empezó a fabricarse y reproducirse el prototipo del metro para las naciones que participaron en el tratado.

Se hicieron 32 barras, las cuales se componían de 90% Platino y 10% Iridio. Estas barras eran de 1020 mm de largo y de forma de “X” en su sección transversal¹⁴. Las caras, de más de 8 mm en la vecindad de los bordes, se pulieron y se les grabaron líneas de graduación de 6 a 8 μm de ancho, luego la distancia total entre las líneas se completó hasta llegar a un metro. La temperatura siempre se mantuvo lo más cercana posible a los 20 °C.

Entre los 32 prototipos fabricados se determinó que el número 6 era el más semejante al Metro de Archivo y fue designado como el prototipo internacional del metro en la Primera Conferencia Internacional de Pesos y Medidas, celebrada en 1889.

En 1956 el metro fue enviado a Suiza, para que le grabaran nuevas líneas en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas. También se le grabaron líneas de graduación con intervalos de 1 mm y se hizo la revisión que establecía la longitud de 1 m a 20 °C.

Debido a que las líneas de graduación no eran lo suficientemente delgadas, la longitud esculpida en el metro prototipo tenía una inexactitud de cerca de 0.2 μm . El prototipo podría ser destruido por una guerra, tal como la Primera Guerra Mundial de 1914-1918. Por tanto, se hizo un esfuerzo para encontrar un valor invariable, basado en fenómenos naturales, que pudiera usarse como un nuevo estándar en reemplazo del prototipo del metro. Para este propósito, la longitud de onda de una luz monocromática era lo más universal y seguro, por lo que se llevaron a cabo experimentos con la longitud de onda de la luz roja Cd en nueve lugares del mundo.

Finalmente en la Séptima Conferencia Internacional de Pesos y Medidas, efectuada en el año 1927, se definió el metro como sigue:

La longitud de onda de la luz roja Cd (Cadmio)

$$\lambda_{\text{CdR}} = 0.64384696 \mu\text{m}$$

$$1 \text{ m} = 1553164.13 \text{ CdR}$$

¹⁴ Ver Anexo #3

Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura = 15 °C (termómetro de hidrógeno)

Presión atmosférica = 760 mm de Hg

Ambiente = Aire seco conteniendo 0.03% de CO

Aceleración gravitacional = 980.665 cm/s = g

Así la longitud estándar podía obtenerse fácilmente por medio de una lámpara de Cd (Cadmio) sellada en un tubo de rayos catódicos y líneas de electricidad.

Durante la Segunda Guerra Mundial, la física atómica experimentó un gran progreso y se efectuaron extensos trabajos de investigación acerca de la radiación de isótopos con el mismo número atómico, los cuales emitían luces monocromáticas que eran más adecuadas que aquellas de los elementos naturales. En la Conferencia Internacional de Pesos y Medidas efectuada en 1957, se propuso adoptar la longitud de onda en el vacío de la luz emitida por la transición entre $Kr^{86}2p_{10}$ y $5d_5$ (Kr^{86} da luz naranja). La propuesta fue aprobada en la Onceava Conferencia Internacional de Pesos y Medidas, celebrada en octubre de 1960, la cual señala que: "La unidad de medida de longitud es el metro. Un metro es igual a 1650763.73 veces la longitud de onda de una luz emitida por la transición entre los niveles de energía del $Kr^{86}2p_{10}$ y $5d_5$. Esta debe ser medida en el vacío en cumplimiento a la decisión de la Conferencia Internacional de Pesos y Medidas".

De acuerdo con esta definición, un metro puede reproducirse con una exactitud de cerca de 10^{-8} m, es decir, 0.01 μ m.

Según la Conferencia General de Pesos y Medidas la nueva definición del metro es:

"La longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío,
durante un lapso de $1/299792458$ de segundo".

2.1.2 EVOLUCION METROLOGICA EN EL SALVADOR¹⁵

Hasta mediados del siglo XIX, el sistema oficial de pesas y medidas que rigió en El Salvador, así como en el resto de países del área centroamericana, fue el español. En este mismo sistema existían ciertas discrepancias de medida entre las mismas unidades, según la provincia de España de donde procedían, ya fuese esta Castilla, Navarra, Valencia u otras.

A las unidades de medida de origen español, por fuerza de la costumbre, se agregaron en un principio algunas de origen indígena, y más tarde, algunas de origen inglés, complicándose así el uso de las pesas y medidas.

En los años 1857 y 1875, se efectuaron en Francia, convenciones internacionales de pesas y medidas, donde los países signatarios se comprometieron a adoptar como oficial y obligatorio el uso del sistema métrico decimal francés, tanto por su valor científico, como por la facilidad que significaba el manejo de sus unidades. Es así que en cumplimiento de las resoluciones de aquellas convenciones, El Salvador en 1885 decreta y adopta como oficial y obligatorio el uso del sistema referido. La disposición legal que estableció el implantamiento del sistema métrico decimal data de muchos años; pero la historia muestra que simultáneamente, al igual que hoy, se continuó utilizando unidades de diversos tipos en las distintas operaciones diarias.

La diversidad de unidades en uso, y lo complicado de su manejo, así como la conversión de un sistema a otro han sido motivos de dificultades de orden práctico, discusiones de orden técnico y de disparidad en los resultados cuando de comparaciones se trata. Por ello en vista de un potencial programa de integración económica a nivel centroamericano, se consideró indispensable el uso de una misma clase y tipo de unidades para lograr una mejor comprensión tanto a nivel nacional como regional.

La fuerza de la costumbre y el uso arraigado de ciertas unidades de medidas, hacía que los consumidores adquirieran mercancías y servicios en la clase de unidades que los productores, comerciantes o industriales se los ofrecían; sin embargo, una investigación realizada en la década de los años cincuenta entre esos

¹⁵ Tomado de J.V. Aragón

compradores, comerciantes e industriales reveló un deseo colectivo de acabar con esa diversidad de unidades de medida empleadas corrientemente. El deseo se hizo más notorio entre los compradores, cuando comprendieron la situación de que se les defraudaba fácil y frecuentemente al adquirir mercancías.

Existía además otro aspecto en este problema, el cual era la falta de organismos oficiales que con autoridad legal y con los medios suficientes vigilara la exactitud de los instrumentos de medición utilizados. Se infería de esta manera, la utilidad que tendría, en términos prácticos, la unificación del sistema de medición en todo el país, así como también la importancia de establecer organismos gubernamentales encargados de inspeccionar permanentemente los aparatos que se utilizaban, para que cumplieran siempre los fines para los que habían sido contruidos y para que los usuarios de éstos los emplearan en forma debida y correcta. Se planteaba entonces, la necesidad de establecer normas legales y administrativas a las que debieran sujetarse quienes hicieran uso de esos instrumentos.

En diciembre de 1953 se llevó acabo, en la Ciudad de San José, Costa Rica, la Segunda Reunión de Bancos Centrales de Centroamérica, en la cual, entre otras cosas, se tomó una resolución sobre la conveniencia de establecer un sistema unificado de pesas y medidas bajo el sistema métrico decimal entre Costa Rica, Nicaragua, Guatemala, Honduras y El Salvador, en atención a que el uso de diversos tipos de unidades producía confusión al ofrecerse cotizaciones internacionales, y a que un sistema unificado de pesas y medidas sería de mayor interés para facilitar la integración económica y el intercambio de los productos entre los países del istmo centroamericano.

Como primer paso para lograr la unificación se resolvió recomendar a los Bancos Centrales de Centroamérica, solicitar de los Ministerios de Hacienda y Economía que efectuaran estudios de las pesas y medidas usadas en los respectivos países, los resultados de esos estudios serían enviados al Banco Central de Guatemala, para que éste elaborara una tabla de equivalencias, para ser presentada en la Tercera Reunión de Bancos Centrales, con el objeto de que sirviera de base para proponer por los conductos correspondientes una unificación de pesas y

medidas en Centroamérica. Como consecuencia directa y en cumplimiento de dicha resolución, cada uno de los Bancos Centrales del área fue enviando las informaciones requeridas al Banco Central de Guatemala.

Al llevarse acabo la Tercera Reunión de Bancos Centrales, en la Ciudad de Guatemala, en febrero de 1955, el Banco Central de Guatemala informó que había recibido los datos de los demás Bancos Centrales, pero que no le había sido posible elaborar la tabla de equivalencia por razones que adujo. En vista de ello la Tercera Reunión de Bancos Centrales de Centroamérica, dictó una resolución en la que se hizo constar la entrega al Banco de Guatemala de las informaciones solicitadas en la reunión anterior y que se le pedía nuevamente a dicha institución la preparación de la tabla de equivalencias y que fuera puesta en conocimiento de los demás Bancos Centrales tan pronto como fuera posible.

Con los datos en su poder el Banco Central de Guatemala solicitó la colaboración del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), ubicado en la propia Ciudad de Guatemala, para que elaborara la tabla de equivalencia que se le había encomendado. El ICAITI accedió y en 1956 elaboró la tabla de equivalencias para America Central, la que entregó al Banco Central de Guatemala en octubre de ese año. Esta tabla también fue enviada a la sub-sede en México de la Comisión Ejecutiva para America Latina (CEPAL).

En mayo de 1955, se efectuó en San Salvador, una reunión extraordinaria del Comité de Cooperación Económica de Centro América (CCE) formado por los Ministros de Economía de los cinco países del área. En ella, se consideró la fundamental importancia que tenía la unificación de las pesas y medidas y la aplicación efectiva del sistema métrico decimal para los fines del Programa de Integración Económica de la región; así como el hecho de que a pesar de hallarse adoptado el sistema métrico decimal, se utilizaba todavía en la región una gran diversidad de pesas y medidas.

Como resultado de dichas consideraciones, se dictó una resolución en el sentido de recomendar a los gobiernos que solicitaran a la Junta de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas, los servicios de una persona experta en el tema para que en consulta con la Secretaría y teniendo en cuenta los trabajos realizados

por los Bancos Centrales, llevara acabo un estudio sobre las pesas y medidas utilizadas en la región, con vistas a obtener la aplicación efectiva del sistema métrico decimal, y que propusiera los medios que condujeran a ese fin. Basándose en la resolución del Comité de Cooperación Económica sobre uniformidad de pesas y medidas, aprobada el 7 de mayo de 1955, la administración de asistencia técnica de las Naciones Unidas, de acuerdo con la sub-sede en México de la CEPAL, dispuso nombrar a una persona para que estudiara el asunto en toda su amplitud a partir de enero de 1957.

En su viaje de estudio a El Salvador, esta persona recurrió a 38 fuentes de información para la obtención de datos, contándose entre ellas tres dependencias del Ministerio de Economía, una del Ministerio de Educación, otra del Banco Central de Reserva y otra del Instituto Salvadoreño de Fomento a la Producción (INSAFOP); también fueron visitadas la Inspección General de Servicios Eléctricos, La Alcaldía Municipal, La Aduana Aérea, El Servicio Meteorológico, Los Ferrocarriles, los mercados y algunas fábricas, para hacer observaciones directas sobre el intercambio comercial y el uso de los instrumentos de medición, o para conocer las reacciones personales a las que daba lugar el proyecto de unificar los sistemas de pesar y medir a base del sistema métrico decimal.

Dicha persona encontró que en la municipalidad de San Salvador existían disposiciones legales que fijaban las medidas del medio almud para que tuvieran la capacidad de un decalitro, lo cual no se cumplía en la práctica; así también que la Asamblea Nacional Legislativa del país promulgó en 1930 una ley estableciendo una Oficina Nacional de Pesas y Medidas, que fue agregada provisionalmente a la Dirección General de Estadística, y que tenía a su cargo el control científico del uso de pesas y medidas utilizadas en los servicios públicos, las empresas de transporte y los establecimientos de comercio en general. En 1931 la Asamblea Nacional Legislativa decretó la anexión de la oficina citada al Ministerio de Gobernación de aquel tiempo, pero como dato curioso a la fecha de realizarse el estudio (1957), dicha oficina no existía.

Basándose en lo anterior se concluyó que el país necesitaba una labor muy enérgica de divulgación del sistema métrico decimal y la organización de un servicio

de verificación y vigilancia de los instrumentos de medición para que la población sustituyera las unidades de medida que empleaba cotidianamente por las del sistema métrico decimal.

UNIDADES E INSTRUMENTOS DE MEDICION EMPLEADOS.

Si se efectuara de manera exhaustiva la observación y el registro completo de la diversidad de unidades de medida que se emplearon en El Salvador antes de 1958, se requeriría una prolongada labor en el tiempo y en el espacio, dada la dispersión de localidades existentes. El trabajo sería aún más complicado si se trata de averiguar las unidades de medida que, en su intercambio comercial, empleó la población indígena, aún existente en El Salvador. En este estudio bastará la observación y el conocimiento de las unidades en que se medían las longitudes, las superficies, los pesos, las capacidades y los volúmenes en el intercambio comercial general.

DISTRIBUCION DE UNIDADES DE MEDIDA, POR SISTEMAS Y CAMPOS DE APLICACION.

Sistema	Longitud	Superficie	Peso	Capacidad	Volumen	Total
Español	6	5	6	1	1	19
Inglés	6	2	1	1	0	10
Regional	1	0	4	7	2	14
Métrico	3	3	2	1	0	9
Total	16	10	13	10	3	52

En esta tabla se observa la distribución de unidades de medida utilizadas habitualmente, todavía en los años 50's, en El Salvador. En su elaboración se ha tomado en cuenta la lista detallada de las distintas unidades de medida utilizadas en el país, preparada por el Banco Central de El Salvador, así como la observación personal del experto nombrado por la Administración de Asistencia Técnica de las

Naciones Unidas, en acuerdo con la CEPAL, para realizar un estudio sobre metrología en el área centroamericana.

Respecto a esta tabla se hacen las siguientes observaciones:

- En conjunto, se empleaban más unidades de origen español que de otros orígenes. Las regionales ocupaban el segundo lugar y las métricas eran las menos empleadas.
- En las longitudes se empleaban más las españolas y las inglesas, que las de otros sistemas. En la medición de superficies, las españolas se empleaban en mayor número, siguiendo las métricas.
- En el peso predominaban también las españolas, ocupando el segundo lugar las regionales.
- En las capacidades y los volúmenes, las unidades de medida regionales se empleaban en mayor número que las de otros sistemas, no usándose ninguna del sistema métrico en la medición de estos últimos.
- Los porcentajes que representan las diversas clases de unidades, consideradas en conjunto, son las siguientes: españolas, 36.5%; regionales, 27.0%; inglesas, 19.2% y métricas, 17.3%.

Se puede concluir sobre la base de los datos anteriores que la diversidad de unidades de medida de cada clase en uso era notable y que no existía una visible articulación entre ellas, además que las unidades métricas eran las menos empleadas en el país.

INSTRUMENTOS EMPLEADOS PARA MEDIR Y PESAR.

En El Salvador se han utilizados muchos variados instrumentos de diferentes procedencias, de distintos tipos de construcción y con diferentes capacidades. Por lo tanto no es posible, enmarcarlos dentro de ciertos moldes comunes para cada clase, por tal motivo se hará referencia a una clasificación separada de los instrumentos que solían emplearse en los diferentes campos que se consideran de interés.

Los campos a los que se hace mención son los siguientes:

- a) Metrología

- i) Longitudes. Para su determinación se emplearon longímetros de madera y de metal flexible, con extensiones de una vara y una yarda los primeros y de dos metros los segundos. Para medir varas y yardas se empleaban unas reglas de sección rectangular o cuadrada, las cuales generalmente presentaban los extremos deformados. En esas reglas se encontraban fijados los tercios y los cuartos de las unidades básicas. En los almacenes comerciales, la yarda y la vara se encontraban señaladas por pequeñas cortaduras en la parte superior de los mostradores; tanto una como la otra unidad estaban fijadas en el mismo tramo del mueble, lo cual hacía difícil distinguir los cuartos tercios de vara de los cuartos y tercios de yarda. Los longímetros eran autorizados por la Sección de Tasaciones de la municipalidad de la capital, o por los Alcaldes Municipales fuera de ella, cuando los comerciantes voluntariamente los presentaban y solicitaban su autorización. No existía revisión permanente de estos instrumentos. Para la verificación se hacía uso de un longímetro de metal flexible, comprado en cualquier almacén comercial.
- ii) Superficies. Para la medición de las superficies de las pieles y otros artículos que se expresaban en unidades cuadradas, no se empleaban más que longímetros.
- iii) Pesos. Para su fijación en el comercio, se hacía uso de varios tipos de romanas, balanzas y básculas. Predominaban en el mercado las básculas de barra y cucharón, construidas en el extranjero y marcadas en libras y entre los comerciantes de escasos recursos económicos, las balanzas de construcción hogareña con fiel (palanca o astil) de lámina y cilindro hueco, platillos de hojalata y tensores de cordel. Como pesa se empleaban pedazos de hierro o piezas de latón en forma de cono truncado comprendidas unas dentro de otras, que por sí mismas correspondían a pesos de determinados sub-múltiplos de la libra española (460 gramos). A estas pesas se les denominaban marcos. Informaciones obtenidas de la ciudad de San Miguel, hacen saber que era frecuente el caso de que este tipo de balanzas ocultara en el interior del fiel, pequeñas esferas de plomo

que se deslizaban hacia el extremo que deseara el comerciante al principiar a llenar el platillo. Para el uso de balanzas y básculas no se requería autorización, ni eran inspeccionadas o verificadas por autoridad alguna. Las aduanas del país hacían uso de básculas móviles y fijas, marcadas en unidades del sistema métrico decimal. Mensualmente eran verificadas por una casa comercial, agente de una empresa norteamericana constructora de básculas. Las pesas que se utilizaban para la verificación de los instrumentos de aduanas habían sido enviadas por una empresa fabricante pero sin la certificación de la Oficina de Normas del Gobierno de los Estados Unidos de América. El Ferrocarril Internacional de Centroamérica empleaba básculas que marcaban libras inglesas (463 gramos) y su verificación se efectuaba por el departamento mecánico del mismo, con pesas certificadas de origen, pero no vueltas a verificar en su exactitud desde su adquisición. El ferrocarril nacional utilizaba básculas marcadas en libras españolas (460 gramos), su revisión era efectuada por mecánicos residentes en Sonsonate con pesas sin certificado de exactitud reciente.

- iv) Capacidades. Las capacidades se determinaban valiéndose de diversos recipientes como las “latas”, los “medios almudes”, “cuartos de almud o cuartilleros”, “cuartos de medio almud” y “octavos de medio almud”. La lata comúnmente utilizada como unidad de medida era el recipiente en que se recibía del extranjero la gasolina, el keroseno, el aceite de vegetal, etc. Los medios almudes y sus tres sub-múltiplos era instrumentos empleados con mucha frecuencia para la venta de granos, tanto en la capital como en el Occidente del país. Eran de madera reforzada con tiras de lámina en todo su perímetro. Las dimensiones legales para que el medio almud y el cuartillero tuvieran la capacidad exacta de 10 litros el primero y de 5 el segundo, fueron fijados por el decreto No. 21 del 8 de junio de 1945, expedido por el Poder Ejecutivo de la República. Siendo Presidente Constitucional el Sr. Castañeda Castro. Sin embargo, estos instrumentos tenían capacidades distintas a las legales, tanto en la Capital como en el

interior del país; es más, se presentaba el caso de que los medios almudes usados en San Salvador eran de diferente capacidad a los usados en el Occidente de la República; igual acontecía con los cuatilleros o cuartos de almud que se empleaban en la capital o fuera de ella. Hay que señalar que todos estos instrumentos eran escasamente utilizados en el Oriente del país, pero de mucho empleo en el Occidente. Para ser libremente utilizados por los comerciantes, debían someterse a revisión y verificación de la sección de tasaciones de la Municipalidad de la Capital o de los Alcaldes Municipales, en el resto del país. Esta verificación se efectuaba una sola vez, antes de ser puestos al servicio público, lo que se hacía constar por medio de un sello pirograbado en el fondo del instrumento. Después no volvían a ser sometidos a revisión alguna. Como puede notarse, no existía servicio permanente de vigilancia en el uso de los instrumentos de medir capacidades, como tampoco lo había para los aparatos de pesar, ni para los longímetros. Para la venta de agua potable en el campo, se usaba la denominada pipa, la cuál era un tambor metálico de los comúnmente usados para la importación de gasolina en aquel tiempo, eran montados sobre el bastidor de una carreta de tracción animal.

- v) Volúmenes. Para medir los volúmenes se recurría principalmente a las botellas, las había de diversos tipos, pero en general se hacía referencia a un recipiente cilíndrico de metal por medio del cual se expedía la leche fresca, el keroseno (llamado popularmente gas), el aceite vegetal líquido, etc.

Algunas botellas empleadas para la medición, en ocasiones, presentaban abolladuras, las cuales intencionales o no, reducían el volumen del recipiente en perjuicio del consumidor.

En la capital, se empleaba además, para la venta de leche rehidratada una botella de tipo especial que no tenía más uso que envasar ese producto por ser de cartón impermeabilizado desechable.

b) Electrometría

En San Salvador los instrumentos de medición de la corriente eléctrica eran revisados y ajustados por la Compañía de Alumbrado Eléctrico, antes de su instalación, valiéndose para ello de sus propios vatímetros. Se contaba con la existencia de una Oficina de Inspección General de Electricidad de carácter oficial, aunque esta dependencia solo revisaba los medidores cuando algún usuario se quejaba a la compañía de inexactitud en la medición del consumo de corriente eléctrica. Para efectos de esta revisión la referida oficina poseía vatímetros propios, los que no habían sido vueltos a verificar desde su adquisición.

Sobre resistencia de conductores y demás accesorios necesarios en las instalaciones no se hacía verificación ni revisión alguna. Lo que revisaba para su aprobación la citada oficina era la seguridad de las nuevas instalaciones eléctricas, antes que la compañía suministradora de electricidad procediera a proveer energía a los solicitantes.

La dependencia mencionada contaba además con algunos aparatos de laboratorio como probadores de inducción, puentes de Winston pero ninguno con certificado de exactitud.

c) Hidrometría

El servicio público de agua para uso de los habitantes, tanto en la capital como otras localidades importantes, se vendía a la población por metros cúbicos, siendo el mínimo mensual de 45 metros cúbicos. Para medirla se instalaban aparatos en la entrada de cada construcción, los que medían en litros. Estos aparatos eran verificados solo antes de su instalación o posteriormente en casos de desperfectos que ameritaran su desconexión.

d) Gasometría

Los tanques de gases combustibles como el propano, en los que se surtía a la población, únicamente eran revisados por la empresa expendedora. Según los vendedores el peso neto era de 100 libras (46 kg). No existía verificación ni

revisión de ese peso ni de la seguridad de las válvulas del tanque por ninguna dependencia oficial.

De lo anteriormente expuesto pueden obtenerse algunas consideraciones:

- En las operaciones mercantiles de El Salvador se empleaban instrumentos mecánicos sujetos por naturaleza a descomposturas que les hacían perder exactitud; aparte de que el usuario se lo hiciera perder deliberadamente o no.
- Existía mucho empleo de instrumentos de naturaleza regional, tales como el medio almud y sus sub-múltiplos y la pipa para agua potable entre otros.
- Había una marcada ausencia de organismos oficiales y gubernamentales que vigilaran permanentemente la exactitud de los instrumentos de medición que estaban al servicio del público; consecuentemente esto significa que la exactitud en las medidas prácticamente quedaba a merced de la buena fé de los vendedores.

2.1.2.1 DISPOSICIONES LEGISLATIVAS

Tratando de profundizar más en el tema y con el objeto de efectuar un análisis sobre las disposiciones de orden legal y administrativo que se vinieron dictando en relación con el uso del sistema métrico decimal, parece conveniente hacer referencia a las que en El Salvador formuló el Organo Superior del Gobierno.

La Legislación sobre pesas y medidas del sistema métrico decimal, se origina para El Salvador en el Decreto Presidencial promulgado el 26 de Agosto de 1885, y en el cual se especificó que “se adoptaba para pesas y medidas de la República el Sistema Métrico Decimal Francés”. En el mismo Decreto, se dieron las definiciones de las diversas unidades fundamentales (metro, área, metro cúbico, litro y gramo), fijando sus respectivos campos de aplicación.

Por otra parte, se estableció que sería obligatoria la enseñanza del sistema en todas las escuelas primarias, colegios y demás establecimientos costeados o subsidiados por el tesoro público.

Se fijó la fecha de implantación del sistema métrico decimal en los actos oficiales (1° de Enero de 1886), indicándose que los tribunales en sus fallos, los escribanos en sus escritos, los agrimensores y peritos, en cualquier relación que hiciesen de un peso o medida, bien fuera que ya estuviese expresado por el sistema anterior o que por primera vez se efectuara, debía ajustarse exclusivamente a la nomenclatura del sistema métrico decimal.

Como fecha de implantación del sistema en todos los actos de comercio, referido decreto fijó el 15 de septiembre de 1886, o sea, un año después de su expedición. Se fijaron sanciones para los que contravinieran la disposición presidencial; se ordenó que los patrones de pesas y medidas se conservan en el Ministerio de Gobernación, y se dispuso que una colección completa de ellos, confrontada con la del Ministerio, fuera distribuida a las Gobernaciones y Alcaldías Municipales de todas las poblaciones de la República.

Las pesas y medidas que usara el comercio y el público en general debían ser confrontadas con las existentes en las oficinas señaladas cada seis meses. Además se dispuso que el Ministerio de Gobernación mandara a imprimir y circular las instrucciones para el aprendizaje del nuevo sistema y las equivalencias entre el antiguo y el métrico decimal.

Parece que ni el gobierno nacional que expidió el decreto de referencia, ni los que le sucedieron, publicaron reglamento alguno sobre el sistema métrico decimal, pues en la Ley de policía promulgada el 12 de mayo de 1895, o sea 10 años después, los artículos 92 al 100 se ocuparon de disposiciones reglamentarias sobre pesas y medidas, pero de hecho invalidando la disposición básica de 1885, al expresar en su artículo 92 que “las pesas y medidas que se usarán en la República sean las del sistema métrico Francés que tienen como base el metro, pero por ahora se continuarán usando las españolas, mientras que el poder ejecutivo hace venir los patrones necesarios de aquel sistema”.

En febrero de 1910 se llevó acabo en San Salvador, una convención relativa a la unificación de pesas y medidas, la cual firmó el gobierno nacional en unión con representantes oficiales de los otros países de Centroamérica. Sus puntos resolutivos quedaron incumplidos por razones que se desconocen.

Los puntos resolutiveos de dicha convención fueron:

1. Que el sistema legal de pesas y medidas en las cinco Repúblicas de América Central sería el Métrico Francés con exclusión absoluta de cualquier otro género de unidades, por lo que las magnitudes lineales, superficiales, de peso y de volumen, deberían expresarse siempre en metros, áreas¹⁶, gramos y litros, o por medio de sus múltiplos o sub-múltiplos.
2. Que se estableciera en la capital de cada una de las cinco Repúblicas una oficina de “Fiel Contraste” dotada de los dos prototipos fundamentales: metro y kilogramo adquirido por medio de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas establecida en París; de modelos exactos de las diferentes medidas inusuales y de aparatos de comparación que permitieran apreciar con rigor, por lo menos, hasta 10 milímetros y 10 miligramos, límites de tolerancia de los patrones fundamentales destinados a las oficinas departamentales, patrones cuyo valor real podía por consiguiente diferir del nominal en 0.0001 de la unidad fundamental.
3. Que cada gobierno dictara disposiciones reglamentarias para el establecimiento y función del sistema métrico, de conformidad expresada en los puntos anteriores.
4. Que a partir de la aprobación definitiva de lo convenido en la Convención, los gobiernos de las Repúblicas signatarias harían obligatorio en sus escuelas la enseñanza del sistema métrico decimal francés, con exclusión de cualquier otro.

Desde 1910 hasta 1929 parece que no se dictó disposición legal alguna sobre pesas y medidas, fue hasta el 27 de agosto de 1930 que la Asamblea Legislativa de la República expidió el decreto número 146 relativo de una oficina de pesas y medidas con jurisdicción en toda la República, incorporándola a la Dirección Nacional de Estadística, y en el mismo decreto, se excitó al Poder Ejecutivo para que con los medios que estuvieran a su alcance, exigiera el cumplimiento de la Ley que estableció el sistema métrico decimal francés, especialmente de los artículos X y XI que se refieren, el primero, a que desde el 15 de Septiembre de 1886 todos los que vendiesen o comprasen al por mayor o menudo especies de cualquier clase, no podrían valerse de otras pesas y medidas que las legalmente autorizadas conforme

¹⁶Area: Unidad para las medidas de superficie equivalentes de un cuadro de 10 metros por lado.

al nuevo sistema; y el segundo, o sea el XI, al establecimiento de sanciones que deberían aplicarse a los infractores de las prevenciones establecidas en la ley.

El 17 de Junio de 1931, la misma Asamblea Legislativa de la República decretó la separación de la Oficina de Pesas y Medidas cuya creación había dispuesto el año anterior, de la Dirección General de Estadística, anexándola al Ministerio de Gobernación y facultándole a éste para que le diera la documentación y reglamentación correspondiente.

La preocupación gubernamental por el establecimiento del uso del sistema métrico decimal volvió a manifestarse en el año de 1945, cuando el Poder Ejecutivo de la República promulgó su Decreto número 21, el 6 de junio, estableciendo que la capacidad del “medio almud” fuera de un decalitro, y la capacidad del “cuarto almud” de medio decalitro. En las consideraciones de este decreto se dice que la disposición se basara en que “medio almudes” no solo se ajustaban a los preceptos legales referentes a la implantación del sistema métrico decimal de pesas y medidas, si no que, su capacidad variaba de una región a otra de la República, lo cual ocasionaba trastornos y alteraciones que urgía remediar.

El mismo ordenamiento expresaba que los profesores de las escuelas y colegios, los inspectores, cobradores y administradores de mercados, los técnicos de abastos y demás empleados, debían insistir en emplear las palabras decalitro y medio decalitro, en vez de “medio almud” y “cuarto de almud” o “cuartillero”, por que el propósito gubernamental era abandonar en el futuro el sistema métrico español.

Además se estableció la pena de separación de su cargo para las autoridades y sus agentes que, habiendo sido informados de la contravención de la disposición sobre la capacidad que debían de tener los instrumentos ya citados, no los decomisara y aplicaran las sanciones que establecía el mismo decreto para sus contraventores.

La última disposición legal dictada en relación con las pesas y medidas hasta antes de 1958 parece ser la “ley de equivalencias para la negociación de café”, promulgada por el Consejo de Gobierno Revolucionario de la República, el 16 de junio de 1950. Esta Ley establece que los contratos de compraventa de café no elaborado, de las clases denominadas: “uva fresca”, “cereza seca”, y “pergaminos”

se otorgan sobre la base de la equivalencia de 500 libras de “uva fresca”, o 200 libras de “cereza seca” o 120 libras de “pergamino”, por cada 100 libras de café elaborado o “en oro” se establece que los pesos en libras a que se hace referencia, se entendían en libras españolas de 460 gramos y que las cantidades vendidas podrían expresarse en medidas de peso del sistema español tradicional o del sistema métrico decimal.

Lógicamente esta ley, lo que hizo fue fortalecer la inoperancia de la ley sobre pesas y medidas que había adoptado como oficial el sistema métrico decimal.

2.1.2.2 COMPORTAMIENTO HISTORICO DE LA INDUSTRIA EN EL SALVADOR

Desde hace varios años se ha venido forjando una conciencia a nivel mundial de la importancia que tiene la aplicación del control total dentro de los procesos de fabricación, para alcanzar una alta productividad a los diferentes niveles de calidad exigido por una alta estratificación de los mercados lo cual se traduce en una reducción de los costos de producción y en mejores condiciones de competitividad en el mercado. Dicha concientización se ha logrado debido al alto grado de avance de las ciencias de la comunicación, de tal suerte que los países en vías de desarrollo están tomando serias medidas para participar de las ventajas sociales y económicas que implican la aplicación de normalización, verificación y certificación de calidad, y metrología como herramientas para alcanzar en forma efectiva el control total de la calidad.

En El Salvador, se especifican diversos entes que además de coincidir con el marco histórico en estudio, han demostrado alguna incidencia importante en este aspecto, así como la orientación y fomento de las actividades industriales. En este sentido, a continuación se trata de dar una visión dinámica del contexto socio-político-económico en que se enmarcó el sector industrial de nuestro país.

Las instituciones que por su trayectoria y labor desarrollada se vinculan con la rama en estudio, y que por lo tanto merecen mención en este apartado son las siguientes:

CENTRO NACIONAL DE PRODUCTIVIDAD (CENAP).

El Centro Interamericano de Productividad Industrial, como se denominó al principio, tuvo su origen en el acuerdo general sobre cooperación técnica suscrito por los gobiernos de Estados Unidos y El Salvador, el 4 de Abril de 1952. Según Decreto Legislativo número 2935. Con la creación de este centro se pretendía apoyar el naciente desarrollo industrial a través de la asistencia técnica, ya que fue por esta época que se iniciaba el proceso de industrialización en nuestro país.

Sin embargo, en 1959 por medio de otro convenio, pasó a denominarse Centro de Productividad Industrial, pero careció de todo el instrumento legal necesario para regular todas las funciones; debido a ello no se obtuvieron los resultados esperados para que el centro continuara operando en beneficio del desarrollo industrial y por consiguiente de la economía nacional, lo que dio lugar a un nuevo convenio en el año de 1965, donde nace la Ley de Creación del Centro Nacional de Productividad (CENAP), cuyos objetivos eran:

- a) Incrementar la productividad de las empresas, preferentemente de la pequeña y mediana industria y contribuir al desarrollo económico y social del país.
- b) Contribuir con los organismos involucrados en la formulación e implementación de la política de Desarrollo Industrial, enmarcados en los lineamientos básicos de la política del Plan de Desarrollo Económico Nacional.

MERCADO COMUN CENTROAMERICANO.

Los países centroamericanos convencidos de que era necesario unificar las disposiciones sobre incentivos fiscales al desarrollo industrial y coordinar su aplicación entre ellos, acordaron firmar un Convenio Centroamericano de Cooperación Económica en mayo de 1961, con el objeto de estimular en forma conjunta el desarrollo industrial de Centroamérica, a fin de mejorar las condiciones de vida y el bienestar de sus pueblos. Tomando en consideración que la industrialización contribuye sustancialmente al cumplimiento de ese objetivo y asegura un aprovechamiento más eficaz de los recursos humanos y naturales. De esta manera entre 1961 y 1965 el sector manufacturero acelera su proceso de industrialización como resultado directo de la aplicación del esquema de la integración económica, se intensifica el fenómeno de la situación de importaciones y

surge el Mercado Común Centroamericano (MCCA) con el propósito de unificar los mercados de la región.

Con el establecimiento y auge del MCCA, el país esperaba crear masivamente fuentes de trabajo como efecto directo de la proliferación de nuevas industrias, meta que no se alcanzó como se pretendía debido a que las pequeñas empresas fueron desplazadas por las medianas y las grandes, y éstas absorben mano de obra en menor cuantía.

BANCO NACIONAL DE FOMENTO INDUSTRIAL (BANAFI).

Según el decreto 930 se crea en diciembre de 1981, una institución oficial denominada Banco Nacional de Fomento Industrial, que tendría como objetivo primordial promover el desarrollo de las actividades industriales y crear, modificar o ampliar las actividades económicas derivadas de las mismas.

CORPORACION SALVADOREÑA DE INVERSIONES.

En el mismo año 1981, se crea la Corporación Salvadoreña de Inversiones, como instrumento del Estado para promover y desarrollar sociedades y empresas dedicadas a la realización de actividades industriales: manufactura, agro-industrias, extractivas de pesca, así como las que tuvieran como finalidad el desarrollo de las actividades turísticas.

FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL (FUSADES).

En 1982 entró en operación este organismo con la visión de realizar investigaciones que permitieran desarrollar los sectores económicos con el consiguiente beneficio social para el país. Desde su creación se ha dedicado a la elaboración de estudios y actividades de laboratorio orientadas tanto al sector industrial como al agropecuario.

INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL (ICAITI).

Organismo dedicado a la elaboración de proyectos generales aplicables a toda la industria regional, como investigaciones sobre ahorro de energía, mejoramiento del rendimiento energético, etc. así como al estudio de procesos industriales específicos y a buscar nuevas alternativas en la producción de bienes en cuanto a procesos o materias primas utilizadas.

Por otra parte existen organismos internacionales, como la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), que a través de instituciones como FUSADES, han impulsado proyectos tendientes al mejoramientos y desarrollo económico y social.

POLITICAS ESTABLECIDAS.

Las políticas son el instrumento a través del cual el Estado y el Sector Manufacturero deben coordinar las actividades necesarias para el desarrollo del sector mismo. Contemplan aspectos generales en lo que respecta a tecnología, mercados y mano de obra. Aquí se prestará atención a los distintos aspectos que contemplan los planes de desarrollo económico y social emanados por el Ministerio de Planificación y Coordinación, para tener idea de los objetivos encaminados a favorecer la participación de la producción industrial en el sector manufacturero.

PLAN DE LA NACION PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL 1965-1969.

La fase de industrialización incipiente (1950), se caracterizó por el aparecimiento de industrias ligeras de consumo interno (jabones, ropa, alimentos, etc.). Las industrias de alimentos de la época se reducían a bebidas y a la industria azucarera establecida mucho antes.

El programa industrial del plan de desarrollo económico y social 1965-1969, fue orientado hacía el objetivo de incrementar las exportaciones de productos manufactureros, para lograr el cambio de un estado de dependencia excesiva de uno o dos productos agrícolas hacía productos manufacturados diversos que garantizaran la obtención de divisas; se orientó también a tratar de eliminar los

obstáculos y deficiencias básicas que se interponían en el camino del desarrollo económico.

Para lograr lo antes expresado, se hizo necesario implementar una serie de medidas, entre las que se encontraban incentivos directos a la exportación (facilidades de crédito, publicidad en países atractivos para los productos de exportación, etc.)

PLAN DE LA NACION PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL 1968-1972.

En este plan se consideró una política de reorientación radical de todas las políticas de exportación, es decir, lo que se refería a incentivos fiscales y diversificación de los productos aptos para venderse fuera del área centroamericana, puesto que existía conocimiento del debilitamiento en los mercados del área, como consecuencia de cierta saturación alcanzada en los años recientes, todo ello implicaba proyectar la comercialización de productos no tradicionales fuera del área centroamericana.

Uno de los objetivos del plan fue principalmente aprovechar al máximo las materias primas y realizar un programa de investigación y promoción de proyectos industriales y de aquellos que lograrán proyectar el desarrollo de nuevos productos e industrias. La reorientación así planteada tuvo como obstáculo insalvable el conflicto de El Salvador con Honduras en 1969, cuando apenas se corría el segundo año de vigencia del plan. Este acontecimiento arrastró consigo los objetivos y políticas trazadas inicialmente, provocando un deterioro de la economía en general, un debilitamiento del ritmo de industrialización y el retiro de Honduras del Mercado Común Centroamericano (MCCA).

En el período que arranca en 1971, como consecuencia de la política de penetración a nuevos mercados, puesta en práctica durante la primera mitad del decenio de los 70's, la industria registró notables avances ya que aumentó la disponibilidad de divisas para financiar las importaciones de insumos y equipos industriales necesarios para nuevas inversiones; dicha política se vio acompañada de decisiones empresariales agresivas sobre la diversificación de la producción,

especialmente en las ramas de productos de consumo no duradero. Además el Estado consciente de su papel normativo, realizó acciones para estimular el comercio exterior, en las que merecen citarse la aprobación de la Ley de Fomento de las Exportaciones y la creación del Instituto Salvadoreño de Comercio Exterior.

PLAN DE LA NACION PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL 1973-1977.

En este plan quinquenal, se plantearon reformas administrativas e institucionales tales como:

- Definir adecuadamente las funciones de dirección y ejecución, estableciendo una mayor comunicación y coordinación entre el Consejo Nacional de Planificación y Coordinación Económica (CONAPLAN) y el Ministerio de Economía, con el propósito de que actuaran armónicamente en la orientación y puesta en marcha de las medidas encaminadas a desarrollar el sector manufacturero.
- La creación de la Unidad de Planificación en el Ministerio de Economía.
- Fortalecer las funciones del INSAFI, relativas a la investigación, elaboración, promoción y funcionamiento de proyectos industriales.
- Apoyar la creación del Instituto de Educación Acelerada, institución que proporcionaría entrenamiento básico a obreros en las diferentes ramas.

Para la década de los 80's se generó en la economía, como producto del conflicto bélico, un violento freno al desarrollo industrial, con el desquebrajamiento de la inversión privada, la migración de empresarios, la fuga de capitales, el asesinato de líderes sindicales y patronales, etc. Esta etapa se caracterizó por una serie de conflictos de gran magnitud que en alguna medida han venido a interponerse al lento desarrollo del país.

En los 90's, se tenía como meta poder enfrentarse a mercados más competitivos basados en la calidad y la eficiencia, el cambio de mentalidad que proporciona la calidad total dentro de un marco de Reversión Industrial era una herramienta necesaria para que los industriales despertaran su interés en el proceso del mejoramiento continuo.

En la actualidad, el constante cambio en el contexto económico, social y político existente en El Salvador empujan al sector industrial a la modernización, lo que conlleva cambios en precios, tecnología de procesos y productos, sistemas de calidad, enfoque en el cliente y por supuesto normalización acorde a este mundo cambiante.

REGLAMENTACIONES Y NORMAS.

Para la conducción de la actividad industrial existen instrumentos de tipo legal emanados del Estado, así como los que tienen su origen en las propias instituciones productivas, son los diferentes pronunciamientos y acuerdos. A continuación se hace referencia a las diferentes leyes emitidas en el proceso de industrialización que ha presentado El Salvador:

A. LEY DE FOMENTO INDUSTRIAL DE TRANSFORMACION.

En 1952, La Asamblea Legislativa de la República decreta esta ley, con el objeto de fomentar e incentivar las industrias de transformación, otorgándoles a las mismas una serie de beneficios que permitieran su desarrollo.

B. LEY DE FOMENTO INDUSTRIAL.

El 20 de enero de 1961, ya cuando la Ley de Fomento de Industrias de Transformación no llenaba las exigencias del momento económico de la década que arrancaba en ese año, se hace necesaria la creación de un nuevo instrumento legal que proporciona mayor cobertura a la actividad industrial, y es así como el Estado en dicha fecha decreta la Ley de Fomento Industrial.

C. LEY DE NORMAS INDUSTRIALES.

En el diario oficial No. 239 del 27 de diciembre de 1961 fue publicado el decreto No. 521, el cual se refiere a la creación de la Ley de Normas Industriales decretada por el Directorio Cívico Militar. Basándose en dicha ley, se crea el “Departamento de Normas y Calidad”, el cual fue ubicado en la Dirección de Desarrollo y Central Industrial del Ministerio de Economía.

El desarrollo que la industria nacional había alcanzado en los 60's, hizo necesario para su mejor orientación, en bien de los industriales y protección de los consumidores que se dictaran ciertas reglas relacionadas con las nomenclaturas, calidades, funcionamiento y otros requisitos que debían reunir los productos y procesos industriales, así como facilitar a la industria la asistencia técnica necesaria para su mejor desarrollo, por esto se emitió la Ley de Normas Industriales. Esta ley permitiría uniformidad y homogeneidad en cuanto a las normas de nomenclatura, calidad y funcionamiento de las actividades industriales.

Dicha ley se decretó para una mejor orientación en el campo industrial y en beneficio de las empresas, organismos gubernamentales y consumidores; ya que anteriormente a la creación de esta ley, los inversionistas tenían que recurrir a diversas dependencias para obtener las normas de producción con las cuales tenían que trabajar y así también para los organismos gubernamentales era difícil coordinar cada una de las actividades que demandaba la industria.

D. LEY DE FOMENTO DE EXPORTACIONES.

Esta ley se creó en 1970 a raíz del deterioro del Mercado Común Centroamericano, lo que planteó la necesidad de trascender hacia nuevos mercados fomentando las exportaciones de bienes manufacturados. Dicha ley se derogó en 1974, por considerarse inadecuada para alcanzar los objetivos que se perseguían. Esta ley tenía por objeto fomentar las exportaciones de los productos fuera de MCCA, para incentivar el desarrollo de la industria y poder pagar así las importaciones de materia prima y bienes de capital provenientes de países fuera del área centroamericana.

No fue sino hasta en 1981 que el Ministerio de Economía delegó al Centro Nacional de Productividad (CENAP), la función de velar por la calidad de los productos a nivel de la pequeña y mediana empresa función que cumplió proporcionando información a todo empresario que lo solicitara, para lo cual contaba con un banco de normas internacionales de calidad, como una labor de concientización en la pequeña y mediana empresa a través de programas de enlace industrial.

El ICAITI como organismo consultor en tecnología e investigación aplicada, contó con una sección de normalización de calidad en la cual se formularon las normas o condiciones que la materia prima y los productos industriales debían tener. Estas normas fueron válidas para que los productos nacionales pudieran competir con productos fabricados en el área centroamericana.

Un acuerdo entre el Instituto y la Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania hizo que su relevancia fuera aún más considerable. Se ve al ICAITI, por lo tanto, como el lugar donde se ubicó una de las estructuras metroológicas más fuertes de la región, como complemento y soporte del trabajo normativo. En la medida que sus estructuras pasadas pudieran ser consideradas de hecho en patrimonio de toda la región, éstas se perfilarían como un elemento fundamental del proyecto nacional. Se tuvo que contribuir para que la autoridad científica y la riqueza de conocimientos del ICAITI encontraran en un sistema como el que se delineó en El Salvador, los oportunos motivos de participación y estímulo.

2.1.3. FUNDAMENTOS DE LA METROLOGIA

La metrología esta íntimamente relacionada con:

- El objeto de medición
- El procedimiento de medición
- Los instrumentos de medición
- El ambiente de medición
- El observador
- Unidades de medida y patrones

ELEMENTOS BÁSICOS DE LA METROLOGIA:

- Exactitud: Aptitud de un instrumento de medición para dar respuestas próximas al valor verdadero.
- Precisión: concordancia entre el resultado de la medida y el valor verdadero.
- Incertidumbre: Parámetro que caracteriza la dispersión de los valores que pueden ser atribuidos a la magnitud de medir.

- Repetibilidad: proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones de la misma magnitud realizadas varias veces en las mismas condiciones.
- Reproducibilidad: Proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones de la misma magnitud realizadas bajo condiciones variables¹⁷.
- Trazabilidad: Resultado de una medición que puede ser relacionado con patrones de referencia (nacionales o internacionales) por medio de una cadena de comparaciones, tomando en cuenta hasta las incertidumbres.
- Validación: Actividad cuyo propósito es demostrar que el método o medición realizada es apto y que los resultados tienen una incertidumbre aceptada.

2.2 MARCO CONCEPTUAL DE LA METROLOGIA

A continuación se hace referencia a los diferentes conceptos que serán tratados en este estudio.

2.2.1 METROLOGIA

Es la ciencia que trata de las mediciones. La metrología incluye todos los aspectos teóricos y prácticos relacionados con las mediciones, cualesquiera que sea el nivel de precisión y en cualquier campo de la ciencia y la tecnología, incluyendo el cálculo de la incertidumbre y el reporte del error en la medición¹⁸.

¹⁷ Condiciones Variables: método e instrumentos de medición, observador, lugar, tiempo, patrones de referencia utilizados.

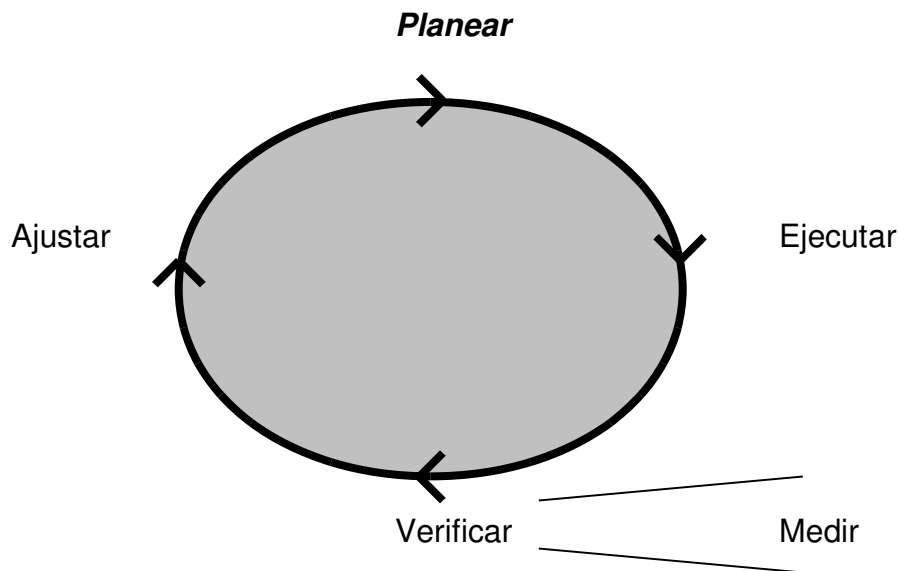
¹⁸ Definición textual del VIM (Vocabulario Internacional de Metrología)

2.2.2 LA METROLOGIA Y LA CALIDAD

Establecer sistemas de calidad en la industria es prioritario ya que se está en una época de economías globalizadas, se compite con productos y servicios los cuales deben cumplir con normas de calidad.

La aplicación de normas internacionales se ha vuelto necesaria para cubrir estos objetivos.

RUTA HACIA LA CALIDAD:



La calidad ha sido definida como “la totalidad de las características de una entidad que determinan su capacidad para satisfacer necesidades específicas de servicio o implícitas de los clientes”. La calidad para el mercado es una combinación de la “calidad aparente” (del producto) y de la “confiabilidad” (en el servicio).

Para que lo anterior sea económicamente efectivo se debe hacer hincapié en hacerlo bien a la primera vez, es decir, minimizar los desperdicios y el reproceso en el proceso productivo, los cuales son fuentes de aumento en el costo de producción.

Esto se puede lograr mediante una debida calibración de la maquinaria, objetivo primordial de la metrología.

Para lograr altos estándares de calidad se han propuesto distintos modelos dentro de los cuales destaca la Gestión de Calidad Total (también conocida como TQM: Total Quality Management) que constituye una filosofía de gestión orientada a mejorar continuamente en efectividad y eficiencia para lograr la plena satisfacción de los clientes de la organización y liderar los mercados internacionales con base en productos de calidad.

NORMAS ISO 9000.

La familia ISO 9000 tiene como objetivo proponer modelos de aseguramiento de calidad que completan los requisitos particulares establecidos en las especificaciones de los productos o servicios que emergen como resultado del proceso productivo de tal manera que ellos satisfagan plenamente las expectativas y necesidades de los usuarios. En esencia, el aseguramiento actúa en dos planos:

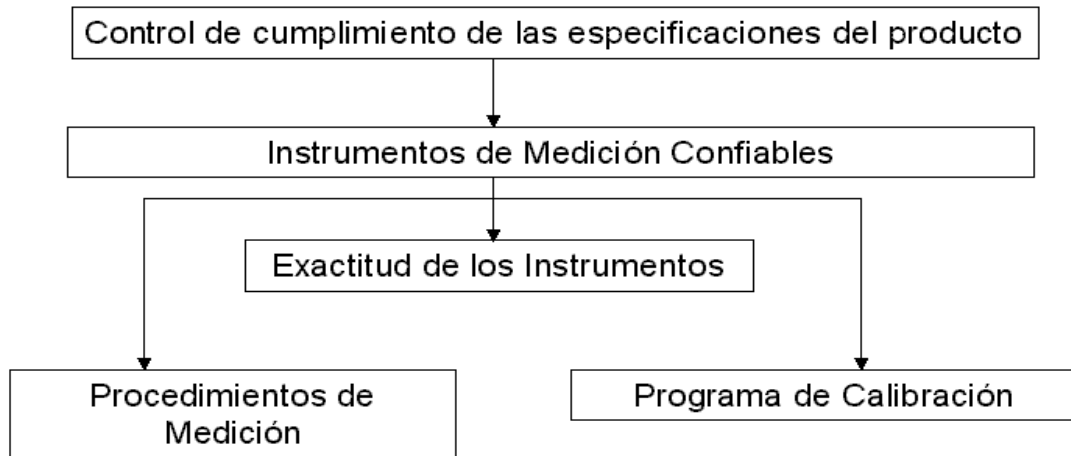
1. Interno: aumentando la confianza de la gerencia en los niveles de calidad efectivamente alcanzados por la empresa y su mantención en el tiempo.
2. Externo: reforzando las condiciones contractuales para aumentar la credibilidad de la empresa en el entorno.

CERTIFICACION Y ACREDITACION DE LA CALIDAD.

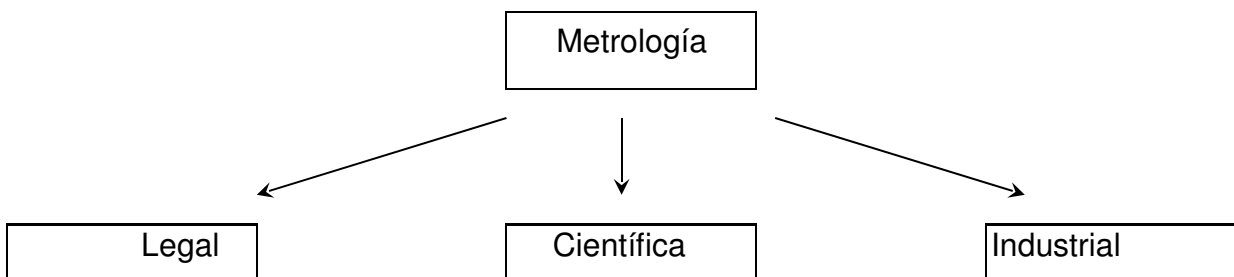
La calidad puede ser asegurada mediante "un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas destinadas a confirmar, mediante evidencias objetivas que la entidad en cuestión esta en conformidad con los requisitos establecidos en las normas y reglamentos técnicos que le son aplicables". Estas actividades se agrupan bajo el término general de la certificación de calidad.

El concepto de acreditación se refiere al momento en donde una instancia superior verifica que la agencia certificadora posee las estructuras, los medios y el profesionalismo necesario para desempeñar las tareas que le competen en conformidad a los requisitos y pautas que aparecen en guías y normas desarrolladas, precisamente, con tal propósito.

¿De qué depende la calidad?



2.2.3 CLASIFICACION DE LA METROLOGIA



- Metrología Científica: encargada de las mediciones realizadas con la finalidad de consolidar teorías científicas ya creadas, o para sugerir nuevas teorías.

- Metrología Industrial: relativa a las mediciones destinadas a asegurar la conformidad con especificaciones de diseño o proceso necesarias, para algún objeto con respecto al uso previsto.
- Metrología Legal: dedicada a las unidades de medida, a los métodos y a los instrumentos de medición en lo relativo a las exigencias técnicas y/o jurídicas reglamentadas, que tienen como fin asegurar la garantía pública en la exactitud conveniente en las mediciones.

Estas tres áreas de la metrología están bien definidas e interrelacionadas entre sí, y cada una de estas ramas tiene su influencia sobre las otras.

2.2.3.1 METROLOGIA LEGAL

La Metrología Legal se dedica a la vigilancia del sistema de unidades, conservación de los prototipos nacionales, autorización de modelo de los instrumentos para medir, verificación de tolerancias en los contenidos netos, autorización, conservación y control de los patrones, servicios de acreditamiento y evaluaciones técnicas, así como también, es la actividad ligada al control y a la comprobación de los productos e instrumentos, en cuanto se refiere al cumplimiento de exigencias técnicas y/o jurídicas como pueden ser normas de contenido, masa, volumen, etc.

La metrología legal es la que se encarga de apoyar y controlar que la metrología industrial y la científica cumplan con lo establecido, para que las mediciones realizadas sean lo más confiables posible: en el primer caso para protección del consumidor; en el segundo, para propiciar el avance científico y tecnológico de los países o regiones.

Esta se define como “el control, homologación y verificación periódica del cumplimiento de las exigencias técnicas y jurídicas reglamentadas con el objeto de garantizar equidad, seguridad, exactitud y coordinación en las unidades, métodos e

instrumentos de medición utilizados en las transacciones comerciales, o que sean relevantes para asegurar la salud o la seguridad de las personas”.

Lo anterior solo es posible si se tienen a disposición dos elementos: una ley metrológica y los medios para verificar que ella se cumpla.

2.2.3.1.1 ORGANIZACION INTERNACIONAL DE METROLOGIA LEGAL (OIML)

En lo que respecta a la metrología legal, a nivel mundial el organismo internacional encargado de promoverla es la OIML. Esta se instituyó en 1995 y se dedica a la creación y desarrollo de estructuras técnicas que funcionen como guía de elaboración de requerimientos nacionales o regionales, los cuales controlen el uso de instrumentos y unidades de medición, en el campo de la metrología legal.

Instituida por un tratado, la OIML es un organismo intergubernamental compuesto por los Estados Miembros, países que participan activamente en los trabajos técnicos y los Miembros Correspondientes, países adheridos a la OIML como observadores.

La OIML posee actualmente 97 países afiliados, divididos en: 55 Estados Miembros (tienen derecho a voto) y 42 Estados Correspondientes (sin derecho a voto).

La Organización Internacional de Metrología Legal (OIML), tiene como principal tarea la armonización de las regulaciones y los controles metrológicos aplicados por los servicios metrológicos nacionales u otras organizaciones afines de sus Estados Miembros.

Desde la OIML se ha desarrollado una estructura técnica mundial ofreciendo a sus Miembros líneas directrices para la elaboración de las reglamentaciones nacionales y regionales en lo concerniente a la fabricación y utilización de los instrumentos de medida destinados a las aplicaciones de metrología legal.

PUBLICACIONES DE LA OIML.

Las dos categorías principales de las publicaciones de la OIML son:

1. Recomendaciones Internacionales (OIML R), que son regulaciones modelo que establecen generalmente las características metrológicas requeridas para los instrumentos de medición que se traten y especifican los métodos y medios para comprobar su conformidad; los Estados Miembros de la OIML deberán aplicar estas regulaciones siempre que les sea posible.
2. Documentos Internacionales (OIML D), de carácter informativo, para ayudar y mejorar el trabajo de los servicios metrológicos.

Los proyectos de Recomendación y Documentos de la OIML son desarrollados por las Secretarías Pilotos y Secretarías Informantes formadas por los Estados Miembros, en consulta con las instituciones internacionales (regionales y mundiales) relacionadas.

Los acuerdos de cooperación entre la OIML y ciertas instituciones (particularmente ISO e IEC) esta encaminados a evitar que se establezcan requisitos contradictorios de manera tal, que los fabricantes y usuarios de los instrumentos de medición, laboratorios de ensayo, etc. puedan aplicar simultáneamente las publicaciones de la OIML; así como también, las publicaciones de otras instituciones.

Las Recomendaciones Internacionales y los Documentos Internacionales se publican en Francés (F) e Inglés (E) y estan sujetos a revisiones periódicas. La frase "Edición..." se refiere al año de impresión del documento.

La OIML desarrolla Reglamentos-Tipo, las Recomendaciones Internacionales, que sirven a los Miembros como base reconocida internacionalmente para el establecimiento de las reglamentaciones nacionales en diversas categorías de instrumentos de medida. En razón de los progresos en la puesta en marcha a nivel nacional de las líneas directrices de la OIML, cada vez más, los fabricantes se refieren a estas Recomendaciones Internacionales para asegurar la conformidad de sus productos con las especificaciones internacionales sobre las marcas metrológicas y los ensayos de los instrumentos de medida.

ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA RECOMENDACION INTERNACIONAL:

- Objeto, dominio de aplicación y terminología.

- Exigencias metrológicas.
- Exigencias técnicas.
- Métodos y equipamientos para el ensayo y la verificación de la conformidad a las exigencias.
- Formato del informe de ensayo.

SISTEMA DE CERTIFICADOS OIML PARA LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA.

El Sistema de Certificados OIML para los Instrumentos de Medida fue establecido en 1991 para facilitar los procedimientos administrativos y reducir los gastos asociados a estos en el campo del comercio internacional de los instrumentos de medida sometidos a las exigencias legales.

El Sistema permite la posibilidad para un fabricante, de obtener un certificado OIML y un informe de ensayo indicando que un modelo determinado de instrumento satisface las exigencias de las Recomendaciones Internacionales OIML Correspondientes.

Los Certificados son expedidos por los Estados Miembros de la OIML que tengan establecida una o varias autoridades de expedición encargadas de tratar las demandas de los fabricantes que desean certificar sus modelos de instrumentos.

Los Certificados OIML son aceptados por los servicios metrológicos nacionales de una manera voluntaria, y se desarrolla entre los Miembros de la OIML, un clima de confianza y de reconocimiento mutuo de los resultados de ensayo. El Sistema de Certificados OIML contribuye a simplificar los procedimientos de aprobación de modelo para los fabricantes y las autoridades metrológicas, evitando la repetición costosa de los procedimientos de ensayo.

ACTIVIDADES DE LA OIML:

i) SEMINARIOS TECNICOS.

Son ocasión de intercambio entre gobiernos e industrias, los seminarios técnicos intentan mostrar los desarrollos en materia de instrumentación y de procedimientos metrológicos. Estos seminarios reflejan la diversidad de actividades de la OIML que se ejercen en campos tales como, las medidas de masa, volumen y

presión, acústica y vibraciones, los preembalajes, temperatura, instrumentación médica y contaminación del medio ambiente.

ii) COLABORACIONES.

En estrecha colaboración con la Convention du Mètre y su órgano ejecutivo, la Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), la OIML persigue la armonización internacional de la metrología legal participando en la coordinación interinstitucional de los trabajos técnicos y a los intercambios de información y de experiencias. Actualmente se colabora con más de 100 instituciones internacionales.

2.2.3.2 METROLOGIA CIENTIFICA

La Metrología Científica es la parte de la metrología relacionada con la calibración, comprobación y verificación de los instrumentos de medida y control, empleados en laboratorios de análisis, pruebas y ensayos, así como en la investigación científica aplicada. También se encarga de investigar sobre los nuevos métodos e instrumentos de medición así como mejorar los existentes.

Se tiene entonces que la metrología científica, como se desprende de la anterior definición, son todas las prácticas metrológicas que se realizan para descubrir nuevas maneras de calcular patrones primarios, nuevos métodos de medición, y en general nuevos conocimientos. Los resultados obtenidos brindan un apoyo técnico para que se sienten las bases de la metrología legal, por medio de modificaciones o introducción de una nueva legislación. Por otro lado, los nuevos conocimientos que se desprenden de la metrología científica, serán utilizados en las empresas que así lo requieran, pasando a ser metrología industrial.

2.2.3.3 METROLOGIA INDUSTRIAL

La Metrología Industrial se refiere a la calibración, comprobación y control de los instrumentos de medida y controles empleados en los procesos industriales.

Esta por su lado, crea las necesidades crecientes de precisión en las mediciones existentes y de nuevos tipos de mediciones para que la metrología científica investigue y desarrolle formas de satisfacerlas. Análogamente, es por el que hacer industrial que se generan las necesidades de regulación, calibración y verificación, que son realizadas dentro de la metrología legal.

En general, la metrología industrial se encarga de la calibración¹⁹ de instrumentos de medición de las empresas mediante la utilización de patrones de mayor exactitud, con lo cual se asegura la calidad metrológica de las lecturas de los instrumentos y equipos, que al final resulta en una mejor calidad de los productos.

2.2.3.3.1 METROLOGIA DE MASAS Y BALANZAS

BALANZAS.

Una de las magnitudes físicas fundamentales y más utilizadas es la unidad masa. Desde los tiempos más remotos el hombre sintió la necesidad de medir la masa de los cuerpos, fundamentalmente con vistas a las transacciones comerciales.

La masa de un cuerpo es una magnitud que se caracteriza por:

- a) La fuerza que actúa sobre un cuerpo cuando este se encuentra sobre un campo gravitacional de intensidad dada.
- b) La aceleración que adquiere un cuerpo cuando actúa sobre él, una fuerza determinada.

El desarrollo de la técnica, las necesidades de producción y del comercio han traído como consecuencia la creación de una gran diversidad de instrumentos de pesar, desde las balanzas de brazos iguales, hasta las básculas de pesada en movimiento. Se han perfeccionado innumerables sistemas de medición de masa,

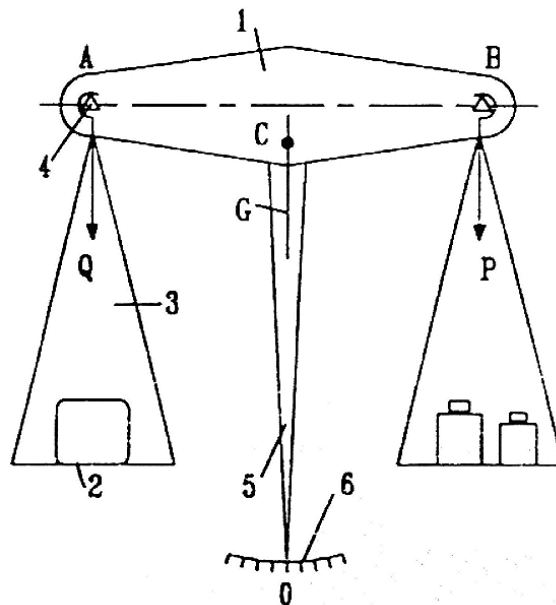
¹⁹Calibración: según el Vocabulario Internacional de Metrología, conocido como VIM, es el conjunto de operaciones que tienen por finalidad determinar los errores de un instrumento para medir y de ser necesario otras características metrológicas.

basándose fundamentalmente para su construcción, en la fuerza que sobre un cuerpo actúa, al encontrarse dentro del campo gravitacional.

Especial importancia reviste la medición de la masa en los países en vías de desarrollo, ya que esto se encierra en las pocas posibilidades de control que estos países poseen, en contraposición con los sistemas de control sofisticados que los países desarrollados tienen.

La existencia de un laboratorio de masa equipado con los patrones y equipos auxiliares necesarios, mediante el cual se garantice la conservación y transmisión de la unidad de medida, es tarea de vital importancia en el desarrollo del comercio y de la industria.

Los instrumentos para medir masa son medios que sirven para la determinación de la masa de los cuerpos. Existe una gran variedad de tipos y formas constructivas de dichos instrumentos. Para una comprensión más fácil se hará una descripción del más simple y más viejo de los aparatos para pesar: La balanza simple (véase la siguiente figura), teniendo como partes esenciales la palanca o astil de la cuchilla o llamada cuchilla central, fijada en el centro de la palanca.



A distancias iguales del vértice de la cuchilla central se encuentran dos cuchillas A y B; llamadas cuchillas laterales, en los vértices de estas cuchillas están suspendidos los platos (2) de la balanza, por medio de los tirantes de soporte (3) y de unas piezas llamadas bridas (4). Una aguja indicadora (5) unida con el astil, se desplaza delante de una escala graduada (6) que permite señalar su posición.

Otros instrumentos para pesar de mucha utilización son las básculas de tipo mecánico que tienen dos o más palancas. En algunas de ellas (palancas receptoras de carga), se ubica el dispositivo receptor de carga, es decir, aquella parte del instrumento en la que se coloca el cuerpo cuya masa tiene que ser determinada.

La fuerza representada por el peso de este cuerpo está generalmente reducida por el sistema de palancas y transmitida a una palanca llamada de equilibrio, o romana con la cual se equilibra la masa del cuerpo respectivo. Es decir, también en las básculas (instrumentos con varias palancas), la determinación de la masa de un cuerpo se hace finalmente en una sola palanca. Todos los instrumentos para pesar con palancas determinan directamente la masa de los cuerpos. La masa de los cuerpos también se puede determinar indirectamente con la ayuda de los instrumentos para pesar que en realidad miden el peso. En esta categoría entran los instrumentos cuyo funcionamiento se basa en el principio de la deformación elástica de un cuerpo (balanza de resortes, balanza de torsión), y la modificación de una magnitud eléctrica en función de una deformación, (aparatos para pesar, eléctricos) o en la variación de presión de un líquido (ejemplo la balanza hidráulica). Las indicaciones de estos instrumentos están expresadas en unidades de masa, después de graduarlas de masas patrones.

Cuando se efectúe la pesada con estos instrumentos debe tenerse en cuenta la aceleración de la gravedad del lugar en que se utilice, es decir, que debido a que el peso es proporcional a la masa, y que esta proporcionalidad varía de un lugar a otro deben calibrarse en función de la gravedad del lugar donde se va a usar.

IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA CALIBRACION Y VERIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS DE PESAR.

La medición de masa, es de gran importancia para un país desde el punto de vista económico. Prácticamente no existe ningún proceso industrial, ningún laboratorio de investigación o de control de la calidad, en donde no intervengan instrumentos de pesar. La diversidad en la forma y los métodos de medición han hecho posible la introducción de la medición de la masa en las más complejas mediciones garantizando el control y la calidad de las producciones.

Industrialmente podemos encontrar, una gran variedad de instrumentos de pesar utilizados en diversas áreas de los procesos de producción industrial, tal es el caso de una industria cementera moderna, donde podemos encontrar más de treinta instrumentos de pesar de funcionamiento automático, como también las balanzas de laboratorio para control de la calidad, las básculas camioneras o puentes báscula, etc. Lo mismo ocurre en una central azucarera donde se pesa la caña al recibirla, el guarapo (jugo de caña) al ser extraído de la caña, las mieles, el azúcar, etc. y basándose en estas mediciones, se controla el aprovechamiento de las materias primas en cada etapa y en la producción final.

En la sociedad, también es necesario medir masa, ya sea en el mercado donde se compran los alimentos, en la ferretería, o simplemente en el hospital donde se controla el desarrollo de los lactantes y adolescentes. Para todos los casos anteriores, ha sido necesario diseñar un modelo diferente de instrumento de pesar que responda a las necesidades de los usuarios. Cuando en un laboratorio, se toma una decisión fundamentada en la medición de la masa, de su variación con la temperatura o de cualquier otra función que dependa de esta, tan importante resulta la medición como la seguridad de que los resultados que obtuvimos sean confiables. La calibración, la verificación y el control mediante patrones específicos, son la forma de garantizar que los instrumentos funcionen correctamente, así como la detección de sus errores para ajustarlos o repararlos.

En la industria como la agricultura y el comercio, al efectuar los más diversos trabajos científico investigativos, se requiere la investigación de la masa. El amplio

empleo de instrumentos e instalaciones para la medición y dosificación de la masa en todas las ramas de la economía nacional, no exige de una especial explicación.

La complejidad de los procesos metrológicos en las industrias, la automatización de los trabajos de carga y descarga y las operaciones comerciales dependen, en alto grado, de la creación y perfeccionamiento de los instrumentos e instalaciones para pesar, computar y dosificar los materiales, materias, primas, productos terminados y semielaborados.

La automatización de los procesos de pesada y dosificación en la industria alimenticia, metalúrgica y química, en la construcción y la agricultura, permiten significativamente aumentar el surtido, mejorar la calidad de los productos y rebajar los precios de costo y al mismo tiempo, disminuye el porcentaje de la producción defectuosa.

Los asuntos relacionados con la medición de la masa, la teoría de los mecanismos de los instrumentos para pesar y sus principios de construcción, están vinculados de eminentes científicos tales como: Arquímedes, Newton, Euler, Gauss y otros muchos renombrados hombres de ciencia.

Desde el inicio de su creación hasta hace poco tiempo los instrumentos e instalaciones para medir y dosificar la masa eran relativamente simples desde el punto de vista de su construcción. En los últimos tiempos, el vertiginoso desarrollo de la técnica y la ciencia, la automatización y mecanización de las industrias de mecanización, comercio, etc. paulatinamente han exigido que los instrumentos e instalaciones para medir y dosificar la masa sean empleados de manera cada vez más amplia y que los procedimientos para medir la masa así como los instrumentos para la medición y dosificación de esta magnitud, sean cada vez más complejos.

Ultimamente los instrumentos e instalaciones para la medición y dosificación de la masa han comenzado a proveerse de dispositivos de medición, indicadores, integradores y registradores eléctrico y electrónicos de transmisión a distancia para que los resultados de la medición lleguen al lugar donde se encuentre el personal que dirige, corrige el régimen del proceso tecnológico, analiza sustancias radioactivas, etc.

Para conocer y poder asegurar que un instrumento o instalación de la medición y dosificación de la masa funciona adecuadamente, es decir, que emite resultados confiables y precisos, es necesario llevar a cabo un control efectivo y sistemático de dicho instrumento.

El empleo de instrumentos e instalaciones defectuosas para la medición y dosificación de la masa, conduce, entre otras cosas, a pérdidas materiales y económicas, baja productividad y bajo rendimiento en los procesos tecnológicos.

La verificación de los instrumentos e instalaciones para la medición y dosificación de la masa por los órganos del servicio metrológico sectorial (verificación interna) y los órganos del servicio metrológico estatal (verificación estatal), aseguran la uniformidad y confiabilidad de las mediciones en todos los sectores de la economía del país.

MASA.

La masa es una de las magnitudes físicas fundamentales de la mecánica. El concepto de masa, tal y como aparece en la mecánica clásica, fue introducido en la física por el físico-matemático inglés, Isaac Newton (1643-1727) en el año 1687. Newton consideraba que la masa era una medida de la cantidad de materia en los cuerpos, y la definía como el producto de la densidad y el volumen, este concepto, que reinó durante algún tiempo, fue anulado en tiempos posteriores, ya que la densidad es la relación entre la masa y el volumen.

El concepto de masa, como el de cualquier otra magnitud física, puede establecerse estudiando las leyes generales y objetivas de las relaciones mutuas de ésta con otras magnitudes físicas.

Según lo anterior se puede dar la siguiente definición: "La masa caracteriza la cantidad de materia en los cuerpos y es una medida de las propiedades inerciales y gravitacionales de estos. En la mecánica clásica, la masa de un cuerpo está definida como un valor constante".

Una consecuencia inmediata de la gravitación universal observada en la superficie de la tierra, es el peso de los cuerpos. Se denomina peso de un cuerpo a la fuerza con el cual es atraído por la tierra.

El peso, como cualquier otra fuerza es una magnitud vectorial. La dirección de este vector es la dirección de la fuerza de gravedad, o sea, hacia el centro de la tierra.

A mayor masa de un objeto, mayor la atracción que ejerce la tierra sobre él y, por consiguiente, el peso del objeto será también mayor. Por ejemplo, la experiencia nos ha enseñado que para levantar dos ladrillos se requiere del doble de la fuerza que para levantar uno solo. Nosotros, pues, estimamos la masa de un objeto sobre la base de nuestra propia experiencia con relación al tamaño de la fuerza que se hace necesaria para levantarlo, o sea, sobre la base del peso del objeto. Sin embargo, es posible también determinar la masa de un objeto midiendo la fuerza necesaria para darle una determinada aceleración.

CONFUSION ENTRE MASA Y PESO.

La medición de masa es una operación mediante la cual se determina la masa de un cuerpo.

La atracción del peso de un cuerpo que está ubicado sobre un soporte, se manifiesta por la fuerza que ejerce sobre el mismo.

La confusión entre los conceptos de masa y peso se mantienen, entre otras causas por lo siguiente:

- a) La unidad de medida para la masa es el kilogramo y para el peso aún se utiliza, el kilogramo fuerza, lo cual no es correcto y hace que al mismo tiempo aumente la confusión indicada.
- b) Se utiliza en las pesadas comunes los dinamómetros que miden el peso de los cuerpos, teniendo, no obstante lo expresado el resultado de la operación en kilogramos.
- c) El valor numérico que se expresa en el Sistema Internacional (SI) la masa de un cuerpo en kilogramos, es igual al valor numérico del peso del mismo cuerpo expresado en el Sistema Gravitacional (MKS).
- d) A pesar del conocimiento de la diferencia entre los conceptos de masa y peso, aún hoy el lenguaje común, y a veces el lenguaje técnico, se utiliza erróneamente el término peso en lugar de masa.

De lo anterior se manifiesta que la medida domina todos los campos de la actividad humana, la científica, tecnológica y la legal, y en cada uno de ellos, lo referente a la medición de la masa o peso, destaca con vital importancia no solamente para sustentar las otras magnitudes que se deriven de ella, como la fuerza, la presión, etc. sino también en el control de la calidad de los productos industriales en la determinación de la producción nacional, en la valoración de la producción agrícola e industrial y en las actividades comerciales. Todo o casi todo lo referido a estos grandes sectores de la economía nacional se expresan y, consecuentemente, se miden en unidades de peso o masa; de aquí la importancia que se le concede al desarrollo de esta investigación.

2.2.3.3.2 PRINCIPIOS DE ASEGURAMIENTO METROLOGICO²⁰

A continuación se describe un modelo de incertidumbre obtenido de un conjunto de actividades dividido en dos etapas:

- Establecimiento de un conjunto de datos de medición controlado estadísticamente (gráficas de control).
- Obtención de la variancia a corto y largo plazo.

GRAFICAS DE CONTROL.

Estas gráficas son herramientas fundamentales para el control de calidad estadístico. Son un método para comparar información de muestras que representan el estado corriente de un proceso contra límites establecidos después de considerar la variabilidad inherente del proceso. Su uso principal es proporcionar un medio para evaluar cuando un proceso de manufactura o un proceso administrativo está o no en “estado de control estadístico”. Aunque originalmente se desarrolló para producción industrial, estos métodos son ahora utilizados en una amplia gama de operaciones y actividades.

²⁰ Tomado de Aseguramiento Metrológico, Jorge Mendoza Illescas

En todos los procesos repetitivos existe una variabilidad inherente, sin embargo existen variaciones pequeñas debidas al azar que producen cambios en los resultados observados de un proceso estable, por lo tanto se requieren límites estadísticamente establecidos para tomar decisiones apropiadas que eviten errores de sub o sobre control.

Se considera que un proceso esta en control estadístico si no hay cambios sistemáticos en el proceso. Si este control existe, es posible hacer predicciones confiables del comportamiento del proceso. En caso contrario si existen causas sistemáticas el resultado no puede ser predecido sin información acerca de la presencia y efectos; y se requiere intervención para llevarlo a un estado de control.

Las gráficas de control proporcionan un método gráfico simple para evaluar cuando o no un proceso ha logrado un estado de control estadístico o continua en él. Para tal efecto, las determinaciones se hacen por medio de comparaciones de valores y subgrupos ordenados de mediciones con límites de control previamente definidos.

Los datos se recopilan introduciendo un patrón de verificación entre las pesas que componen un determinado juego. El sistema a controlar consiste entonces de la balanza, el método de calibración, el patrón de referencia, el operar el medio ambiente y cualquier otra fuente de variación o sesgo de los datos de medición. Si los factores antes mencionados contribuyen muy poco a la variación o esta es despreciable, es suficiente una sola gráfica de control, en caso contrario se requerirá una gráfica específica para dicha característica de influencia.

ANALISIS DE VARIANCIA.

La calibración de la pesa de valor debe realizarse repetidamente en días diferentes para obtener así un conjunto de datos que permitirán evaluar en primer lugar el estado de control estadístico del sistema y posteriormente un análisis de específicos para estimar la variabilidad a corto y mediano plazo, base de la incertidumbre del sistema de medición.

DESARROLLO DEL PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO METROLOGICO.

Definir la característica de calidad que puede ser el valor de masa, valor de masa convencional, la corrección para el valor de masas o la corrección para masa convencional.

EL PATRON DE VERIFICACION.

Se selecciona una o más pesas representativas del sistema, de acuerdo a la siguiente tabla o similar a ella:

Max de la balanza	Pesas que calibra	Patrón de verificación
5 g	1 mg a 5 g	1 g
20 g	10 g a 20 g	20 g
100 g	50 g a 100 g	100 g
1 kg	200 g a 1000 g	1000 g
5 kg	5 kg	5 kg
30 kg	20 kg	20 kg
50 kg	50 kg	50 kg

Estas pesas deben ser utilizadas específicamente como patrones de verificación y no deben ser utilizadas para otros propósitos.

La clase de exactitud de las pesas debe ser de la misma clase que las que se calibran generalmente en el sistema.

Debe utilizarse en todos los casos el mismo método de calibración y el mismo patrón de referencia y el mismo número de repeticiones.

Debe decidirse el tipo y cantidad de gráficas, se recomienda gráficas de media (\bar{X}) y de dispersión (s) por variables al mismo tiempo.

Se debe empezar con un número mínimo de 25 subgrupos obtenidos en diferentes días.

CONSTRUCCION DE LAS GRAFICAS.

- Para cada subgrupo calcular el promedio \bar{X} y la medida de dispersiones.
- Calcular el gran promedio de las medias, $\bar{\bar{X}}$ y el promedio de las dispersiones \bar{s} de todos los subgrupos.
- En papel apropiado trazar una gráfica de los promedios y una gráfica de las dispersiones obtenidas.
- Los ejes verticales a la izquierda son utilizados para las medidas promedio y de dispersión y los horizontales para el número de subgrupos.
- En estas gráficas dibujar líneas sólidas centrales para representar $\bar{\bar{X}}$ y \bar{s} .
- Obtenga los valores de los límites de control aplicando los factores de la siguiente tabla:

Formulas para los límites de control de Shewart

Estadística	Línea Central	Límite Inferior	Límite Superior
\bar{X}	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s}$	$\bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s}$
s	\bar{s}	$B_3 \bar{s}$	$B_4 \bar{s}$

ANALISIS INICIAL DE LAS GRAFICAS.

Una vez que se han obtenido los datos y graficado los valores, se debe analizar la existencia de patrones de distribución de puntos no aleatorios o puntos fuera de los límites de control.

En caso de presentarse puntos fuera de los límites de control, estos se eliminan y se hace una nueva gráfica con valores recalculados, este ciclo se repite las veces que sea necesario.

Si finalmente no se encuentran puntos fuera de los límites y tampoco ningún patrón extraño, se considera que los datos son representativos de un estado controlado estadísticamente y los valores obtenidos serán utilizados para mediciones posteriores.

USO POSTERIOR DE LAS GRAFICAS.

Si en mediciones posteriores una medición se encuentra dentro de los límites de control, se debe investigar las posibles causas asignables, tomar medidas correctivas y en su caso repetir la medición hasta obtener valores dentro de los límites ya establecidos.

EVALUACION DE LA INCERTIDUMBRE.

Tomando como base los datos de la gráfica de control, se determinan los valores de los siguientes parámetros:

- La media general
- La suma total de cuadrados con N grados de libertad (SCT)
- La suma de cuadrados entre grupos con k grados de libertad (SCE)
- La suma de cuadrados inter-grupos con $N-k$ grados de libertad (SCI)

La suma de cuadrados queda establecida por la siguiente identidad:

$$STC = SCE + SCI$$

Normalmente el tercer componente se obtiene por la diferencia entre las dos, es decir:

$$SCI = STC - SCE$$

2.2.4 TEMAS DE APOYO

i) PLANIFICACION ESTRATEGICA

Para definir los planes estratégicos para el diagnóstico de la metrología en el área de masas y balanzas de la industria alimenticia de El salvador, se requiere de la planeación estratégica, la cual se define de la siguiente manera: “la adecuada combinación de recursos y capacidades internas de la organización, con las oportunidades y amenazas del entorno, tratando de explorar los puntos fuertes y cuidando al mismo tiempo los débiles²¹”.

ii) ANALISIS COSTO BENEFICIO²²

La evaluación de proyectos permite determinar si la inversión requerida para poner en marcha los resultados y recomendaciones de diseño de este proyecto, cumple con una relacion favorable de costo-beneficio, como una forma de análisis de las propuestas que se realicen. Es importante resaltar que dicho análisis deberá hacerse privando el criterio social sobre el económico. De este modo, la evaluación se realizará en forma cualitativa, dado que el presente estudio no pretende llevar acabo un análisis económico de las propuestas, sino establecer las principales áreas en que se deberán invertir recursos y esfuerzos para obtener los beneficios esperados, de una función tan importante para el país como lo es la metrología industrial de masas y balanzas.

²¹ Steiner, G. Planeación Estratégica: Lo que todo Director debe saber. CECSA, México 1991: p.23.

²² Véase Anexo #4

iii) SISTEMA MNPC (METROLOGIA, NORMALIZACION, PRUEBAS, CALIDAD)

El desarrollo del sistema MNPC tiene como una de sus principales funciones garantizar la calidad de los productos o servicios de una empresa, tanto a sus clientes externos como internos. En términos generales, los pasos para establecer un sistema MNPC se pueden definir de la siguiente manera:

- Se inicia con la Normalización, es decir, con el establecimiento de estándares de operación.
- Posteriormente, para poder medir la conformidad de dichos estándares, se procede a la calibración del equipo utilizado para los distintos ensayos, esta etapa se conoce como la creación de un sistema de Confirmación Metrológica.
- Luego, se lleva a cabo la etapa de Pruebas, dentro de la cual se procede a verificar la conformidad, tanto a materias primas, materiales y productos o servicios finales, como de la entrada y salida de información.
- La etapa final consiste en, gracias a la implementación de los subsistemas anteriores, la obtención de calidad en los procesos y productos o servicios²³.

En resumen, este sistema se basa, en términos generales, en la implementación de un plan de confirmación metrológica relacionado con la mantenimiento de los equipos o instrumentos utilizados. Además requiere el establecimiento de normativas formales (ya sea de carácter nacional o internacional), que aseguren la estandarización de los procesos llevados a cabo por la organización. Asimismo, considera la puesta en marcha de pruebas sistemáticas y planeadas dirigidas hacia la verificación de la adaptabilidad de las materias primas y materiales utilizados en el proceso, y la conformidad del producto final con lo que establecen los requerimientos técnicos y necesidades del cliente.

Cabe destacar que, existen cuatro elementos principales que brindan soporte al sistema MNPC, los cuales son la Cultura de Calidad, la Capacitación y el

²³ Tomado de www.bs.cs.tu-berlin.de/user/jms/1998/mnpqbras.htm

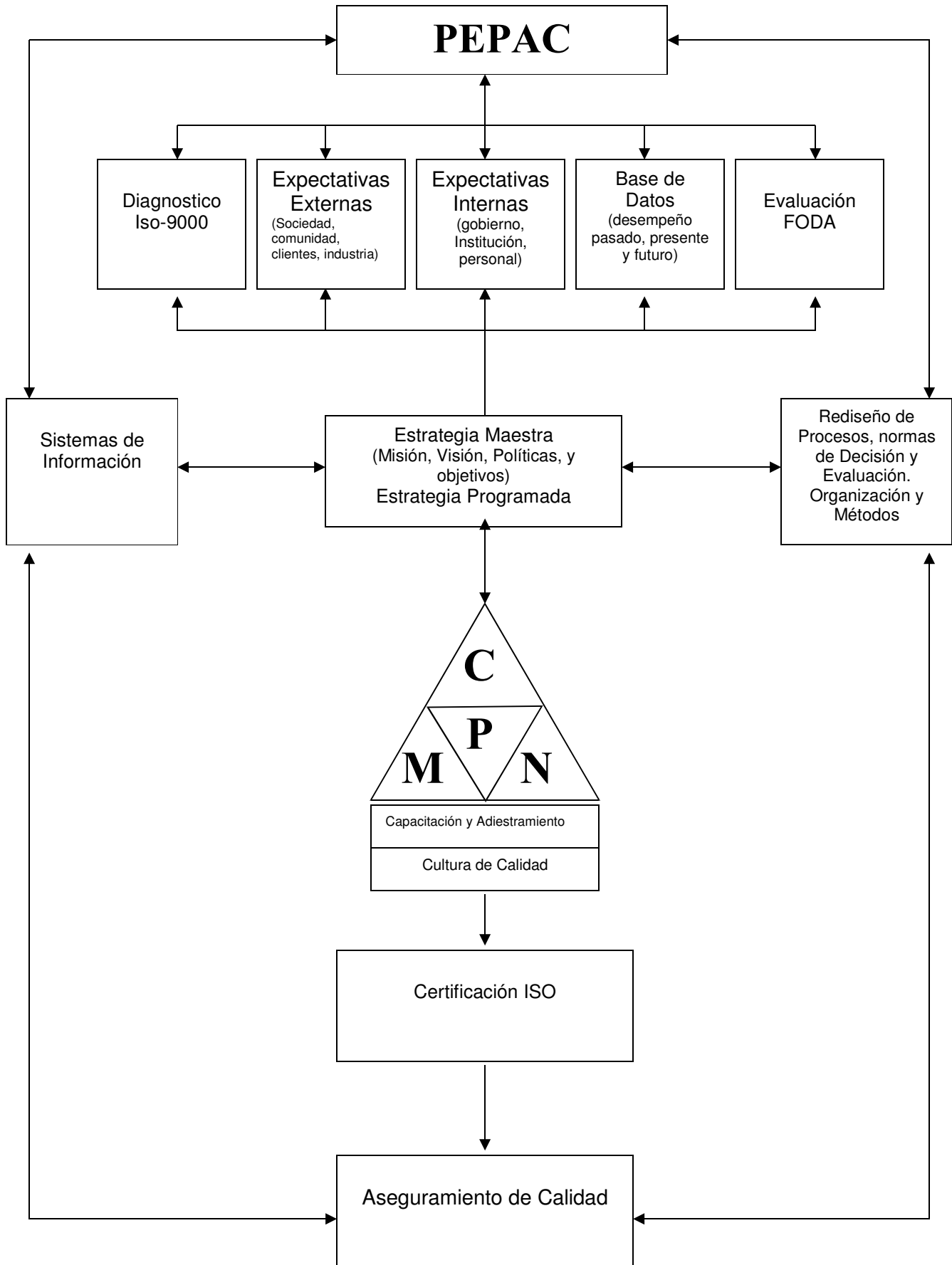
Entrenamiento del Recurso Humano; completados por la Legislación y la Situación Económica del entorno en el cual se desenvuelve.

2.2.4.1 PLANIFICACION ESTRATEGICA PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (PEPAC)

La PEPAC²⁴ es el modelo de Planificación Estratégica para el Aseguramiento de la Calidad que involucra la satisfacción total de los clientes como su principal objetivo. El modelo aplica al presente estudio ya que contiene como parte integral al modelo MNPC (Metrología, Normalización, Pruebas, Calidad) que, se vincula de manera importante con el tema de investigación.

En la siguiente figura, se pueden observar todos los elementos que contiene el modelo PEPAC, y sus relaciones:

²⁴ Universidad de Costa Rica. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. Planificación Estratégica para el Aseguramiento de la Calidad.



2.2.4.2 NORMALIZACION

La actividad de normalización se refiere a la elaboración de documentos consensuales que tienen por fin establecer los criterios mediante los cuales una determinada entidad, sea ella un producto, proceso, servicio o sistema, es adecuada a una base de comparación definida o es aceptable según ella.

Los criterios sobre los cuales se establecen las normas se refieren principalmente a equipamiento, trazabilidad de los patrones, personal, métodos, responsabilidad y organización en general.

La normalización se puede entender como “la actividad de formular, publicar y aplicar, en relación con problemas reales o potenciales, documentos normativos dirigidos a la obtención de un grado óptimo de orden en un contexto dado²⁵”.

Según el enfoque brindado por Zeleny y González en su libro “Metrología”, para que la normalización cumpla con el objetivo de controlar y obtener un mayor rendimiento de los métodos o procedimientos utilizados, pudiendo lograr los niveles esperados de calidad, se deben comprender tres aspectos fundamentales:

- Simplificación (se debe de buscar la manera más sencilla de llevar a cabo los procesos que optimice la utilización de recursos y que se traduzca en ganancia de tiempo y dinero).
- Unificación (definir las características propias del bien o servicio).
- Especificación (establecimiento de las exigencias de calidad para satisfacer las necesidades del cliente y sus medios de comprobación).

La normalización ofrece importantes ventajas, principalmente para mejorar la adaptación de los productos, procesos y servicios a los propósitos para los cuales fueron diseñados de acuerdo a las necesidades y expectativas de los clientes, entre las cuales destacan²⁶:

²⁵ Tomado de www.inn.cl, pagina web del Instituto Nacional de Normalización. Chile.

²⁶ Tomado de Guillen, A. (2000). Temáticas de Calidad. Costa Rica. AGMBP Ingenieros Consultores, S.A.

- Proveer una guía para demostrar a los clientes el compromiso de la organización para con la calidad.
- Maximizar la capacidad de producción.
- Simplificar el trabajo.
- Proveer un método para que todo el personal comprenda más claramente su trabajo y responsabilidades.
- Facilitar la capacitación del personal.
- Disminuir los costos.
- Incrementar la productividad y competitividad de la empresa.

2.2.4.3 NORMA ISO 10012

Esta norma pretende asegurar que las empresas que la apliquen cumplan con una serie de requisitos metrológicos importantes, de manera que se asegure que las mediciones e instrumentos con los cuales se realicen sean de la mayor confiabilidad posible. Se establece que las características metrológicas requeridas por los instrumentos de las empresas puedan estar dictaminadas por la reglamentación vigente en el país.

Gran parte de la norma es referente al sistema de confirmación de los instrumentos de la empresa, en el apartado de planificación, se menciona la necesidad de garantizar que el equipo de medición y los patrones se utilicen para la confirmación de sus instrumentos, estableciéndose también la necesidad de asegurar la trazabilidad de estos patrones.

Se destacan elementos importantes como por ejemplo las medidas correctivas necesarias para cuando un instrumento no cumple con los requerimientos de la norma. Así mismo, se menciona la obligación de etiquetar los instrumentos, nombrar

responsables de verificaciones, no permitir el acceso al usuario a las partes del instrumento sujetas a calibración, y realizar estas bajo condiciones controladas.

Por otra parte, la norma ISO 9000, tiene como fin la evaluación del sistema de calidad global de una empresa. En su inciso 4.11 se establecen los requisitos referentes a los equipos de medición, inspección y ensayo, estableciendo la necesidad de mantener documentados y actualizados los procedimientos para: controlar, calibrar y mantener estos equipos e instrumentos.

Así mismo, se establecen los requerimientos para controlar y cumplir con la norma, a nivel de:

- Mediciones
- Identificación (etiquetar)
- Calibración
- Condiciones ambientales
- Manipulación y conservación
- Validez de los resultados

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA
INVESTIGACION

El presente capítulo expone la metodología de investigación utilizada como guía para la obtención de información. Se especifica el tipo de estudio a realizar y se ilustra el proceso muestral.

Se describe además el método de campo para la recolección de datos y se citan las fuentes de información primarias y secundarias.

Con la información obtenida, se utilizan herramientas estadísticas para tabular y analizar los datos.

Finalmente se describe la situación actual como resultado del análisis.

OBJETIVOS:

- Definir el tipo de estudio a realizar.
- Describir el proceso muestral para determinar la población objetivo y la muestra a examinar.
- Ilustrar el método de campo para la obtención de información.
- Diseñar un instrumento de recolección de datos (Encuesta).
- Tabular y analizar los datos obtenidos.

Las actividades realizadas en la investigación, se orientan a determinar el estado actual del uso de los parámetros y técnicas de la metrología de masas y balanzas en la industria de harinas de El Salvador.

En la búsqueda de estos objetivos, se examinará una muestra de las empresas que reflejan un claro posicionamiento en la industria de harinas, lo que brindará información real y confiable al presente estudio.

La metodología a utilizar es la siguiente:

1. Tipo de estudio a realizar.
2. Determinación del universo.
3. Determinación de la muestra.
4. Método de recolección de datos.
5. Tabulación y análisis de datos.
6. Análisis de resultados.

3.1 TIPO DE ESTUDIO A REALIZAR

Tomando como base el tema que define la investigación y los objetivos planteados, las actividades necesarias se regirán bajo el Método de Investigación Descriptivo.

Este método permite, examinar y hacer mediciones de uno o más atributos del fenómeno que se estudia.

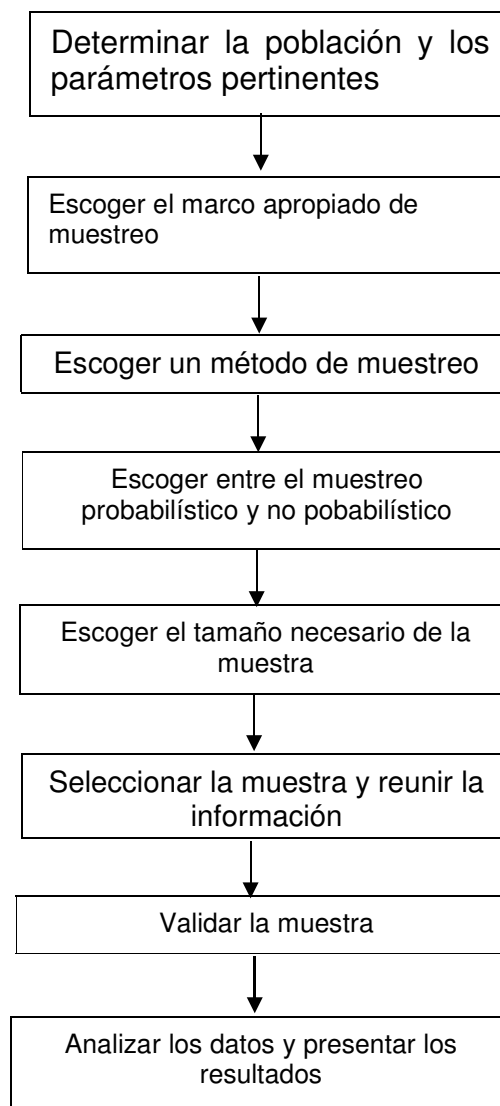
Desde el punto de vista científico, describir es medir. Esto significa, que en un estudio descriptivo se seleccionan una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así describir lo que se investiga²⁷.

²⁷ Metodología de la Investigación, Roberto Hernández Sampieri, 2da Edición, Editorial Mc Graw Hill

3.2 PROCESO MUESTRAL

Para la obtención de datos concretos y confiables que permitan dar fundamento a la investigación planteada, se hace necesario utilizar un sistema que dirija las actividades a realizar. El proceso muestral, así planteado consta de los pasos detallados en la siguiente figura²⁸:

PASOS DEL PROCESO MUESTRAL



²⁸ Fuente: Investigación de Mercados, Ronald L. Weiers

3.2.1 DETERMINACION DE LA POBLACION OBJETIVO

Los objetivos de la investigación, dictan los lineamientos bajo los cuales debe seleccionarse la unidad de análisis. Esto implica identificar aquellos parámetros o características que se necesita medir o conocer del universo a escoger.

3.2.1.1 CRITERIOS DE SELECCION

Los parámetros establecidos como criterios de selección son los siguientes:

- a) Ubicación Geográfica: Se establece como parte del universo todas aquellas empresas industriales ubicadas en las zonas Central y Para-Central de El Salvador.
- b) Tipo de Empresa: Todas aquellas empresas que según el Ministerio de Hacienda se encuentren clasificadas como “Grandes”, basados en la generación de impuesto anual²⁹, monto de sus activos y número de empleados.
- c) Producción Específica: Empresas que fabriquen harinas sin importar el grano del que provengan (arroz, trigo y maíz).
- d) Participación en el Mercado Nacional: Aquellas empresas que según indicadores económicos tengan un porcentaje de ventas mayor de 50 Millones de colones anuales.
- e) Participación en Mercados Regionales: Empresas que a la fecha se encuentren participando directamente en mercados pertenecientes a México, Centro América o el Caribe.
- f) Universo de Productos: Empresas que fabriquen como mínimo tres productos distintos.
- g) Normas ISO: Empresas certificadas o en proceso de certificación.
- h) Aquellas empresas que según la ASI están clasificadas con el CIU 3116: Productos de Molinería.

²⁹ Véase Anexo #5

De acuerdo a fuentes consultadas en la Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI) y a COEXPORT, las empresas que fabrican productos de harina son las citadas en el siguiente cuadro:

EMPRESA
HARISA S.A. DE C.V.
MOLSA S.A. DE C.V.
MASECA

3.2.1.2 APLICACION DE LOS CRITERIOS DE SELECCION

En el siguiente cuadro, se muestra en detalle un análisis aplicado a las empresas que de acuerdo a las fuentes citadas pueden ser sujetos de estudio al cumplir como mínimo con dos de los criterios de selección.

Empresa	CRITERIOS						
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
HARISA	Zona Central	Grande	Productos de Harina	Más de ϕ 50M	Guatemala, Honduras, Nicaragua.	10	ISO 9000
MOLSA	Zona Central	Grande	Productos de Harina	Más de ϕ 50M	Guatemala, Honduras, Nicaragua.	10	En Proceso ISO 9000
MASECA	Zona Para Central	Grande	Productos de Harina	Más de ϕ 50M	Guatemala, Honduras, México.	2	ISO 9002

Tomando como base la información del cuadro anterior, y aplicando los criterios de selección, se obtiene lo siguiente:

- a) Las empresas HARISA y MOLSA se encuentran ubicadas en la zona central de El Salvador, por otro lado la empresa MASECA, se encuentra en la zona para-central.
- b) La clasificación establecida por el Ministerio de Hacienda, permite tipificar las empresas tomando en cuenta varias variables tales como: número de empleados, valor de los activos, etc. De acuerdo a las fuentes consultadas (Unidad de Programación y Evaluación Tributaria, Dirección General de Impuestos Internos, Ministerio de Hacienda), las empresas se encuentran clasificadas como “Grandes”.
- c) Las empresas mencionadas, fabrican harinas utilizando como materia prima maíz o trigo.
- d) HARISA, Y MOLSA, son líderes en el mercado nacional de harinas, ofreciendo una gran gama de productos. MASECA, ofrece al mercado nacional un producto, lo que limita su participación.
- e) HARISA, a la fecha tiene participación en los mercados de Honduras, Nicaragua, Guatemala y el Caribe. MOLSA por su parte, exporta a Guatemala, Honduras y Costa Rica. MASECA lo hace a Guatemala, Costa Rica y México.
- f) HARISA y MOLSA poseen un universo mayor a cuatro productos. MASECA por su parte a la fecha produce un producto.
- g) HARISA ha obtenido recientemente la certificación ISO-9000. MOLSA por su parte ha entrado ya en la fase de estudio-implementación de dicha norma. MASECA posee la certificación ISO 9002.

Luego de aplicar los criterios de selección, el universo en estudio quedo conformado por las empresas citadas a continuación:

- a) HARISA
- b) MOLSA

3.2.2 METODO DE MUESTREO

El muestreo es una técnica estadística que permite evaluar características de diferentes índoles en poblaciones o universos de interés.

Esto se logra a través de la extracción de una parte de la población en estudio, los elementos extraídos en conjunto se denominan muestra.

Básicamente existen dos categorías para realizar un muestreo: los muestreos probabilísticos y los muestreos no probabilísticos.

Los muestreos probabilísticos se auxilian de los siguientes métodos: Muestra Aleatoria Simple, Método Sistemático, Método Estratificado, Método por Conglomerados, Método de Areas, Método Polietápico.

Por otra parte los métodos no probabilísticos, pueden ser: Por Conveniencia, Con Fines Especiales, Por Cuotas y Dirigido o intencional.

El muestreo a su vez se clasifica atendiendo al tipo de parámetro de población que estamos tratando de estimar; esta clasificación es la siguiente:

- Por atributos
- Por variables

Un atributo es una característica cualitativa o descriptiva que un miembro de la población posee o no posee. Este muestreo generalmente se refiere a la proporción de la población que tiene la característica en estudio.

El muestreo por variables trata de estimar una media de la población y no una proporción de ella.

3.2.2.1 TIPO DE MUESTREO

Para el análisis de la población en la presente investigación se hará uso del muestreo de tipo no probabilístico.

Se pretende determinar características cualitativas de la población objetivo, es decir, hablamos de un muestreo por atributos. De tal manera, que aquí se trata de estimar la proporción de la población dotada con los atributos en estudio.

3.2.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizará el método dirigido o intencional; este es un método no probabilístico, y consiste en “seleccionar aquellas unidades elementales de la población, según el juicio de los investigadores, dado que las unidades seleccionadas gozan de representatividad.

En este tipo de muestreo, la probabilidad de que una unidad elemental sea elegida es desconocida; en consecuencia no se pueden construir intervalos de confianza para estimar el valor poblacional, sino que solo se pueden hacer estimaciones puntuales. Tampoco se pueden aplicar los principios del muestreo³⁰.

La ventaja más importante de este método frente al de tipo aleatorio, es que este último tiende a perder elementos importantes del universo, mientras que el muestreo dirigido con seguridad los incluirá en la muestra.

3.2.3.1 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Tomando como base el método dirigido de muestreo, y aplicando los criterios de selección establecidos para el universo, se aplicaron los siguientes límites:

1. Se tomaron aquellas empresas netamente nacionales ya que el objetivo es documentar el estado actual de la industria alimenticia de El Salvador.
2. Por razones de distancia y acceso se tomaron empresas ubicadas en la zona central de El Salvador.

Tomando en cuenta los criterios pre-establecidos y las limitantes mencionadas, se definen como integrantes de la muestra las empresas HARISA Y MOLSA.

Las empresas seleccionadas son una muestra representativa del universo, por lo que a criterio del grupo de trabajo, éstas ofrecen parámetros confiables que determinarán el estado actual del uso de la metrología en el área de masas y balanzas en la industria de harinas en El Salvador.

3.3 METODOS DE RECOLECCION DE DATOS

³⁰ Tomado del Libro “Como hacer una tesis de Graduación con técnicas estadísticas”, Gildaberto Bonilla, Segunda Edición, UCA Editores, 1995.

Para la obtención de datos pertinentes a la investigación se ha hecho uso de los siguientes métodos:

1. Investigación Bibliográfica
2. Investigación de Campo
3. Diseño del instrumento de medición
4. Entrevistas personales y encuestas

3.3.1 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA

En todo estudio conviene hacer uso de toda documentación previa relacionada con el tema, ya que esto permite la fundamentación teórica del tema que se investiga. En consecuencia se hace énfasis en la consulta sobre Metrología de Masas balanzas, sin dejar de lado aquellos tópicos que por naturaleza propia están ligados al uso eficiente de la ciencia metrológica.

3.3.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Este método de obtención de información, permite la interacción directa con las empresas ligadas intrínsecamente con el tema en estudio. Se estudiarán a manera de “Caso Práctico” dos de las empresas que por su desarrollo se encuentran posicionadas como las líderes del mercado nacional en materia de harinas, las cuales son: Industrias HARISA y MOLSA.

En las empresas mencionadas se procurarán entrevistas con los gerentes de calidad, jefes o encargados pertinentes en el área de metrología de masas y balanzas. Se hará uso además de un instrumento de consulta a manera de encuesta diseñada para tal fin.

3.3.3 DISEÑO DEL INSTRUMENTO DE MEDICION

La recopilación de información en las empresas seleccionadas, se hará utilizando las técnicas de investigación por encuesta. Dicha técnica permite la utilización de tres métodos: la entrevista personal, la entrevista telefónica y contestar un cuestionario enviado por correo.

En la presente investigación, se combinará la entrevista personal y cuestionarios enviados por medios electrónicos.

Se ha diseñado un instrumento³¹, cuyo objetivo es establecer la situación actual, procurando así realizar un diagnóstico. Las preguntas a realizar son de opción múltiple.

3.3.4 ENTREVISTAS PERSONALES Y ENCUESTAS

Como métodos directos de consulta se realizarán entrevistas con especialistas en el tema del área Centro Americana y México, con la idea de obtener parámetros del uso de la Metrología Industrial a nivel regional.

A continuación se describe la estrategia de campo a utilizar para obtener información de las fuentes directas.

3.3.4.1 ENTREVISTAS PERSONALES

La estrategia a seguir es la siguiente:

- Presentación de los investigadores
- Justificación breve de la investigación

En general, la información buscada en las entrevistas es la siguiente:

- Estado actual de la metrología en la región
- Normas regionales vigentes más utilizada
- Normas nacionales vigentes
- Estado del uso de la metrología de masas y balanzas en la empresa o en el país específico (según sea el caso).

³¹ Véase Anexo #6

- Procedimientos de medición
- Masas patrón
- Balanzas más utilizadas
- Métodos de calibración de uso común
- Otros relacionados

3.3.4.2 ENCUESTAS

Esta herramienta, se utilizará específicamente en las empresas mencionadas, con las personas involucradas directamente en el que hacer metrológico de masas y balanzas.

La estrategia a seguir es la siguiente:

- Para el acceso a las empresas se solicitará autorización a la dirección o a el encargado pertinente justificando los motivos de la investigación.
- Las horas de visita estarán sujetas a las disposiciones de la dirección de las empresas.

3.3.5 FUENTES DE INFORMACION

Para la recopilación de información se utilizarán fuentes primarias y fuentes secundarias.

3.3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Constituyen el objetivo de la investigación bibliográfica y proporcionan datos de primera mano. Un ejemplo de éstas son los libros, antologías, artículos de publicaciones periódicas, monografías, tesis, disertaciones, documentos oficiales, reportes de asociaciones, trabajos de conferencias o seminarios, artículos periodísticos, testimonios de expertos, películas, documentales y videocintas.

La estrategia a seguir es la siguiente:

- Obtener testimonios de expertos en metrología industrial, entrevistados directamente en Costa Rica y El Salvador.
- Consultar bibliografía especializada en el tema de la metrología de masas y balanzas.
- Investigación de campo en la industria alimenticia de El Salvador, específicamente en las dos empresas seleccionadas. En estas se abordará a departamentos de calidad, departamento de producción y todos los relacionados.
- Entrevistas en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), El Salvador.

3.3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Son compilaciones, resúmenes y listados de referencia publicadas en un área de conocimiento en particular (son listados de fuentes primarias). Es decir, reprocesan información de primera mano. También pueden ser consultas en sitios virtuales, del área de interés.

La estrategia a seguir es la siguiente:

- Consulta de tipo informático a través de la Red Internacional de Información (INTERNET).
- Organización Internacional de Metrología Legal (OIML).
- Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida de Costa Rica (ONNUM).
- Laboratorio de Calibración, Universidad de Costa Rica (UCR).
- Laboratorio de Calibración de Metrología, Aseguramiento de la Calidad y Normalización de Cuba (LabCalMACNOR).
- Laboratorio de Materiales y Metrología Industrial de la Universidad Don Bosco.

3.4 TABULACION Y ANALISIS DE LA INFORMACION

IDENTIFICACION

1) Nombre de la empresa

Objetivo: Conocer la empresa encuestada.

- Harisa S.A. de C.V.
- Molinos de El Salvador S.A. de C.V.

2) Ubicación de la empresa

Objetivo: Determinar si las empresas encuestadas se encuentran dentro de las zonas geográficas establecidas dentro de los requisitos muestrales.

- Harisa S.A. de C.V.

Dirección: Zona industrial Plan de La Laguna, Antiguo Cuscatlán, contiguo a Jardín Botánico.

- Molinos de El Salvador S.A. de C.V.

Dirección: Boulevard del Ejercito Nacional y 50 Av. Norte, San Salvador.

3) Cargo que usted desempeña

Objetivo: Conocer si la persona encuestada, era la idónea para responder el cuestionario.

- HARISA

Cargo: Gerente de Aseguramiento de Calidad

- MOLSA

Cargo: Encargado de metrología de masas y balanzas

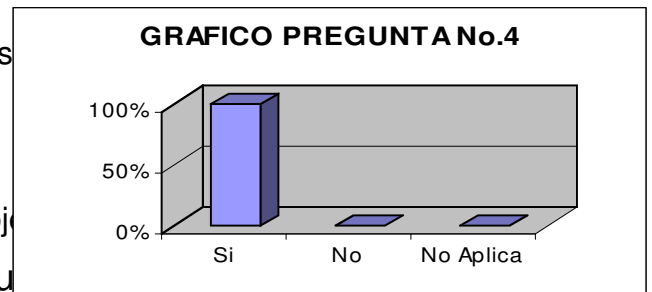
SISTEMA DE CALIDAD

4) ¿ Existen prácticas de calidad en la empresa?

Objetivo: Determinar si la empresa practica sistemas de calidad.

	Si	No	No Aplica
HARISA	X		
MOLSA	X		
Total (%)	100%	0%	0%

Análisis: Todas las empresas encuestadas practican procesos.

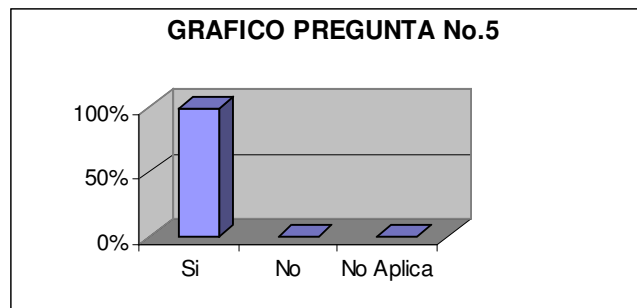


5) ¿Tienen documentadas sus políticas y objetivos?

Objetivo: Determinar si poseen manuales de

calidad dentro de la empresa.

	Si	No	No Aplica
HARISA	X		
MOLSA	X		
Total (%)	100%	0%	0%

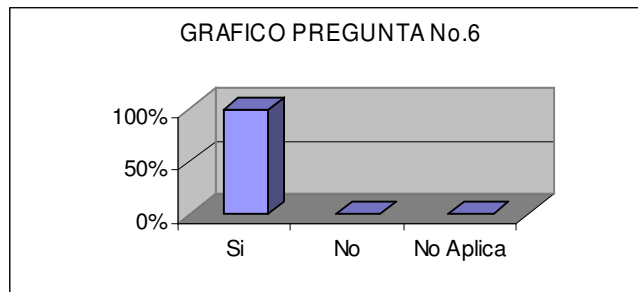


Análisis: El 100% de las empresas tienen documentadas sus políticas y objetivos en materia de calidad.

6) ¿Poseen en la empresa laboratorios de control de calidad?

Objetivo: Determinar si se realizan pruebas de calidad de materias primas, materiales, insumos, materiales en proceso y productos terminados.

	Si	No	No Aplica
HARISA	X		
MOLSA	X		
Total (%)	100%	0%	0%

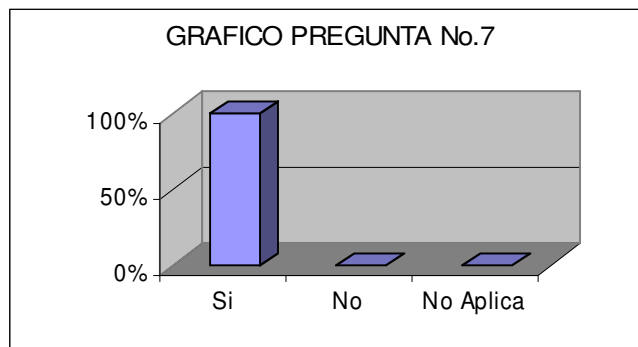


Análisis: El 100% de las empresas de la muestra poseen laboratorios de calidad.

7) ¿Materias primas, contenido neto, empaque, estandarización; son factores que influyen en la calidad de sus productos?

Objetivo: Saber si los factores mencionados son puntos críticos para la calidad de los productos.

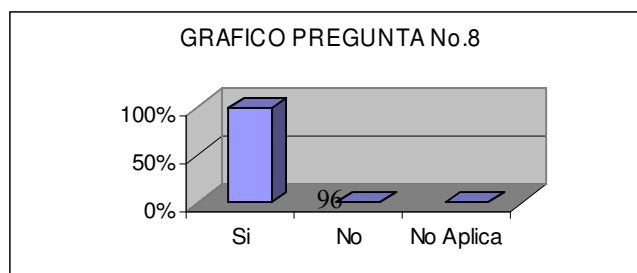
	Si	No	No Aplica
HARISA	X		
MOLSA	X		
Total (%)	100%	0%	0%



Análisis: Las empresas encuestadas consideran determinantes los factores mencionados para la calidad de sus productos.

8) ¿Sabe usted que es metrología?

Objetivo: Determinar el nivel de conocimientos en metrología de la persona.



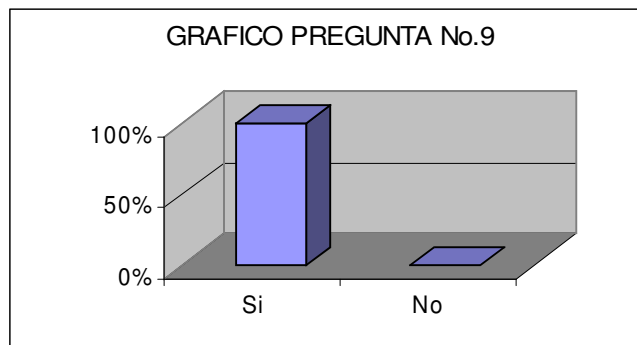
	Si	No
HARISA	X	
MOLSA	X	
Total (%)	100%	0%

Análisis: Las personas encuestadas conocen con propiedad el término metrología.

9) ¿Debido a que la empresa está orientada a la fabricación de productos alimenticios, considera la magnitud “masa”, importante?

Objetivo: Determinar si consideran la masa como un factor importante de cuantificación de sus productos.

	Si	No
HARISA	X	
MOLSA	X	
Total %	100%	0%

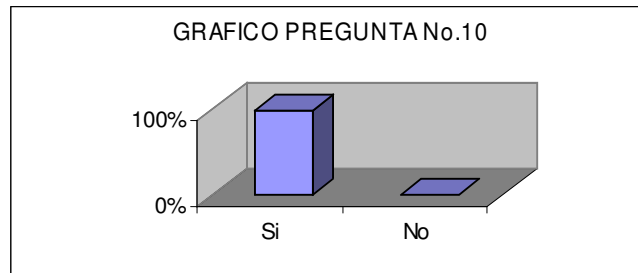


Análisis: Las empresas encuestadas mostraron conciencia clara de la importancia de el contenido de sus productos.

10) ¿Considera que la información impresa en el empaque de sus productos es confiable?

Objetivo: Evaluar si consideran que están cumpliendo con la calidad requerida de sus productos.

	Si	No
HARISA	X	
MOLSA	X	
Total (%)	100%	0%

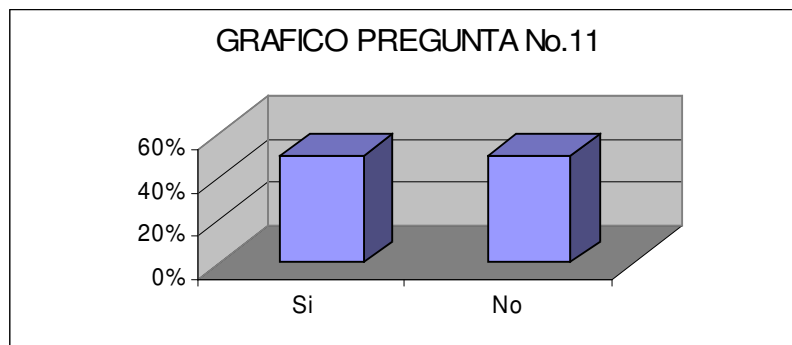


Análisis: Las empresas de la muestra confían plenamente en la información de sus empaques.

11) ¿Ha recibido reclamos de calidad a causa del punto anterior?

Objetivo: Corroborar la credibilidad acerca de la calidad de sus productos.

	Si	No
HARISA		X
MOLSA	X	
Total (%)	50%	50%

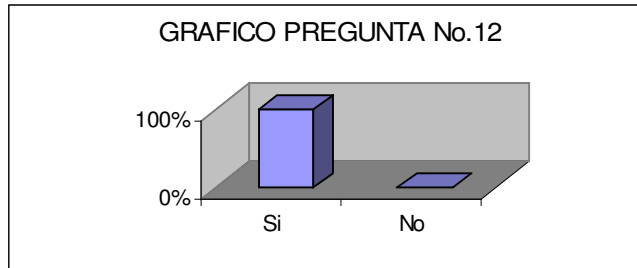


Análisis: El 50% de las empresas manifestó haber recibido reclamos de clientes; mientras que el otro 50% no ha recibido quejas de los consumidores.

12) ¿Utiliza fuentes de información tales como: registros, resultados de auditorías, reclamos de clientes; para detectar y analizar posibles causas de no conformidad?

Objetivo: Determinar si se documentan las causas de no conformidad de los productos para solventar problemas similares en un futuro.

	Si	No
HARISA	X	
MOLSA	X	
Total (%)	100%	0%



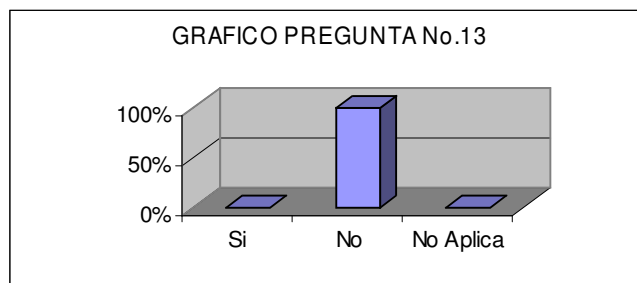
Análisis: Todas las empresas documentan la información a manera de historial como marco de referencia para resolver problemas.

SISTEMA DE METROLOGIA

13) ¿Poseen un departamento de metrología en la empresa?

Objetivo: Saber si existe un departamento metrológico en la empresa.

	Si	No	No Aplica
HARISA		X	
MOLSA		X	
Total (%)	0%	100%	0%



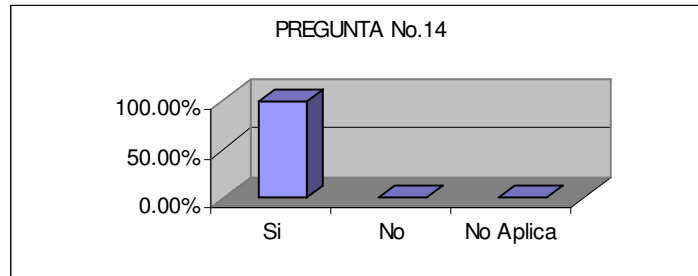
Análisis: El 100% de las empresas manifestó no poseer laboratorios de metrología.

14) ¿Tienen habilitado el control metrológico en la empresa?

Objetivo: Conocer si existen controles de medición para certificar la calidad de peso en los productos.

	Si	No	No Aplica
HARISA	X		

MOLSA	X		
Total (%)	100%	0%	0%

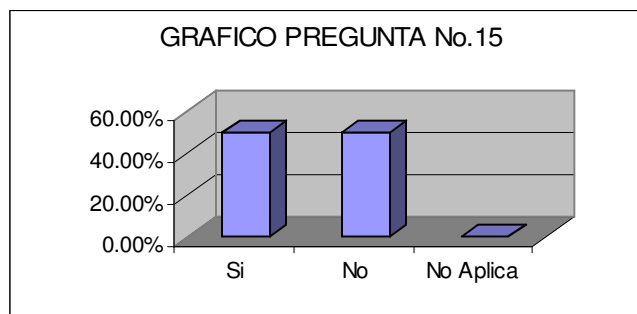


Análisis: Ambas empresas poseen el control metrológico.

15) ¿Realiza algún tipo de revisión aleatoria para verificar el buen funcionamiento de sus equipos metrológicos?

Objetivo: Comprobar si el equipo está funcionando bien en cualquier momento que re revise.

	Si	No	No Aplica
HARISA	X		
MOLSA		X	
Total (%)	50%	50%	0%

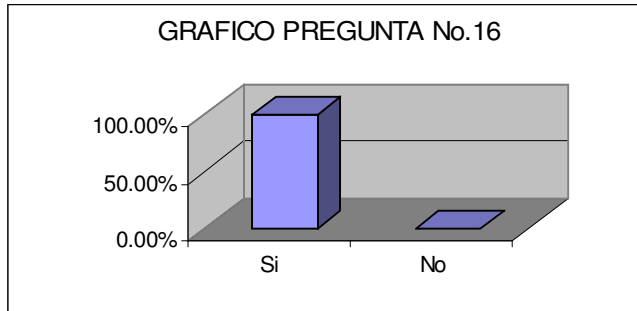


Análisis: El 50% de las empresas manifestó que se efectúan chequeos aleatorios para verificar el buen funcionamiento de los equipos. El 50% expresó que no se efectúan chequeos aleatorios.

16) ¿Existen auditorias internas de tipo metrológico dentro de la empresa?

Objetivo: Comprobar si se están cumpliendo los lineamientos metrológicos establecidos.

	Si	No
HARISA	X	
MOLSA	X	
Total (%)	100%	0%

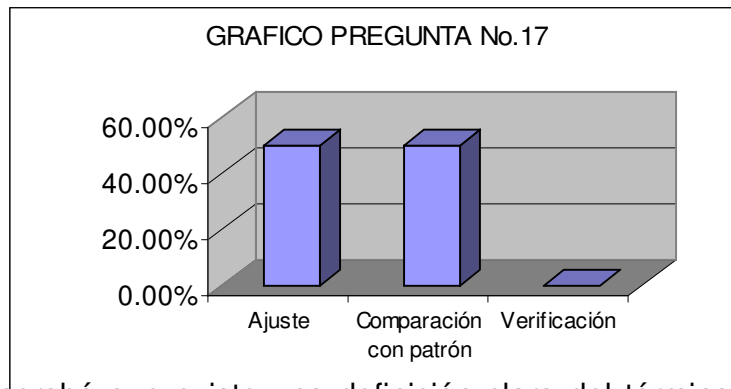


Análisis: Ambas empresas informaron realizar auditorias de tipo metrológico dentro de la empresa.

17) ¿Qué entiende por calibración?

Objetivo: Verificar si conoce el término calibración.

	Ajuste	Comparación	Verificación
HARISA	X		
MOLSA		X	
Total (%)	50%	50%	0%



Análisis: Se comprobó que existe una definición clara del término calibración en el 50% de las empresas. El 50% no tiene claro el término.

18) ¿Qué magnitud requiere calibración para el control de calidad de materias primas, producto en proceso o producto terminado?

Objetivo: Determinar las magnitudes que requieren calibración para el control de calidad de materiales o productos.

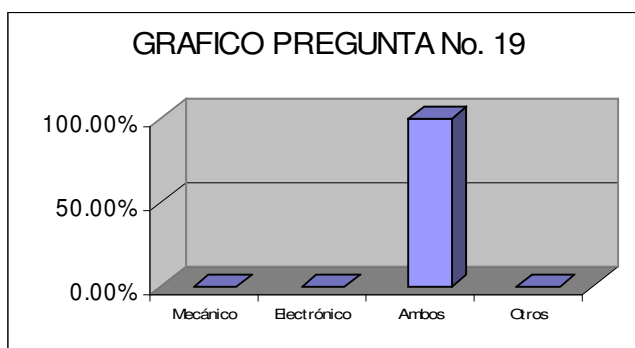
	Masa, Presión, Temperatura	Volumen, Masa, Presión	Longitud, Temperatura, Volumen	Temperatura, Volumen, Masa	Masa, Longitud, Volumen	Volumen, Presión, Temperatura	Otras
HARISA				X			
MOLSA	X						
Total (%)	50%	0%	0%	50%	0%	0%	0%

Análisis: La mitad de las empresas identificó como magnitudes que requieren calibración a la masa, la presión y la temperatura. La otra mitad identificó a la temperatura, el volumen y la masa.

19) ¿Qué tipo de equipo de medición posee la empresa?

Objetivo: Conocer los equipos de medición que poseen en la empresa.

	Mecánico	Electrónico	Ambos	Otros
HARISA			X	
MOLSA			X	
Total (%)	0%	0%	100%	0%



Análisis: El 100% de las empresas manifestó que utilizan equipo de medición análogo y digital.

20) ¿Que tipos de masas poseen?

Objetivo: Determinar las masas más utilizadas.

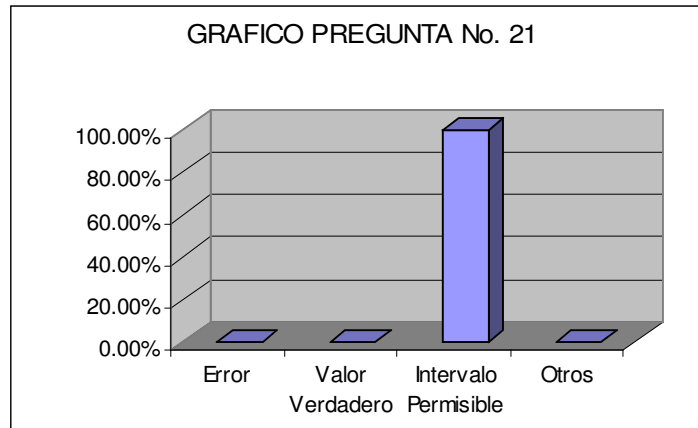
	E1,E2	F1,F2	M1,M2,M3	E1,E2,F1,F2	E1,E2,M1,M2,M3	F1,F2,M1,M2,M3	OTROS
HARISA						X	
MOLSA						X	
Total (%)	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%

Análisis: Todas las empresas de la muestra manifestaron que poseen cinco tipos de pesas: F₁,F₂,M₁,M₂,M₃. Ya que los otros tipos son demasiado precisos para sus procesos.

21) ¿Que entiende por incertidumbre?

Objetivo: Evaluar si el encuestado conoce el término incertidumbre.

	Error	Valor Verdadero	Intervalo permisible	Otro
HARISA			X	
MOLSA			X	
Total (%)	0%	0%	100%	0%



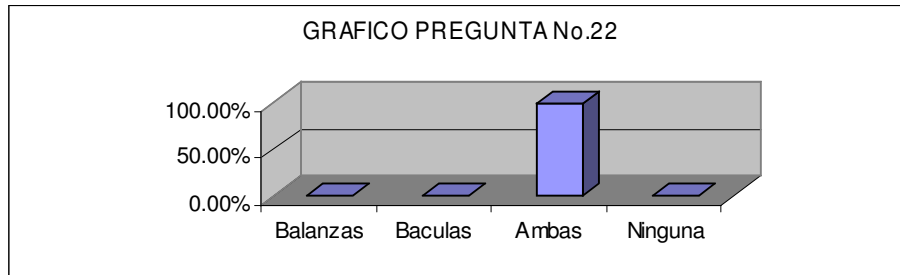
Análisis: Todas las empresas conocen el termino incertidumbre.

22) Existen básculas y balanzas, balanzas hasta los 50 kg; a partir de los 50 kg básculas. ¿La empresa posee?

Objetivo: Saber si utilizan balanzas y / o básculas en la empresa.

	Balanzas	Básculas	Ambas	Ninguna
HARISA			X	
MOLSA			X	

Total (%)	0%	0%	100%	0%
-----------	----	----	------	----

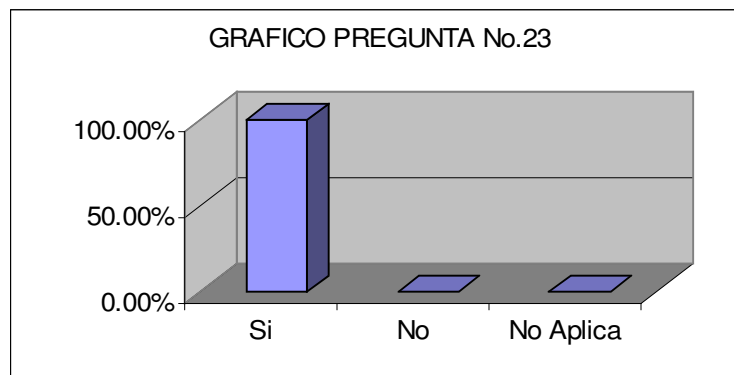


Análisis: El 100% de las empresas utiliza básculas y balanzas en sus procesos.

23) ¿Calibran las pesas y / o las balanzas?

Objetivo: Saber si son calibradas las pesas utilizadas.

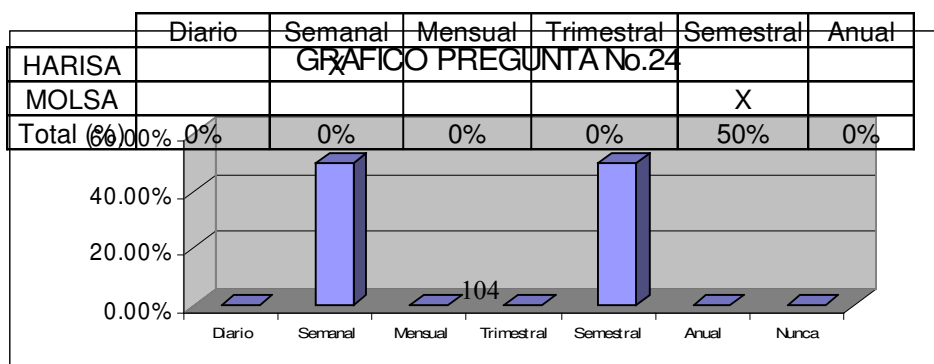
	Si	No	No Aplica
HARISA	X		
MOLSA	X		
Total %	100%	0%	0%



Análisis: Todas las empresas calibran sus equipos.

24) ¿Con qué frecuencia realizan la calibración?

Saber si poseen un plan de mantenimiento de calibración en la empresa.

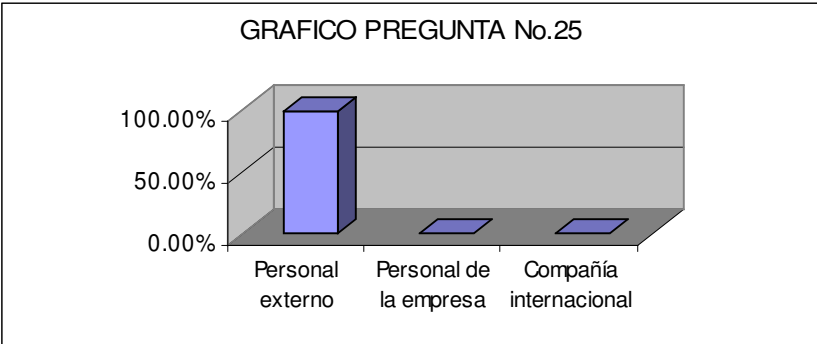


Análisis: El 50% de las empresas calibra sus equipos en períodos semanales. El 50% calibra cada 6 meses.

25) ¿Quiénes realizan la calibración de su equipo?

Objetivo: Saber si la calibración la realizan personas internas en la empresa o proveedores externos.

	Personal externo	Personal de la empresa	Compañía internacional
HARISA	X		
MOLSA	X		
Total (%)	100%	0%	0%

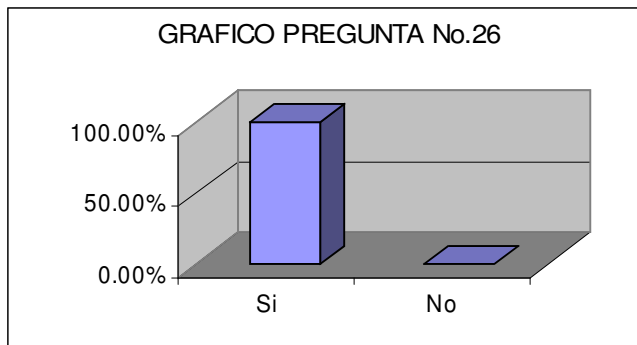


Análisis: Todas las empresas informaron que la calibración es realizada por personal externo.

26) ¿Enfrenta problemas técnicos por no calibrar su equipo?

Objetivo: Determinar las consecuencias que conllevan la no calibración.

	Si	No
HARISA	X	
MOLSA	X	
Total (%)	100%	0%

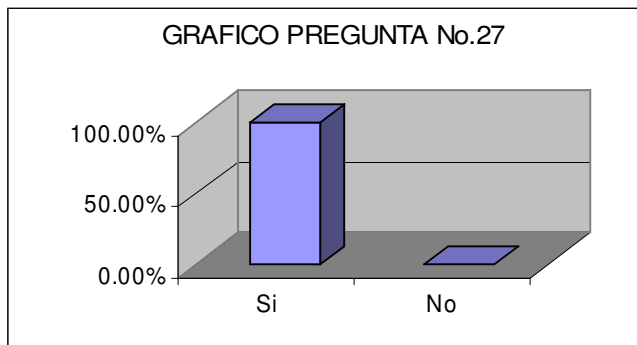


Análisis: El 100% de las empresas manifestaron tener problemas técnicos por no calibrar sus equipos.

27) ¿Registran los resultados de las calibraciones de sus equipos?

Objetivo: Saber si los resultados de las calibraciones son documentados para guardar un historial de ellos.

	Si	No
HARISA	X	
MOLSA	X	
Total (%)	100%	0%



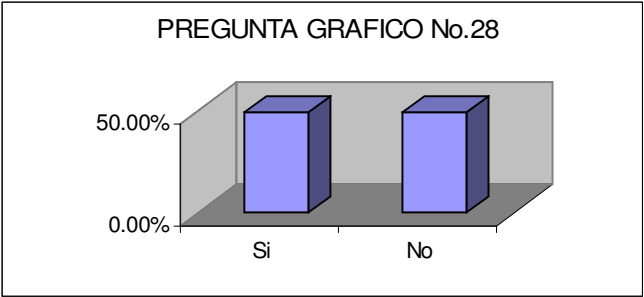
Análisis: Todas las empresas documentan los resultados de las calibraciones.

CERTIFICACION

28) ¿Posee la empresa algún tipo de certificación?

Objetivo: Saber si estan certificados con alguna norma sea esta interna o internacional.

	Si	No
HARISA	X	
MOLSA		X
Total (%)	50%	50%

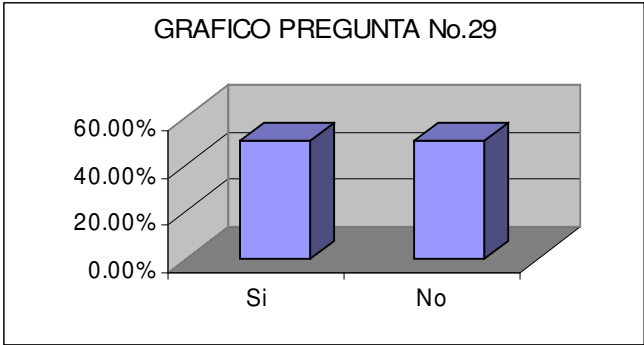


Análisis: El 50% de las empresas opera bajo certificación de sus procesos. El 50% no posee certificación.

29) ¿Están certificados por las normas ISO 9000?

Objetivo: Verificar cuales de las empresas están certificadas con las normas ISO 9000.

	Si	No
HARISA	X	
MOLSA		X
Total (%)	50%	50%

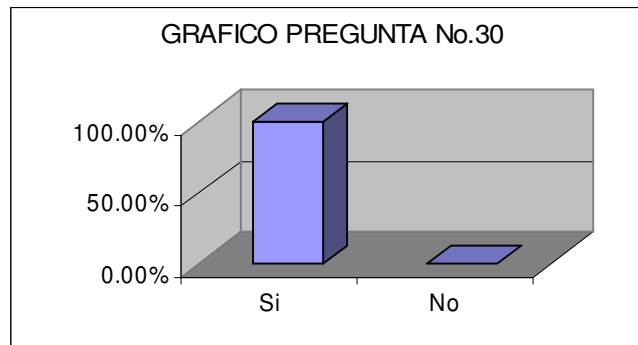


Análisis: El 50% de las empresas esta certificado bajos esta norma. El 50 % esta en proceso de certificación.

30) ¿Cree usted que el estar certificado ofrece una ventaja sustancial ante la competencia?

Objetivo: Conocer si están conscientes de las ventajas que trae la certificación ante la globalización.

	Si	No
HARISA	X	
MOLSA	X	
Total (%)	100%	0%



Análisis: Todas las empresas informaron que la certificación bajo la norma ISO 9000 es indispensable para competir en un mundo globalizado.

3.5 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

La información que se logro obtener en las empresas encuestadas, indican un balance positivo en cuanto a prácticas metrológicas se refiere. Respecto a los sistemas de calidad, las empresas manifiestan operar bajo políticas documentadas de calidad. De hecho el 100% de las mismas posee laboratorios especializados de control de calidad.

Comprometidos con la calidad, asumen con mucha responsabilidad la metrología como factor determinante en la cadena productiva hacía la competitividad. Poseen equipos adecuados para efectuar los diferentes procesos de medición de magnitudes y cuentan además con apoyo externo especializado para la calibración de sus equipos, factor indispensable en la confiabilidad de las mediciones.

Debido al resultado positivo que se obtuvo en las encuestas realizadas se puede concluir, que las empresas de la industria alimenticia, dedicadas a la fabricación de harinas, que están certificadas bajo las normas de calidad ISO 9000, o en proceso de certificación poseen ventajas muy significativas, ante aquellas que no lo tienen; como ejemplo, podemos citar que los consumidores prefieren productos certificados por normas ISO que otros que no lo están, sin importar que tengan igual o mejor calidad, así como también que posean los precios más bajos del mercado, ya que eso les garantiza un estándar y seguridad en lo que están consumiendo.

Al evaluar los resultados obtenidos, y comprobar que las empresas certificadas cumplen con requisitos metrológicos, de una manera implícita, no se puede generalizar que todas y cada una de las demás, existentes en el mercado cumplen con tales requisitos, ya que se debe seguir un orden sistemático: primero la calidad, luego metrología y por último la certificación.

CAPITULO IV
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN
ACTUAL

El capítulo IV comprende un análisis de las normas relacionadas con la metrología de masas y balanzas, así como también se realiza un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que enfrentan las empresas salvadoreñas en torno al uso eficiente de las técnicas metroológicas de masas y balanzas.

Se realiza además un análisis Causa-Efecto, lo que servirá como herramienta para identificar, definir y delimitar el problema. Finalmente se resume la situación actual en torno al uso de masas y balanzas en la industria alimenticia de El Salvador.

OBJETIVOS:

- Analizar normas relacionadas a la metrología de masas y balanzas.
- Realizar un análisis FODA.
- Identificar el problema, definirlo y delimitarlo.
- Exponer un resumen de la situación actual.

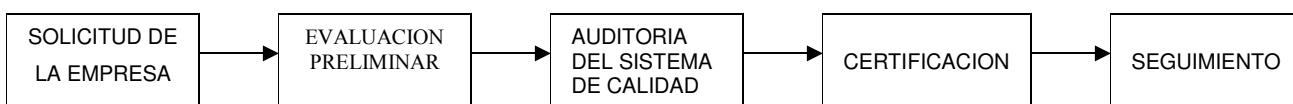
4.1 ANALISIS DE NORMAS RELACIONADAS CON LA METROLOGIA.

Este análisis servirá de complemento al estudio realizado para comprender que, la metrología de masas y balanzas es uno de los pilares para obtener calidad en los productos fabricados en la Industria Alimenticia de El Salvador, así como también esta contemplada como una actividad fundamental en el camino hacia la acreditación de normas ISO.

La norma ISO 9000 se refiere a la certificación del sistema de calidad como un todo, en tanto la norma ISO 10012-1 que se circunscribe a la gestión metrológica, es utilizada sólo como referencia, razón por la cual casi ninguna empresa la implementa. Esta norma es una guía para todas aquellas empresas que desean cumplir con todas las exigencias que se definen en el inciso 4-11 de la norma ISO 9001, referente al aseguramiento metrológico del sistema de calidad.

Para lograr la certificación de la norma ISO-9000, las empresas interesadas deben seguir un proceso que se divide en cinco etapas fundamentales, las cuales se describen a continuación:

ETAPAS DEL PROCESO DE CERTIFICACION



Requisitos básicos de la evaluación preliminar:

- Política de calidad
- Manual de calidad
- Procedimientos
- Pre-auditoría
- Informes de retroalimentación
- Etc.

La auditoría del sistema de calidad consiste en:

- Informe
- No conformidades
- Actividades correctivas

Actividades de la certificación:

- Análisis y decisión de la comisión
- Informe al consejo directivo
- Auditoría extraordinaria (si fuera necesaria)
- Concesión de certificado por 3 años

Actividades del seguimiento:

- Auditoría (1 ó 2 veces al año)
- Renovación del contrato

¿QUE EXIGE LA NORMA ISO 9000 EN CUANTO A METROLOGIA?

Como se mencionó anteriormente, lograr la certificación de calidad ISO 9000, esta precedido del cumplimiento de muchos requisitos dentro de las industrias.

Específicamente en el área metrológica, se describen a continuación aquellas exigencias que deben cumplirse en lo referente al equipo y al accionar de las empresas, como requisito mínimo para lograr la certificación en esta área.

Del control de equipo de Inspección, Medición y Prueba.

- “El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para controlar, calibrar y mantener los equipos de inspección, medición y prueba, incluyendo el software de las pruebas utilizado, para demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados. El equipo de inspección, medición y prueba se debe utilizar de tal manera que se asegure que la incertidumbre de la medición es conocida y es consistente con la capacidad de medición requerida.

- Identificar el equipo de inspección, medición y prueba, calibrarlos y ajustarlos a intervalos preestablecidos.
- El equipo de medición debe tener las características metrológicas requeridas para el uso propuesto (por ejemplo: exactitud, estabilidad, amplitud de medición especificada y resolución).
- Verificar la validez de los resultados de inspección y prueba cuando el equipo está fuera de calibración.
- Establecer la acción a seguir cuando los resultados de la calibración y verificación no son satisfactorios.
- Las inspecciones, mediciones y pruebas de los equipos se deben utilizar de tal manera que se asegure que la incertidumbre de la medición es conocida y consistente con la capacidad de medición requerida.

De la Organización o Empresa.

- La organización debe: controlar, calibrar y mantener los equipos de inspección, medición y prueba para demostrar la conformidad del producto y/o servicios con los requisitos especificados.
- La organización debe: conservar los registros de la calibración, inspección medición y prueba.
- La organización debe: calibrar y ajustar el equipo de medición, inspección y prueba.
- La organización debe: establecer la frecuencia de tales verificaciones y debe mantener registros.
- Asegurar que las condiciones ambientales son adecuadas para las calibraciones, inspecciones, mediciones y pruebas que se realizan.
- Registrar los procesos de calibración, inspección y prueba del equipo”.

4.2 ANALISIS FODA³².

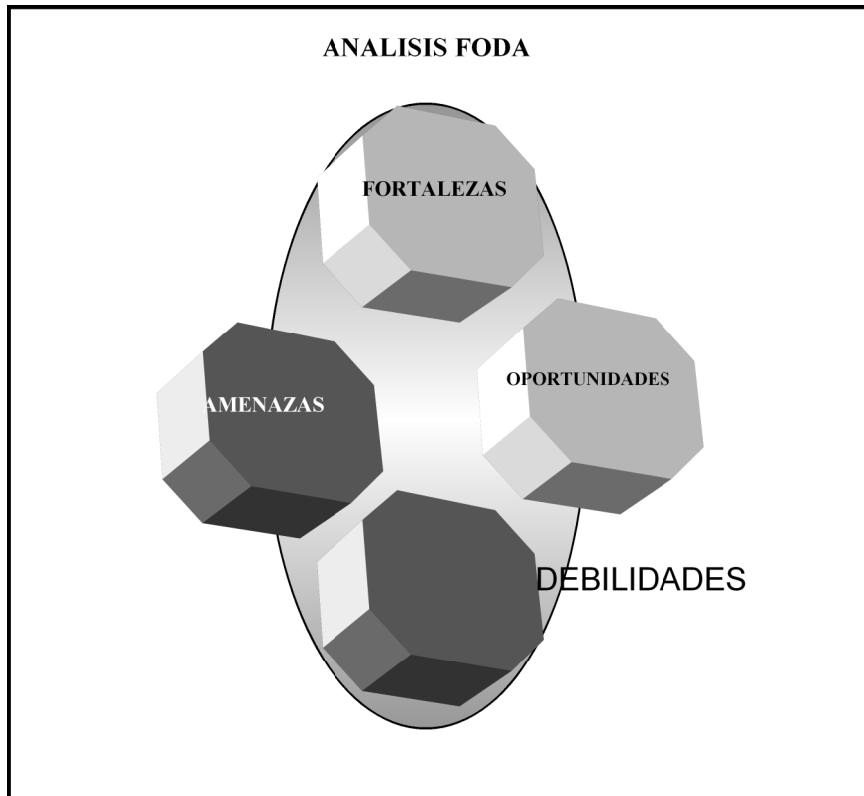
Descripción y utilidades del análisis FODA:

FODA (en inglés SWOT), es la sigla usada para referirse a una herramienta analítica que permite trabajar con toda la información que se posea de la empresa, es útil para examinar sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

Este tipo de análisis representa un esfuerzo para examinar la interacción entre las características particulares de la empresa y el entorno en la cual ésta compite. El análisis FODA tiene múltiples aplicaciones y puede ser usado por todos los niveles de la corporación y en diferentes unidades de análisis; tales como producto, mercado, producto-mercado, línea de productos, corporación, empresa, división, unidad estratégica de negocios, etc. Muchas de las conclusiones obtenidas como resultado del análisis FODA, pueden ser de gran utilidad en el análisis del mercado y en las estrategias de mercadeo que se diseñen y que califiquen para ser incorporadas en el plan de negocios, así como también en la realización de diagnósticos en situaciones específicas.

El análisis FODA debe enfocarse solamente hacia los factores claves para el éxito de la empresa. Debe resaltar las fortalezas y las debilidades diferenciales internas al compararlo de manera objetiva y realista con la competencia y con las oportunidades y amenazas claves del entorno.

³² Tomado de <http://dequate.com/infocentros/gerencia/mercadeo/mk17.htm>



Lo anterior significa que el análisis FODA consta de dos partes: una interna y otra externa:

- La parte interna comprende las fortalezas y las debilidades de la empresa, aspectos sobre los cuales se tiene algún grado de control.
- La parte externa comprende las oportunidades que ofrece el mercado, y las amenazas que debe enfrentar la empresa en el mercado seleccionado.

4.2.1 ANALISIS "FODA" A LA SITUACION METROLOGICA ACTUAL DENTRO DE LAS EMPRESAS EN ESTUDIO (MOLSA Y HARISA).

Consideraciones previas al análisis:

- a) Se toma como marco general de análisis el entorno nacional e internacional respecto a las actividades metrológicas y de calidad.
- b) En el análisis, se utilizan los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a diferentes personas en las empresas en estudio.

- c) Se toman en cuenta los análisis y recomendaciones surgidas de las entrevistas realizadas a los responsables directos de la calidad dentro de cada una de las empresas, así como a expertos en el área metrológica.

Se presenta a continuación el análisis FODA en una matriz, con el objeto de permitir al lector identificar las variables internas y externas de la situación actual.

ANALISIS FODA

FORTALEZAS

- Existencia de prácticas de calidad.
- Manuales de políticas y objetivos.
- Existencia de laboratorios de control de calidad.
- Se tienen determinados los puntos críticos de la producción de harina.
- Se conoce y se trabaja en el área metrológica (conocimientos de metrología).
- Se llevan registros de auditorías y calibraciones.
- Se tiene habilitado el control metrológico.
- Se efectúan revisiones aleatorias para el buen funcionamiento de los equipos de medición (monitoreo).
- Se realizan calibraciones para poder controlar la calidad en varias magnitudes.
- Poseen equipos mecánicos (análogos) y electrónicos (digitales).
- Posesión de masas patrón tipo: F_1 , F_2 , M_1 , M_2 y M_3 .
- Posesión de básculas y balanzas.
- Calibración de pesas, balanzas y básculas.
- Las calibraciones son realizadas por entes externos capacitados en esta área.
- Certificados con ISO 9000.
- Garantía en la calidad de los productos.

DEBILIDADES

- La falta de capacitaciones constantes del personal encargado del área metrológica dentro de la empresa.
- Al no existir una concientización del personal respecto a metrología y su importancia, los sistemas de calidad no tienen validez técnica, y por lo tanto no son confiables.
- La falta de cumplimiento de la programación de calibración de los equipos necesarios, para obtener la calidad en las empresas.
- Infraestructura que no aporta condiciones óptimas para realizar mediciones.
- La inexistencia del compromiso de la dirección en apoyar acciones de cambio y mejora en las empresas.

OPORTUNIDADES

- El cumplimiento de normas metrológicas aumenta las oportunidades de competir en mercados nacionales e internacionales.
- El cumplimiento de normas garantiza la calidad de productos o servicios, facilitando el posicionamiento de los productos o servicios de las organizaciones en las preferencias de los usuarios finales.
- Los procesos de control metrológico efectivos, permiten el mejor aprovechamiento de los recursos con los que se cuenta, permitiendo así la disminución de costos.
- Gracias al avance en los procesos de control metrológico, es posible la tecnificación y automatización de procesos.

AMENAZAS

- No desarrollarse respecto a nuevas tecnologías.
- La globalización y la competitividad existente.
- Las industrias certificadas, cumplen con técnicas metrológicas, lo cual garantiza la confiabilidad de sus mediciones, mientras las no certificadas no lo garantizan.
- Los bajos costos y tecnologías avanzadas utilizadas por las empresas internacionales.
- Los países desarrollados invierten en Investigación y Desarrollo, aumentando así la utilización de tecnologías de alta confiabilidad y mayor precisión.
- El desaparecimiento de las empresas del mercado en el que compiten.

4.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA³³.

Este apartado muestra la manera en que se desarrolla la idea y se transforma en el planteamiento del problema de investigación. Para plantear el problema se necesitan tres elementos fundamentales, los cuales están relacionados entre sí: objetivos de la investigación, preguntas acerca de la investigación y la justificación de la misma.

En realidad, plantear el problema no es sino afinar y estructurar más formalmente la idea de investigación.

4.3.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.

Las manifestaciones más importantes del problema identificado se resumen de la siguiente manera:

A pesar de la existencia del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, como ente con facultad de ley para regir, coordinar y promover el desarrollo de la metrología; a la fecha, las industrias no tienen conciencia clara de la importancia de tecnificar y controlar sus prácticas metrológicas en la ruta hacia el desarrollo sostenible.

Además, se observan problemas que afectan el intercambio de productos con el comercio internacional, por no cumplir con normas de calidad específicas.

Lo anterior se ha podido validar mediante el criterio de expertos en el ramo, quienes opinan que el entorno actual en esta materia no es el apropiado para cumplir con las exigencias de los mercados en el ámbito nacional e internacional.

4.3.2 DEFINICION DEL PROBLEMA

Para definir la problemática en estudio, es necesario comprender que las Industrias Salvadoreñas poseen factores adversos tanto a nivel interno como a nivel externo.

Cuando se ha identificado el problema a estudiar, es necesario buscar las causas que producen la situación anormal. Cualquier problema por complejo que sea, es producido por factores que pueden contribuir en una mayor o menor

³³ Tomado del Libro: Metodología de la Investigación, Roberto Hernández Sampieri.

proporción. Estos factores pueden estar relacionados entre sí y con el efecto que se estudia.

4.3.2.1 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

El diagrama Causa-Efecto³⁴ es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema.

A este se le conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de Diagnóstico y Solución de la causa.

Su ventaja consiste en el poder visualizar las diferentes cadenas Causa y Efecto, que pueden estar presentes en un problema, facilitando los estudios posteriores de evaluación del grado de aporte de cada una de estas causas.

Cuando se estudian problemas de fallos en equipos, estas pueden ser atribuidos a múltiples factores. Cada uno de ellos puede contribuir positiva o negativamente al resultado. Sin embargo, algún de estos factores pueden contribuir en mayor proporción, siendo necesario recoger la mayor cantidad de causas para comprobar el grado de aporte de cada uno e identificar los que afectan en mayor proporción. Para resolver esta clase de problemas, es necesario disponer de un mecanismo que permita observar la totalidad de relaciones causa-efecto.

Un diagrama de causa y efecto facilita recoger las numerosas opiniones expresadas por el equipo sobre las posibles causas que generan el problema. Se trata de una técnica que estimula la participación e incrementa el conocimiento de los participantes sobre el proceso que se estudia.

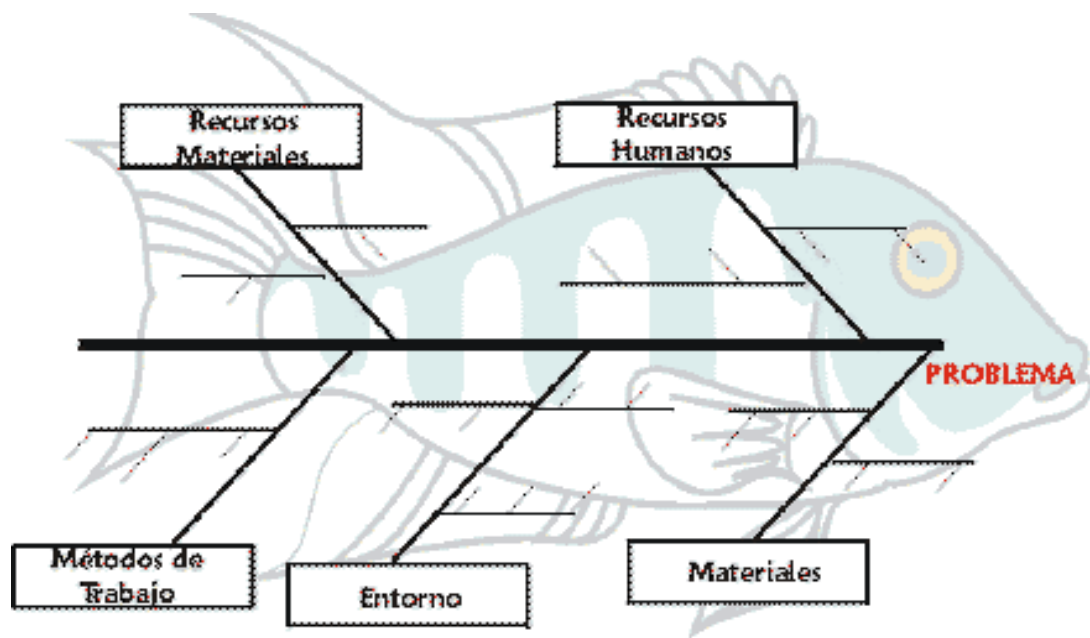
Los pasos para elaborar un diagrama de Causa-Efecto son los siguientes:

- Definir claramente el efecto o síntoma cuyas causas han de identificarse.
- Encuadrar el efecto a la derecha y dibujar una línea gruesa central apuntándole.
- Usar lluvia de ideas (Brainstorming) o un enfoque racional para identificar las posibles causas.

³⁴ <http://www.iaf.es/prima/articulo/cap23.htm>

- Distribuir y unir las causas principales a la recta central mediante líneas inclinadas.
- Añadir subcausas a las causas principales a lo largo de las líneas inclinadas.
- Descender de nivel hasta llegar a las causas raíz (fuente original del problema).
- Comprobar la validez lógica de la cadena causal.
- Comprobación de integridad: ramas principales que muestran más o menos causas, que las demás o con menor detalle.

Diagrama Causa-Efecto (Espina de Pescado)³⁵



- Causas debidas a la materia prima:

Se tienen en cuenta las causas que generan el problema desde el punto de vista de las materias primas empleadas para la elaboración de un producto. Por ejemplo: causas debidas a la variación del contenido mineral, pH, tipo de materia prima, proveedor, empaque, transporte etc. Estos factores causales pueden hacer que se presente con mayor severidad una falla en un equipo.

³⁵<http://www.umh.es>

- Causas debidas a los equipos:

En esta clase de causas se agrupan aquellas relacionadas con el proceso de transformación de las materias primas como las máquinas y herramientas empleadas, efecto de las acciones de mantenimiento, obsolescencia de los equipos, cantidad de herramientas, distribución física de estos, problemas de operación, eficiencia, etc.

- Causas debidas al método:

Se registran en esta espina las causas relacionadas con la forma de operar el equipo y el método de trabajo. Son numerosas las averías producidas por fallas de los equipos, deficiente operación y falta de respeto de los estándares de capacidades máximas.

- Causas debidas al factor humano:

En este grupo se incluyen los factores que pueden generar el problema desde el punto de vista del factor humano. Por ejemplo, falta de experiencia del personal, salario, grado de entrenamiento, creatividad, motivación, pericia, habilidad, estado de ánimo, etc.

Debido a que no en todos los problemas se pueden aplicar las anteriores clases, se sugiere buscar otras alternativas para identificar los grupos de causas principales.

- Causas debidas al entorno:

Se incluyen en este grupo aquellas causas que pueden venir de factores externos como contaminación, temperatura del medio ambiente, altura de la ciudad, humedad, ambiente laboral, etc.

- Causas debidas a las mediciones y metrología:

Frecuentemente en los procesos industriales los problemas de los sistemas de medición pueden ocasionar pérdidas importantes en la eficiencia de una planta. Es recomendable crear un nuevo grupo de causas primarias para poder recoger las causas relacionadas con este campo de la técnica. Por ejemplo: descalibraciones en equipos, fallas en instrumentos de medida, errores en lecturas, deficiencias en los sistemas de comunicación de los sensores, fallas en los circuitos amplificadores, etc.

Para identificar las causas más importantes se puede emplear el siguiente método:

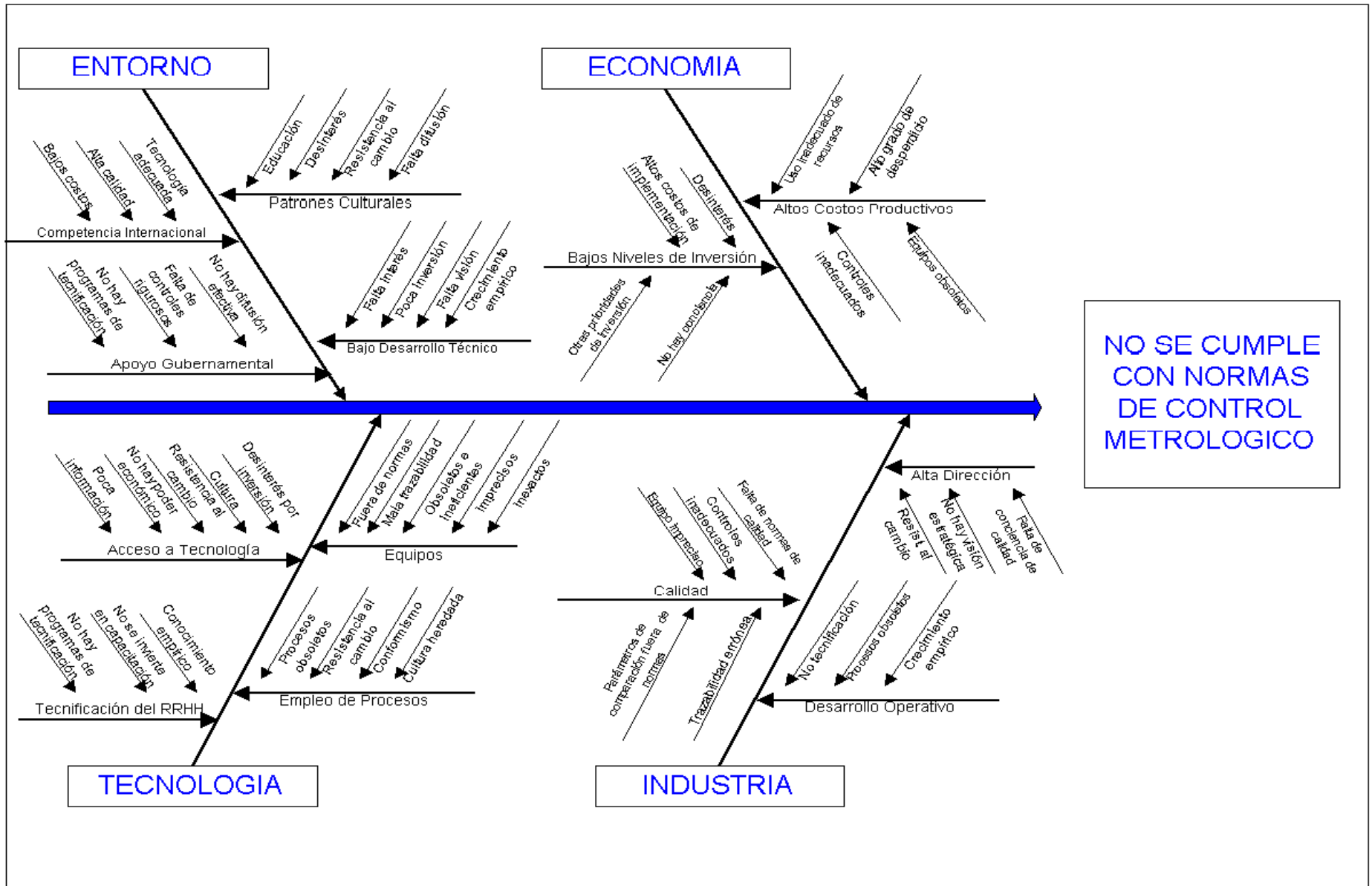
Diagnóstico con información cualitativa:

Cuando se dispone en un Diagrama de Causa y Efecto numerosa información cualitativa, opiniones o frases, es el caso de causas relacionadas con la motivación del personal, falta de capacitación, sentido de pertenencia y otras causas difícilmente cuantificables, es necesario procesar esta información a través de técnicas especiales. Esta clase de técnicas facilitan el proceso de información verbal y su priorización en base a la búsqueda de relaciones Causa y Efecto.

Bajo este contexto y para hacer una mejor definición del problema, se hace un análisis "Causa-Efecto", a través del cual se identifica y describe claramente las principales causas que han generado una "baja capacidad en el cumplimiento en materia de normas metrológicas en el área de masas y balanzas" (Efecto).

Dicho análisis puede verse a continuación:

ANALISIS CAUSA-EFECTO



4.3.2.2 ANALISIS DE CAUSAS.

➤ ENTORNO:

El factor cultural representa un papel determinante en países como El Salvador, debido al arraigo generacional de costumbres, convirtiéndose en un factor que restringe los procesos de cambio y mejora.

Las empresas salvadoreñas se han desarrollado bajo entornos de crecimiento empíricos, es decir no ha existido una estrategia maestra de crecimiento organizacional (misión, visión, objetivos, lógica de actuación, política de calidad, etc.). Por otro lado la falta de políticas y acciones concretas por parte de los gobiernos durante las décadas pasadas ha influido grandemente en la dificultad del acceso y el bajo interés en procesos en los que la tecnificación del recurso humano y el uso de equipos de control especializados permiten que las industrias sean capaces de fabricar productos que cumplan con los requerimientos de normas de control.

La incursión de las industrias internacionales en los mercados de las economías en desarrollo están causando estragos sin límites a las industrias nacionales incapaces de ofrecer calidad y bajos costos a través de procesos normados que cumplan las exigencias de los mercados.

La metrología de masas y balanzas, adquiere entonces un papel facilitador del cumplimiento de requisitos técnicos de control en la búsqueda de la calidad de los productos.

➤ ECONOMIA:

Como consecuencia de los procesos globalizados, las economías de los países en desarrollo enfrentan graves problemas que cada día adquieren el carácter de insostenibles, de manera que este tipo de economías debe priorizar el uso de capitales en actividades que generen rentabilidad a corto plazo para lograr subsistir, esto es un factor altamente condicionante para la realización de cambios y utilización de procesos tecnológicos competitivos, dificultando directamente el uso de los recursos de inversión en equipo y recurso humano calificado en función de la mejora

de los procesos, equipos y recursos humanos destinados al cumplimiento de normas nacionales e internacionales.

➤ INDUSTRIA:

En general en las Industrias Salvadoreñas se observan serias deficiencias en muchas de las áreas críticas con las que se alcanza el desarrollo sostenible.

Lo más preocupante es la indiferencia que muestra la dirección en lo que respecta a inversión en recursos tecnológicos.

Como resultado hay indiferencia hacia los procesos productivos utilizados, la maquinaria y equipos son obsoletos y muchas veces inadecuados. Hay poca inversión en capacitación de recurso humano. En materia de calidad se utilizan métodos de control por lo general de tipo estadístico al producto final; pero, en lo que respecta a control de calidad de los procesos, se observan deficiencias sistemáticas de todo tipo: baja capacidad del operario, equipos, máquinas e infraestructura inadecuadas, y los no menos críticos costos debido a las no conformidades de productos lo que genera desperdicio.

➤ TECNOLOGIA:

Los problemas en cuanto a tecnología, están relacionados con maquinaria y equipo, tecnificación del recurso humano y métodos, pues los procesos de modernización son lentos y carecen de visión estratégica de crecimiento.

Según el análisis y el proceso de recopilación de información que ha precedido este apartado, se plantea el problema identificado de la siguiente manera:

¿La legislación existente, los reglamentos técnicos, las normas, los procedimientos de control, la infraestructura, el entorno, los equipos y recursos humanos con los que se cuenta para el desarrollo efectivo de la metrología de masas y balanzas en la industria de El Salvador, son adecuadas y suficientes para permitir el cumplimiento de las necesidades y exigencias de calidad a nivel nacional e internacional?

4.3.3 DEFINICION DE VARIABLES

◆ Variables Independientes:

- a) Leyes: existentes en la realidad actual de El Salvador, para cumplir con las exigencias de control metrológico nacional y que aseguren que los productos sean competitivos a nivel local y a nivel internacional.
- b) Reglamentos Técnicos: aquellos documentos que existen actualmente o que se deban incluir como normativa de acatamiento obligatorio dentro del sistema, de forma que se pueda cumplir con las exigencias en el área de la metrología de masas y balanzas.
- c) Normas: aquella normativa nacional e internacional de acatamiento no obligatorio que implique aspectos relacionados con metrología.
- d) Procedimientos de Control: los procedimientos de control utilizados por las empresas en sus procesos productivos en materia de metrología relacionados con masas y balanzas.
- e) Infraestructura: centrado en los medios físicos existentes para el desarrollo de la metrología legal en el país en materia de oficinas, laboratorios de ensayo y calibración.
- f) Entorno: Las variables marcadas por los avances en materia de control, normalización, costos y estrategias de mercado que las empresas internacionales y nacionales están utilizando para desarrollarse eficazmente.
- g) Equipos: los utilizados para la determinación de la masa, su exactitud y precisión, los métodos de calibración utilizados y la vigencia de su trazabilidad.

- h) Recurso Humano: la calidad técnica del personal para realizar competentemente las actividades de control metrológico, así como la suficiencia (cantidad) de personas que se asignan en las empresas para el cumplimiento de las exigencias en materia de metrología de masas y balanzas.

Los aspectos económicos y financieros relacionados con la metrología de masas y balanzas, han sido analizados cualitativamente; como puede observarse en el Análisis Costo Beneficio, anteriormente descrito; por cuanto estos tienen una gran sensibilidad en la factibilidad de aplicación.

◆ Variable Dependiente:

Efectividad en el cumplimiento de las exigencias del entorno. Esto se refiere al cumplimiento de las normas de calidad y control que han sido impuestos, tanto por los consumidores de bienes y servicios, como por los productores de estos a nivel nacional e internacional y que involucran el uso de las mediciones.

4.3.4 DELIMITACION DEL PROBLEMA.

Usando como base las variables establecidas y el entorno en el cual se ha definido el problema, se procede a delimitarlo en tiempo, área social y económica, así como las diferentes actividades que se relacionan con el problema, pero que no son controlables.

- Tiempo: Se determinará la realidad actual del uso de la metrología de masas y balanzas en la industria alimenticia de El Salvador. Con esto se sientan las bases que permitan la implantación y mejoras de los procesos metrológicos actuales en un plazo no mayor a cinco años, período que según el grupo de trabajo, es determinante en la ruta hacia el cambio cultural en lo que respecta a metrología de masas y balanzas en las industrias.

- Área Social y Económica: el problema tiene su campo de acción en el ámbito nacional, concretamente en cuanto a las actividades de medición de masas que favorezcan el aprovechamiento de los recursos de las organizaciones y la seguridad del consumidor. Será importante en este aspecto manejar los niveles de concientización e información que existan en torno a la importancia de la metrología de masas y balanzas en El Salvador.
- Reglamentación, Normalización y Documentación: el problema se basará en la reglamentación, normalización y documentación de la metrología de masas y balanzas existente en el país ya sea por legislación gubernamental, por certificaciones internacionales aplicables con las que se cuenta o por requisitos propios de las empresas en estudio.
- Comercio Internacional: Aquellas actividades de exportación e importación de productos y servicios que involucren medición de masas y balanzas las cuales son afectadas en el desarrollo de la investigación.

4.4 DIAGNOSTICO Y RESUMEN DE LA SITUACION ACTUAL.

Este resumen tiene como objetivo permitir al lector entender de forma clara la situación actual observada en las industrias del sector alimenticio.

Como ha podido verse, son muchas las variables intrínsecas en la problemática que se vive en cuanto al uso correcto de la metrología de masas y balanzas. Cada una aporta elementos claves, a la dificultad mostrada por las industrias nacionales para cumplir con todas las exigencias de los mercados globalizados.

No puede dejarse de lado el esfuerzo económico y organizacional que algunas empresas están realizando en la búsqueda de la competitividad. Sin embargo, tampoco puede olvidarse que tan necesario es el completo cumplimiento de todas las exigencias impuestas por los mercados en forma individual (cada empresa) y no parte de ellas, así como el que los sectores industriales de cada país, formen bloques para encontrar el direccionamiento efectivo que posicione sus ofertas de

productos y servicios en fuerzas de peso en los mercados a los que hoy tienen acceso y en los que aspiran incursionar.

En El Salvador, es un síntoma general el crecimiento empírico que han regido las organizaciones, convirtiéndose en una limitante, ya que el arraigo de costumbres entre generaciones a través de los años lastimosamente es muy fuerte. Como caso tipo puede mencionarse la inserción familiar que se hace en los puestos direccionales de las empresas, situación que resulta no ser la más adecuada, ya que esto sacrifica el desarrollo por la conveniencia particular.

Las legislaciones en pro de la regulación de las actividades metroológicas por parte del estado realizadas hasta hace poco más de una década, no tuvieron el impacto esperado en la industria al no contar con programas y actividades de difusión, aceptación e implantación, de manera que hoy día, la nueva base legal creada y canalizada a través del CONACYT para la difusión y control de la metrología, muestra muy pocos frutos al no gozar de la difusión y aceptación de la generalidad de las empresas. Se cuenta con un Laboratorio de Metrología Legal instalado en la Universidad de El Salvador (UES), el cual pretende cubrir las necesidades técnicas de las empresas, organizaciones e industrias que lo requieran. También existen laboratorios de tipo privado que se dedican a brindar servicios metroológicos, específicamente en el área industrial, tal es el caso del Laboratorio de Metrología Industrial de la Universidad Don Bosco.

En el ámbito económico, los graves problemas que ha enfrentado el país, han propiciado de manera determinante el atraso tecnológico, al condicionar a las empresas a realizar inversiones para generar ingresos en forma rápida tanto para el cumplimiento de los compromisos operativos que se adquieren, como para la subsistencia inmediata; lo que se traduce en la falta de sustento económico que permita la inyección de capital en acciones que no generen ingresos a corto plazo y que requieran procesos de inversión a largo plazo para la generación de rentabilidad.

Todos estos factores han causado efectos difíciles de cuantificar en materia de desarrollo tecnológico. Las empresas en la búsqueda de la subsistencia han sacrificado el uso de nuevas tecnologías, aunque sí se reconoce la imperante necesidad del aseguramiento de la calidad, lo que se ve limitado por la falta de

controles adecuados que garanticen el cumplimiento de las normas impuestas por los mercados globalizados. El aseguramiento metrológico se encuentra hoy en la etapa inicial de la difusión y aceptación efectiva dentro de la cadena de calidad de los procesos y productos, por lo cual se utilizan métodos, equipos y recursos humanos que muchas veces no son los idóneos para lograr el aprovechamiento efectivo de tan importante herramienta.

CAPITULO VI

DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA

METROLOGIA DE MASAS Y

BALANZAS EN LA INDUSTRIA

ALIMENTICIA

Este capítulo tiene como objetivo primordial presentar un estudio global de la situación actual observada en las empresas en estudio acerca de las prácticas de metrología de masas y balanzas.

Se describen las pesas, los tipos de básculas y balanzas de mayor utilización en la industria alimenticia. Así mismo, se exponen los problemas técnicos que se enfrentan por el uso inadecuado de parámetros metrológicos.

También se definen los métodos de calibración aplicables a la industria alimenticia salvadoreña.

Para finalizar se realiza una propuesta, en la cual se encuentran tres alternativas posibles de solución a las deficiencias detectadas, recomendando la más factible tanto en su aplicación, como en los costos de implementación y además que presente mayores ventajas competitivas.

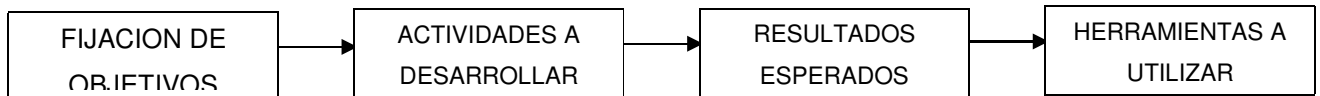
OBJETIVOS:

- Describir las masas de mayor uso en la industria alimenticia.
- Determinar la básculas y balanzas más utilizadas en el sector antes mencionado.
- Definir problemas técnicos.
- Documentar los métodos de calibración factibles en el marco Industrial Salvadoreño.

5.1 METODOLOGIA DEL DIAGNOSTICO.

La metodología a seguir para el desarrollo del presente diagnóstico, es la siguiente:

ETAPAS DE LA METODOLOGIA



Cada una de las etapas se describe en el siguiente cuadro, indicando los objetivos específicos de la investigación, según las principales etapas del diagnóstico; describiendo además las actividades a desarrollar, resultados esperados y herramientas a utilizar.

Dentro de las herramientas a utilizar, se pueden mencionar el análisis FODA, Diagrama Causa-Efecto, entrevistas a expertos; y encuestas a través de las cuales se recabó la información de este capítulo.

METODOLOGIA DEL DIAGNOSTICO

Objetivos	Actividades	Resultados Esperados	Herramientas
1. Definir los aspectos que afectan la calidad de los productos relacionados con la magnitud masa.	<ul style="list-style-type: none"> - Investigación de campo sobre los aspectos que intervienen en la calidad de los productos - Identificación de factores clave 	<ul style="list-style-type: none"> - Listado de aspectos - Panorama global en materia de metrología de masas y balanzas 	<ul style="list-style-type: none"> -Entrevistas a expertos -Análisis FODA -Encuestas -Diagrama Causa-Efecto
2. Documentar las clases de pesas y tipos de balanzas más utilizadas en la industria alimenticia	<ul style="list-style-type: none"> - Investigación de campo, sobre las clases y tipos de pesas y balanzas existentes en la industria - Observación documental y análisis del material obtenido en la actividad anterior. 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de pesas y balanzas de mayor utilización en la industria alimenticia 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas a expertos - Encuestas - Observación directa por parte del grupo
3. Determinar los problemas técnicos causados por el uso incorrecto del manejo de masas y balanzas	<ul style="list-style-type: none"> - Investigación y observación de los problemas debido a la inoperancia de un sistema metrológico. - Recopilación y análisis de la información acerca de los recursos con los que se cuenta en las empresas. - Requerimientos de infraestructura y recursos recomendados por la OIML. 	<ul style="list-style-type: none"> - Describir los problemas técnicos. - Conocer las causas que producen dichos problemas. - Determinar y listar el uso apropiado del equipo de medición. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas a expertos - Encuestas - Análisis Costo-Beneficio(cualitativo) - Análisis cualitativo de la asignación de recursos metrológicos.
4. Determinar los factores que influyen en la fiabilidad de la mediciones.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de factores que aportan confiabilidad a la medición a través de la investigación y observación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Listar los factores que hacen que una medición sea confiable. - Dar prioridad a factores claves. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas con encargados de calibrar el equipo - Entrevistas con expertos en el campo - Consulta bibliográfica

5.2 DESCRIPCION Y ANALISIS DE LA SITUACION PRACTICA DE LA METROLOGIA INDUSTRIAL (GENERALIDADES).

Con el objetivo de obtener un mejor panorama acerca del funcionamiento real de la metrología de masas y balanzas en la industria alimenticia de El Salvador, se presenta una descripción de la investigación realizada por el grupo de trabajo en las dos empresas, que de acuerdo a los criterios de selección de la muestra, efectúan procedimientos de control metrológico. Para ello se utiliza una estructura de análisis que incluye los siguientes puntos:

INSTITUCIONES: Este apartado trata de los controles que realizan las empresas y las consideraciones convenientes. Se analizarán los siguientes aspectos:

- ◆ Procedimientos de Control: descripción resumida de cómo se lleva a cabo el procedimiento de control, tomando en cuenta, únicamente, las consideraciones fundamentales (manuales, documentación, monitoreo, etc.)
- ◆ Equipo: referencia a los equipos que intervienen directamente en el procedimiento de control, especificando cuales son sus principales parámetros (incertidumbre, exactitud, etc.), cuando estos son conocidos por el personal a cargo y están debidamente documentados.
- ◆ Infraestructura: Se hará una breve reseña de las instalaciones con que cada empresa cuenta. Del mismo modo se especificarán cuales son las principales necesidades que tienen para cumplir con esta labor. En determinados casos este punto será analizado junto con el equipo o con los procedimientos de control, si las características así lo ameritan.
- ◆ Trazabilidad: en este punto interesa tanto el esquema de trazabilidad, como también la existencia o inexistencia en el conocimiento que el personal tenga de él. Igualmente, se indicarán aspectos claves como períodos de calibración y verificación.
- ◆ Personal: se hace referencia a la cantidad de personal que participa directamente en los procedimientos de control, definiendo su función, y en la medida de lo posible la capacitación recibida en el área de metrología.
- ◆ Documentación: en cada una de las empresas el grupo de trabajo constató, mediante consulta directa al personal encargado, si utiliza o al menos conoce la existencia de documentación en sus procedimientos de control, calibración y verificación. Esto se hace para comprobar si el personal conoce de esta documentación, de lo contrario no estaría cumpliendo su propósito.

5.2.1 DETERMINACION DE LAS CLASES DE PESAS DE MAYOR USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA.

Instituciones:

- MOLINOS DE EL SALVADOR (MOLSA).
- HARISA, S.A. de C.V.

Los controles realizados por MOLSA y HARISA, que serán analizados en el presente apartado, son los siguientes:

1. Calibración de masas patrón.
2. Características de las pesas.
3. Clases de exactitud.

1. CALIBRACION DE MASAS PATRON.

1.1 Procedimientos de control.

Para la calibración de las masas se cuenta con patrones de pesas de las clases: F₁, F₂, M₁, M₂, M₃. En términos generales para estas clases de exactitud, se considera que la calidad de los materiales de las pesas con los que han sido fabricados, es resistente a la corrosión ambiental y que el cambio en la masa es pequeño en relación a los errores máximos permitidos bajo condiciones normales de uso (Superficie, limpieza apropiada; Rugosidad Superficial, porosidad y maquinado; Resistencia a la Corrosión, calidad del material; Condiciones de Almacenaje, protección y resguardo; Condiciones Ambientales, efectos de absorción por la humedad; Limpieza, procedimientos adecuados).

1.2 Equipo utilizado.

Se tienen pesas que poseen cavidad de ajuste para realizar las actividades de verificación y calibración en sitio (calibración de las masas), además estas se usan para ajustar escalas de medición de los mismos instrumentos.

Poseen indicaciones y señales distintivas, es decir que la información relacionada al valor nominal de la masa y opcionalmente la marca del fabricante aparece en la cara de arriba de la masa. El valor nominal de la masa se indica como 100 g, 200 g, 500 g, 1 kg, 20 kg, y 50 kg.

Errores Máximos Permisibles

Los errores máximos permisibles con respecto a los patrones para estas masas están establecidos de la siguiente manera:

VALOR NOMINAL	ERROR MAXIMO PERMISIBLE (mg)
100 g	± 100
200 g	± 100
500 g	± 250
0 kg	± 500
2 kg	± 1000
5 kg	± 2500
10 kg	± 5000
20 kg	± 10000
50 kg	±25000

1.3 Trazabilidad del equipo.

Las masas estándar son calibradas periódicamente según el intervalo de tiempo establecido por las regulaciones de las empresas (cada seis meses aproximadamente). Esta calibración es realizada por el Laboratorio de Metrología del CONACYT, teniendo trazabilidad a través de este ente, hacia los Patrones del Servicio Suizo de Calibraciones y estos a su vez hacia los patrones primarios del Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM). Dicha trazabilidad tiene vigencia hasta el 2002.

Después de la verificación de las masas patrón, estas son certificadas bajo la extensión de un certificado y su número de identificación.

Para masas de 1 g a 50 kg se extiende un certificado refiriendo su precisión o las masas son marcadas en el lugar provisto, y el número de identificación de tales masas debe aparecer en el certificado. Las masas se certifican o marcan después de cada calibración.

1.4 Personal encargado.

Existe un número determinado de personas (este varía de acuerdo a las actividades a realizar) encargadas de la conservación óptima de los patrones de masa. Estos son directamente responsables de que los patrones se utilicen, trasladen y estén almacenados de acuerdo a las especificaciones del fabricante, garantizando así manutención, juntamente con los accesorios necesarios para el manejo de las pesas y la copia del certificado de calibración vigente.

Los estuches en los cuales son almacenados los patrones de calibración son cajas especiales, que cumplen con las siguientes características:

Cajas para Guardar las Masas.

Las masas son guardadas en cajas a prueba de polvo, fabricadas de materiales anticorrosivos y recubiertas con materiales como terciopelo, cuero, plásticos suaves, etc.

En general, las masas estándar son guardadas en cajas según lo siguiente:

- | | |
|--------------------------|---|
| a) Masa de 50 Kg | En una sola caja. |
| b) Masa de 20 Kg | En una sola caja. |
| c) Masas de 10 kg a 100g | En una sola caja con compartimientos individuales para cada masa. |
| d) Masas de 50 g a 1 mg | En una sola caja acomodada, la que contiene las masas de 10 kg a 100 g. |

Un sostenedor de masas fabricado de cuero o algún otro material similar es incluido en la caja de masas de 10 kg a 100 g así como también unas pinzas con las puntas cubiertas con plásticos para sostener masas de menor valor.

Rotulación de las cajas.

Las cajas contienen una placa de identificación conteniendo el número de identificación y otra información como la siguiente:

- a) La inscripción de F_1 , F_2 , M_1 , M_2 , M_3 ; según el máximo error permisible.
- b) Nombre del fabricante de las masas.
- c) El rango del juego de masas contenido.

1.5 Documentación.

Todos los procedimientos de control están debidamente documentados en ambas empresas en forma de manuales de calidad, los cuales son revisados periódicamente. Además, se cuenta con documentación emitida por organismos como el CENAM, OIML y otros.

Los procedimientos de calibración documentados son los correspondientes a las siguientes áreas:

- Masas patrón
- Características de las pesas
- Clases de exactitud
- Condiciones de calibración

2. CARACTERISTICAS DE LAS PESAS.

2.1 Procedimientos de control.

Las medidas de masa son calibradas y verificadas con ayuda de patrones de trabajo o patrones de calibración de masa en balanzas patrones. Existen requerimientos referente a los locales en los que se realiza la verificación de las medidas de masa. Estos deben constar de dos habitaciones: la primera

(habitación preparatoria), en la que se realizan las operaciones preparatorias (desembalaje, lavado y limpieza de las medidas de masa, preparación de la documentación y otras) para la verificación; y una segunda habitación, en la que se realizan las calibraciones o verificaciones de las medidas de masa (habitación de pesadas). Esta habitación no debe permitir vibraciones, por lo que posee marcos dobles, y entre las puertas un tambor para absorber vibraciones.

La temperatura de la sala se mantiene constante en límites de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ y la humedad relativa no excede de $60 \pm 15\%$.

Para la medición de la masa de un cuerpo o de una medida de masa se emplean los métodos de pesada que se describen a continuación:

➤ MEDICION SIMPLE DE MASA

La medición de masa de un cuerpo con la ayuda de una balanza simple se ejecuta ubicando, en uno de los platillos de la balanza, el cuerpo con el que se va a medir la balanza, y en el otro las masas patrones de trabajo, hasta que la balanza llegue a tomar la posición normal de pesado.

La operación descrita constituye un método de medición simple o medición directa de masa. Este método se utiliza en las mediciones de masa de menor precisión. En estas mediciones se agregan en el platillo respectivo las masas patrones de trabajo, hasta que se aprecie que la balanza ha sido llevada a la posición normal de equilibrio. En esta situación la masa del cuerpo a medir se considera igual a la magnitud de las masas patrones de trabajo. El método de medición simple, también es utilizado en las mediciones más precisas, en laboratorios industriales en cuyo caso la posición de equilibrio de la balanza ya no se aprecia, si no que se determina por la lectura de las elongaciones de la aguja indicadora y por cálculo. Se comprueba así que llevar la balanza a la posición normal de equilibrio es una operación minuciosa, que se constituye en general, en una práctica difícil de realizar.

➤ METODOS DE MEDICION DE DOBLE PESADA

Cuando se persigue la ejecución de una medición de masa de gran precisión se utiliza un método que elimine la influencia de la desigualdad de los brazos de palanca, porque semejante medición en una balanza simple no puede ser nunca considerada como justa.

Con este objetivo se utilizan métodos de doble pesada, llamados así porque en cada una de ellas se ejecutan dos mediciones simples. Los métodos de doble pesada son tres:

- Método de Gauss
- Método de Borda
- Método de Mendeleev

Para la simplificación de la demostración se considerará que en cada una de las tres pesadas se obtiene la posición normal de equilibrio, mientras que cuando se trabaja se obtiene posiciones de equilibrio cercanas a la normal, tal y como se hizo ver en el método simple de pesada.

a) Método de Gauss o Método de Transposición:

La medición de masa con el método del alemán Karl Friedrich Gauss, se efectúa de la siguiente manera:

- Se ubica el cuerpo a medir, de masa X , en uno de los platillos de la balanza y en el otro, las masas patrones P , hasta que la balanza es llevada a la posición normal de equilibrio.
- Se traslada el cuerpo a medir al otro platillo; en lugar de las masas patrones, y en el platillo que quedó libre se agregan las masas patrones P' , hasta que la balanza toma nuevamente la posición normal de equilibrio.
- Luego se efectúa el cálculo de la masa (m_x).

Para eso se escriben las igualdades de los momentos para las dos mediciones:

$$X * l = P * l'$$

$$X * l' = P' * l$$

Que si se tiene en cuenta la relación:

$$F_P = m_P g$$

$$m_x * l = m_P * l'$$

$$m_x * l' = m_P * l$$

Multiplicando miembro con miembro las relaciones últimas tenemos:

$$m_x^2 * l * l' = m_P * m_{P'} * l * l'$$

O simplificando:

$$m_x^2 = m_P * m_{P'}$$

Es decir:

$$m_x = \sqrt{(m_P * m_{P'})}$$

De la fórmula anterior se deriva que la masa del cuerpo a medir, no depende de la longitud de los brazos de la palanca, puesto que en esta relación no figuran l y l' .

b) Método de Borda o Método de la Tara:

Para efectuar la medición de la masa por el método del francés Jean Charles Borda, se procede de la siguiente manera:

- Se ubica el cuerpo a medir (de masa X) en uno de los platillos de la balanza, por ejemplo en el derecho, y en el otro la tara T , es decir, el material constituido por el metal granulado, pedacitos de papel, etc. hasta que la balanza se sitúe en la posición normal de equilibrio.
- Se saca luego el cuerpo a medir del platillo y se ubica en éste, masas de patrones hasta que la balanza tome la posición normal de equilibrio. La masa (m_x) del cuerpo a medir es igual a la masa m_p de las masas patrones.

La igualdad de los momentos para las dos mediciones está expresada por las relaciones:

$$T \cdot l = X \cdot l'$$

$$T \cdot l = P \cdot l'$$

Que si se tiene en cuenta $F_t = m_t \cdot g$ nos queda:

$$m_t \cdot l = m_x \cdot l'$$

$$m_t \cdot l = m_p \cdot l'$$

En donde resulta que:

$$m_x \cdot l = m_p \cdot l'$$

Simplificando:

$$m_x = m_c$$

c) Método de Mendeleev:

El sabio Ruso D.I Mendeleev creo un método de doble medición manteniendo la carga constante, de aquí que la sensibilidad de la balanza es también constante.

La pesada por el método de Mendeleev se realiza como sigue:

- Se cargan ambos platillos con la carga máxima de la balanza estando formada en el platillo derecho por varias masas patrones pequeñas.
- Se equilibra la balanza de modo tal que el indicador de ésta pase frente al trazo medio de la escala graduada. Para la equilibración se puede agregar también distintos materiales livianos, por ejemplo, pedacitos de papel.
- Se ubica luego el cuerpo a medir en el platillo, del cual se sacan los patrones de masa hasta que la aguja indicadora regrese nuevamente frente a la marca del medio, de la escala graduada.

La masa del cuerpo a medir (m_x) es igual a la suma de las masas patrones (m_p) sacadas del platillo, como resulta del cálculo que se detalla a continuación:

La igualdad de los momentos para las dos mediciones están expresadas por las relaciones:

$$T \cdot I = tP_{t, \cdot} I'$$

$$T \cdot I = \{fP_t - IP + X\} \cdot I'$$

Que se puede reemplazar por:

$$m_t \cdot I = (\sum m_{pi} - \sum m_p + m_x) \cdot I'$$

De aquí resulta:

$$Lm_{pi} = rm_{pi} - Lm_p + m_x$$

Donde:

$$m_x = m_p$$

2.2 Equipo utilizado.

Se deben tener definida las características de las pesas con la finalidad de conocer su clase de exactitud., así mismo, para asegurar el cumplimiento de las características y cualidades metrológicas cuando esté declarada la clase de exactitud por el fabricante.

Las características de las masas patrón están normadas por la Recomendación Internacional OIML R 111³⁶, edición 1994 (Weights of classes E₁, E₂, F₁, F₂, M₁, M₂, M₃); y por la Recomendación Internacional OIML R47, edición 1976 (Standard weights for testing of high capacity weighing machines).

³⁶ Véase Anexo #7

Material de las pesas:

Material	Clases de Exactitud	Escalas de Masa
▪ Acero Inoxidable 304	E ₁ , E ₂ y F ₁	1 mg...50 kg, 1 g...50 kg
316	F ₂	1 g...20 kg
▪ Aluminio	E ₁ , E ₂ y F ₁	1 mg...5 mg, 1 mg...50 mg
▪ Plata Níquel	E ₁ , E ₂ y F ₁	10 mg...500 mg
▪ Latón	M ₁	1 g...20 kg
▪ Fundición Gris	M ₂ y M ₃	5 kg... 1 t

Las formas y dimensiones de las pesas, están reglamentadas conforme a las normas y disposiciones legales de cada país.

➤ Marcado (F₁ hasta M₂):

- E₁ y E₂: no tienen cavidad de ajuste y son de una sola pieza, quedan exentas del marcado (identificación en el estuche).
- F₁ y F₂: pueden ser de una sola pieza o más piezas, identificadas con el valor nominal.
- M₁, M₂, M₃: si tienen cavidad de ajuste y son de fundición o laminadas de una sola pieza, identificadas con el valor nominal y el símbolo de la unidad.

➤ Protección Superficial (resistencia superficial):

- M₁: tienen una protección de laca delgada.
- M₂: están cubiertas con pintura anticorrosiva.

➤ Susceptibilidad Magnética:

- Es una de las características más importantes que el fabricante debe garantizar.

2.3 Trazabilidad del equipo.

Los patrones de masa son calibrados por el Laboratorio de Metrología del CONACYT con trazabilidad a través de sus patrones de referencia, hacia Patrones del Servicio Suizo de Calibraciones y estos a su vez hacia los patrones primarios del BIPM. Dicha trazabilidad tiene vigencia hasta el 2002.

El CONACYT tiene como política calibrar las masas patrón cada seis meses, sin embargo, en la práctica las cartas (gráficos) de control determinan la necesidad de realizar una calibración a los patrones.

3. CLASES DE EXACTITUD³⁷.

3.1 Procedimientos de control.

Para realizar los controles de las masas patrón y la calibración de las mismas se debe conocer la diferencia entre las clases de exactitud.

- E₁: pesas de la más alta exactitud que aseguran la trazabilidad entre el patrón nacional de masa hacia pesas de su misma naturaleza. También se emplean para la calibración de pesas de la clase E₂.
- E₂: pesas que se emplean como patrones de referencia y/o patrones de trabajo de alta exactitud en la calibración de pesas F₁.
- E₂; F₁: pesas de la más alta exactitud para la calibración de pesas e instrumentos para pesar de la clase de exactitud.
- F₂; M₁: pesas que se emplean con una exactitud moderada para la verificación y calibración periódica de instrumentos para pesar de la clase de exactitud II que participan en transacciones comerciales.
- M₂; M₃: pesas de trabajo que se emplean para la verificación y calibración periódica de instrumentos para pesar de las clases de exactitud III y IIII.

3.2 Equipo

Para la transmisión de la exactitud de los patrones de masa se requiere además de los patrones de masa, instrumentos de medición conocidos con el nombre genérico de básculas o balanzas. Para la metrología de alta exactitud, se utilizan balanzas comparadoras, de clase de exactitud especial y fina; para este y

³⁷ Véase Anexo #8

otros campos de la metrología de masas, las balanzas o en su caso las básculas para las grandes masas.

Las masas de mayor precisión son sólidas y están formadas de una sola pieza. Las de menor precisión están compuestas por una o varias piezas del mismo material. Contienen una cavidad de ajuste para calibración, la que no excede el 20% del volumen total de la pesa. Esta cavidad de ajuste esta cerrada por un tapón roscado, luego que han sido colocadas las masas de ajuste.

La relación entre el diámetro y la altura del cilindro esta entre 1:0.75 y 1:1.25.

El material de las masas es de acero inoxidable austenítico; aunque también pueden estar fabricadas de otros materiales que satisfagan los requerimientos de masa patrón.

El valor nominal de las masas de 1 a 50 kg es mostrado en forma clara y legible en un lugar conveniente de la pesa. En masas de 1 a 500 gramos, la indicación del valor nominal es opcional.

Las dimensiones de ejecución de estas pesas están dadas en la Recomendación Internacional R-111 de la OIML.

Los errores máximos permisibles aplicables a este tipo de pesas, son los siguientes:

TABLA DE ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES PARA MASAS CILINDRICAS³⁸

Valor Nomin	ERROR MAXIMO PERMISIBLE EN MILIGRAMOS						
	<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>E4</i>	<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M3</i>
50 kg	25	75	250	750	2500	7500	25000
20 kg	10	30	100	300	1000	3000	10000
10 kg	5	15	50	150	500	1500	5000
5 kg	2.5	7.5	25	75	250	750	2500
2 kg	1.0	3.0	10	30	100	300	1000
1kg	0.5	1.5	5	15	50	150	500
500 kg	0.25	0.75	2.5	7.5	25	75	250
200 kg	0.10	0.30	1.0	3.0	10	30	100
100 kg	0.05	0.15	5.0	1.5	5	15	50
50 g	0.030	0.10	0.30	1.0	3.0	10	30
20 g	0.025	0.080	0.25	0.8	2.5	8	25
10 g	0.020	0.060	0.20	0.6	2.0	6	20
5 g	0.015	0.050	0.15	0.5	1.5	5	15
2 g	0.012	0.040	0.12	0.4	1.2	4	12
1 g	0.010	0.030	0.10	0.3	1.0	3	10
500 mg	0.008	0.025	0.08	0.25	0.8	2.5	
200 mg	0.006	0.020	0.06	0.20	0.6	2.0	
100 mg	0.005	0.015	0.05	0.15	0.5	1.5	
50 mg	0.004	0.012	0.04	0.12	0.4		
20 mg	0.003	0.010	0.03	0.10	0.3		
10 mg	0.002	0.008	0.025	0.08	0.25		
5 mg	0.002	0.006	0.020	0.06	0.20		
2mg	0.002	0.006	0.020	0.06	0.20		
1 mg	0.002	0.006	0.020	0.06	0.20		

3.3 Esquema de trazabilidad de la unidad de medida de masa.

El esquema de trazabilidad es el documento que establece los medios, métodos y precisión de la transmisión de los valores de la unidad de medida, desde el patrón primario de la misma o el patrón de verificación, hasta los instrumentos de medición de trabajo, aquí se especifican las formas de cada uno de los patrones, atendiendo a su precisión. Los patrones no deben ser empleados para otros fines que no sean los establecidos en el esquema de trazabilidad.

Como se mencionó anteriormente los patrones de masa se tienen calibrados por el Laboratorio de Metrología del CONACYT.

³⁸ Según la Recomendación Internacional R-111 de la OIML.

5.2.2 DETERMINACION DE LOS TIPOS DE BALANZAS DE MAYOR USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA.

Pesar es uno de los trabajos más frecuentes en las industrias. Las modernas micro balanzas, semimicrobalanzas, y balanzas analíticas, han sido perfeccionadas actualmente hasta el punto que no suele ser necesaria una sala de balanzas. El progreso tecnológico en electrónica ha permitido simplificar considerablemente el manejo, reducir fuertemente los tiempos de pesado y hacer las balanzas tan adaptables que hoy pueden ser integradas directamente en un proceso de producción.

Ciertamente este progreso conlleva el peligro que es de poca importancia a los efectos perturbadores del entorno, se trata generalmente de efectos físicos que las micro balanzas, y balanzas analíticas pueden medir, pero no suprimir, son variaciones de peso reales, por ejemplo, evaporación lenta, absorciones de humedad, o fuerzas que actúan sobre la carga o el platillo. Por ejemplo: magnetismo, electricidad estática que la balanza registra igualmente como variaciones de peso.

La calibración y verificación de instrumentos de pesaje para uso comercial e industrial se realiza en el lugar de uso del instrumento, no así para los instrumentos utilizados con fines científicos metrológicos. Para la calibración y verificación de instrumentos para uso comercial e industrial es necesario el traslado de los patrones, los cuales deben contar con condiciones creadas para su protección.

A continuación se hace referencia a conceptos de suma importancia para la comprensión de este apartado.

Instrumentos para pesar:

Instrumento de medición que se utiliza para determinar la masa de un cuerpo utilizando la acción de la gravedad de ese cuerpo, a esta acción se le denomina pesar.

Un instrumento para pesar puede ser usado para determinar otras cantidades, magnitudes, parámetros o características relacionadas a la masa.

Clase de exactitud:

Clase de instrumentos que satisfacen ciertos requisitos metrológicos destinados a mantener los errores dentro de los límites especificados. La clase de exactitud se indica por un número o símbolo convencional.

Resolución:

Diferencia más pequeña entre las indicaciones de un dispositivo indicador que puede ser distinguida significativamente.

Para un dispositivo indicador digital, este es el cambio en la indicación, cuando el dígito significativo más pequeño cambia un paso (o ha dado un salto).

Este dispositivo se adapta también a un dispositivo registrador.

Intervalo o Rango de Medición:

Módulo de la diferencia entre los dos límites de un alcance nominal. En algunos campos del conocimiento, la diferencia entre el valor más grande y el más pequeño es llamado amplitud. Por ejemplo, para un alcance nominal de -10 v a $+10\text{ v}$, el intervalo es de 20v .

Alcance de medición:

Conjunto de valores del mensurado para los cuales el error de un instrumento de medición está supuestamente comprendido dentro de ciertos límites (máximo y mínimo).

El alcance de medición es expresado en términos de sus límites superior e inferior. Ejemplo: 100 °C a 200 °C .

Cuando el límite inferior es cero, el alcance nominal es comúnmente expresado solo por el límite superior. Ejemplo: Alcance de 0 a 205g, es expresado como Máx 205g.

Tiempo de estabilización:

Intervalo de tiempo que comprende el instante en el cual una señal de entrada es sometida a un cambio brusco especificado y el instante en el cual la señal de salida alcanza dentro de límites especificados un valor en régimen estable y sostenido.

Errores máximos tolerados (EMT):

Valores extremos de un error permitido (tolerado) por las especificaciones, regulaciones, etc. Para un instrumento de medición determinado.

Estabilidad:

Aptitud de un instrumento de medición para mantener constante en el tiempo, sus características metrológicas.

Sensibilidad:

Cambio en la respuesta de un instrumento de medición dividido por el correspondiente cambio de estímulo. La sensibilidad puede depender del valor del estímulo.

Deriva:

Variación lenta de una característica metrológica de un instrumento de medición.

Exactitud:

Aptitud de un instrumento de medición para dar respuestas próximas al valor verdadero.

Repetibilidad:

Aptitud de un instrumento de medición para proporcionar indicaciones próximas entre sí repetidas del mismo mensurando bajo las mismas condiciones de medición.

Estas condiciones incluyen la reducción de las variaciones debidas al observador.

- El mismo procedimiento de medición.
- El mismo observador.
- El mismo equipo de medición, utilizado bajo las mismas condiciones.
- El mismo lugar.
- Repetición en un período corto de tiempo.

La repetibilidad puede expresarse cuantitativamente en términos de las características de dispersión de los resultados.

CLASIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS PARA PESAR.

La clasificación puede realizarse en base a varios criterios tales como: según la R-76 de la OIML los instrumentos para pesar se clasifican según la naturaleza de su funcionamiento en automáticos y no automáticos.

- De acuerdo a su resolución.
- Según tipo de indicación (graduados y no graduados)
- Según el modo de obtención del equilibrio (automático, no automático y semiautomático)
- Según la forma de presentación del resultado (indicación continua o analógica e instrumentos de indicación discontinua llamados numéricos o digitales)
- Según número de posiciones de equilibrio (una o varias posiciones de equilibrio)

- Según el principio del equilibrio de la fuerza que trata sobre la masa a pesar (por sistema de palanca, elástico, electrostático, electromagnético o hidráulicas)
- Según el tipo de receptor de cargas (plataforma, vía, tolva, banda, plato, cucharón, tanque, jaula, transportadora, etc)
- Según su alcance máximo de medición (bajo, mediano y alto alcance)
- Según su forma de instalación (de fosa, de piso, aéreas, etc.)
- Según tipo de carga a pesar (cargas estáticas, en movimiento, intermitente o continua)
- De acuerdo con la forma de obtener el valor máximo de su medición, en una sola operación: (alcance de medición completa y alcance de medición adicional)
- De acuerdo con la forma de obtener el valor máximo de su medición, en una sola operación: (alcance de medición completa y alcance de medición adicional)
- De acuerdo con su facilidad de transporte (portátiles y estacionarias)
- De acuerdo a su alcance de exactitud, los instrumentos de funcionamiento no automático, se clasifican en especial, fina, media, media y ordinaria R-76 OIML³⁹.

CLASIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS PARA PESAR, SEGUN CLASE DE EXACTITUD (R-76).

De acuerdo con la normativa internacional, se clasifican en cuatro clases, con diferentes cualidades o características metrológicas, clasificadas por orden de precisión decreciente:

Especial	I
Fina	II
Media	III
Ordinaria	IIII

Para definir la clase de exactitud se requiere conocer:

- Alcance Máximo [Máx]

³⁹ Véase Anexo # 9.

- El escalón de verificación (e)
- El número de divisiones (escalones) de verificación (n)

ALCANCE MAXIMO [Máx]

Capacidad máxima de pesaje, sin tomar en cuenta la capacidad aditiva de tara.

ESCALON DE VERIFICACION (e)

Valor, expresado en unidades de masa, usado para la clasificación y verificación de un instrumento.

Recomendación No. 76: Todos los instrumentos para pesar balanzas o básculas serán clasificados en base al escalón de verificación (e) y al número de escalones de verificación (n).

$$n = [\text{Máx}] / (e)$$

La masa es una de las magnitudes básicas, por lo cual su determinación es muy importante en las actividades productivas del país, y la manera más exacta de determinarla es mediante el uso de los instrumentos de pesar, los cuales por medio de una medición de fuerza y una constante interna de ellos, proporcionan un valor de masa. El uso adecuado de estos instrumentos en la industria es de suma importancia. Por esa razón a continuación se presenta la estructura de análisis.

Instituciones:

- MOLINOS DE EL SALVADOR (MOLSA).
- HARISA, S.A. de C.V.

Los controles realizados por MOLSA y HARISA, que serán analizados en el presente apartado, son los siguientes:

1. Contenido Neto en Productos Empacados

2. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento Automático y No Automático (Balanzas)
3. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (Básculas)

1. CONTENIDO NETO EN PRODUCTOS EMPACADOS.

- 1.1 Procedimientos de control.

Para los productos empacados de harinas se cuenta con un laboratorio especializado en control de calidad cuyo objetivo es verificar los requisitos que debe cumplir este producto, en cuanto a la cantidad (masa) declarada en el empaque.

Para llevar a cabo este procedimiento se cuenta con un tipo de muestreo aleatorio. Este se utiliza en los casos que se debe realizar análisis de entre los lotes determinados, con el objetivo de controlar las no conformidades en los productos.

- 1.2 Equipo utilizado.

Para la determinación de la masa, el equipo utilizado es el siguiente:

PM 6000 Mettler (6100 g)

PM 600 Mettler (610 g)

Debido a que en las empresas en estudio, se manejan las balanzas en dos sistemas (kilogramos y libras) se utiliza el factor de conversión de 2.204 entre kilogramos y libras.

Tanto para los instrumentos que tengan ingerencia directa con el proceso metrológico, como los que determinan las condiciones del ambiente en la medición, se tienen parámetros debidamente documentados.

- 1.3 Trazabilidad del equipo.

Los instrumentos utilizados en la inspección de los productos empacados son calibrados con las masas patrón que cumplen con el esquema de trazabilidad brindado por el CONACYT.

Estos se verifican cada vez que se hace una carta de control (aproximadamente cada seis meses), por lo que son estas las que determinan cuando se requiere una calibración. Las cartas de control estadístico, muestran la variación de los instrumentos o patrones a lo largo del tiempo.

Otro de los controles realizados al equipo consiste en los controles cruzados (auditorías internas) para la emisión de informes de análisis, en el cual el personal verifica la documentación hecha por otros para que, finalmente, ambos firmen dichos informes.

1.4 Personal encargado.

En los laboratorios de calidad de las empresas, en donde se realizan los procedimientos de control para los productos empacados, se cuenta con un número determinado de personas para ello.

Este personal esta dedicado exclusivamente a esta área, aunque en ocasiones intervienen en otros departamentos, de acuerdo a la distribución de tareas o la solicitud de ejecutar otras acciones. A su vez se dedican a la verificación de equipos cuando es necesario, ya que la calibración de los mismos solamente es realizada por el Laboratorio de Metrología del CONACYT. Sin embargo, cabe resaltar que existe un responsable para cada área quien fija sus necesidades de personal y recursos según la demanda lo requiere.

Existe un sistema de capacitación para el personal asignado a participar en labores metrológicas. También se cuenta con entrenamiento principalmente para profesionales y técnicos.

1.5 Documentación.

Todos los procedimientos de control están debidamente documentados en ambas empresas en forma de manuales de calidad, los cuales son revisados periódicamente. Además, se cuenta con documentación emitida por organismos como el CENAM, OIML y otros.

Los procedimientos de calibración documentados son los correspondientes a las siguientes áreas:

- Productos empacados
- Masas y balanzas
- Temperatura
- Presión

Para aprobar un procedimiento se analizan los puntos que lo componen en una reunión interdisciplinaria, y de esta manera poder obtener un mejor panorama con diferentes puntos de vista. En MOLSA, actualmente se trabaja en rediseñar los procedimientos, debido a que se encuentran en proceso de certificación de normas ISO, mientras que HARISA ya está certificada.

2. INSTRUMENTOS DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO Y NO AUTOMÁTICO (BALANZAS).

2.1 Procedimientos de control.

El procedimiento de control utilizado en la verificación de balanzas da como resultado la caracterización metrológica y técnica de estas, clasificándola en cuatro categorías o tipos. Estos procedimientos incluyen las siguientes pruebas:

- a) Linealidad o exactitud: se verifica que la indicación de la balanza sea acorde con la carga aplicada dentro de los límites especificados por el fabricante. Consiste en un mínimo de veinte pesadas, con diez cargas crecientes y diez cargas decrecientes. Es la expresión cualitativa en el grado de concordancia entre el valor medido y el valor verdadero.
- b) Excentricidad: consiste en tomar seis lecturas, colocando la masa en cinco posiciones del plato de la balanza, determinando así la reproducibilidad (Grado de concordancia entre los resultados de mediciones aisladas de la misma magnitud y con el mismo método pero en condiciones diferentes).
- c) Repetibilidad: se realiza al menos en dos niveles de carga, a 50% de la escala y al 100% de ella y debe comprender no menos de diez lecturas. Consiste en colocar repetidamente un objeto en la balanza con el fin de verificar si esta muestra variabilidad en las medidas.

- d) Inspección visual: verificando los requisitos establecidos por el reglamento, por ejemplo que no existan ajustes manuales, accesibles y otros que establece el reglamento técnico.

2.2 Equipo utilizado.

Para el caso de balanzas, estas se verifican haciendo uso de comparaciones de masa y masas patrón propiedad de la empresa, principalmente patrones de tipo F_1 , F_2 , M_1 , M_2 y M_3 .

Los patrones de tipo F_1 y F_2 , son marca Sartorius, (aunque se tienen algunos patrones de marca Mettler) y cuentan con las siguientes capacidades y tolerancias:

- De 0 a 200 g, con tolerancias de ± 0.01 mg y ± 0.1 g
- De 0 a 2100 kg (± 1 mg)
- De 0 a 15 kg (± 10 mg)
- De 0 a 60 kg (± 10 mg)

Para las masas patrón también se tienen documentadas sus características metrológicas.

2.3 Trazabilidad del equipo.

Los patrones de masa se tienen calibrados por el Laboratorio de Metrología del CONACYT, con trazabilidad a través de sus patrones de referencia hacia Patrones del Servicio Suizo de Calibraciones y estos a su vez hacia los patrones primarios del BIPM. Esta trazabilidad tiene vigencia hasta el 2002.

3. INSTRUMENTOS DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO (BASCULAS).

3.1 Procedimientos de control.

Los procedimientos a seguir para la verificación de instrumentos para pesar de funcionamiento no automático, tipo plataforma de alto alcance (5 toneladas), consisten en la verificación y calibración, entre otras.

- a) Verificación: es la comprobación de que los instrumentos para medir estén conformes a normas y disposiciones reglamentarias.
- b) Calibración: es la determinación de los valores que reporta un instrumento de medición en comparación con los respectivos valores convencionalmente verdaderos, expresados por el patrón de referencia.
- c) Excentricidad: tiene la finalidad de obtener información acerca de una posible anomalía, debido a cargas descentradas o en las secciones de la báscula. Se aplica una carga correspondiente a la tercera parte del alcance máximo de medición en cada punto de apoyo; cuando los puntos de apoyo son mayores que 4 ($n > 4$), la fracción $1/(n-1)$ del alcance máximo es el que se aplica como carga para la prueba en cada punto de apoyo.
- d) Repetibilidad: aquí se obtiene la desviación estándar de la báscula entre los resultados obtenidos en el curso de varias pesadas con una misma carga.
- e) Exactitud: esta verifica el campo de pesada del instrumento y que el valor del patrón sea semejante a la indicación. Se aplican cinco cargas a partir del mínimo e incluyendo, si es posible el alcance máximo (Mín, $\frac{1}{4}$ Máx, $\frac{1}{2}$ Máx, $\frac{3}{4}$ Máx, Máx). Cuando se prueban los instrumentos con alcances mayores a 5000 kg en lugar de pesas patrón, es usada cualquier carga constante, de tal forma que las pesas patrón sean como mínimo 5000 kg o del 50% del [Máx].

En lugar del 50% del [Máx] la división de pesas patrón puede ser reducida a:

35% del Máx si el error de repetibilidad no es mayor a 0.3 (e)

20% del Máx si el error de repetibilidad no es mayor a 0.2 (e)

3.2 Equipo.

Las básculas que poseen las empresas, están determinadas por las siguientes características:

- Son de funcionamiento no automático
- Su alcance máximo de medición es mayor a 5000 kg

- Su resolución es normalmente igual o mayor a 10 kg
- Corresponden a la clase de exactitud media III y ordinaria IIII
- Su equilibrio de fuerzas es de palanca, celdas de carga o una combinación de ellas
- Su receptor de carga es de tipo plataforma, vía o tolva
- Su graduación es analógica y en otras digital
- La obtención del equipo es automática y en ocasiones buscada por el operador

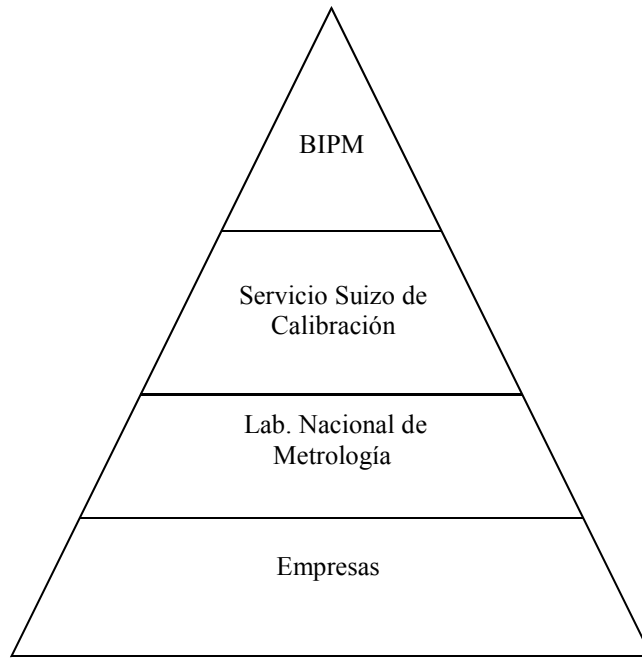
3.3 Trazabilidad⁴⁰.

Al igual que las balanzas, los patrones para las básculas se tienen calibrados por el Laboratorio de Metrología del CONACYT.

A continuación se presenta el esquema de trazabilidad con el cuentan las empresas en estudio.

⁴⁰ Véase Anexo #10

ESQUEMA DE TRAZABILIDAD



5.3 DESCRIPCION DE PROBLEMAS TECNICOS

Los problemas técnicos están relacionados con maquinaria y equipo, los cuales por la complejidad de sus procesos son sumamente importantes, por lo tanto se deben tomar en cuenta para evitar una mala calidad de sus productos y utilizarlos como puntos de control; es por eso que a partir de la información obtenida de la investigación de campo se pudo identificar lo siguiente:

- Complejidad de los métodos de calibración.

El cumplimiento de las especificaciones para realizar procesos de calibración es complejo y sistemático; como se describió anteriormente es necesario la aplicación de tres pruebas básicas (excentricidad, repetibilidad y linealidad).

Se observó que debido a la falta de conocimiento adecuado del personal, algunas de las especificaciones incluidas en la recomendaciones de la OIML no se cumplen, y muchas veces se desconocen.

- Ambientes inadecuados.

Los equipos de medición están expuestos a diferentes factores que afectan su adecuado funcionamiento. Entre ellos se pueden mencionar vibraciones, humedad, variaciones de temperatura, etc.

Esto afecta directamente los valores que muestran los equipos sobrepasen, sobrepasando los errores máximos tolerables (EMT) .

- Confusión entre los términos de calibración y ajuste.

Se aplican procedimientos de control inadecuados, debido a que el personal no posee una base técnica para diferenciar entre calibración y ajuste.

- Utilización inadecuada de basculas y balanzas.

Debido a que no se tiene una clara diferenciación entre basculas y balanzas, en ocasiones se excede la carga máxima permitida en las basculas, ocasionando descalibraciones o desajustes en los equipos de medición.

- La no calibración periódica de equipos.
Esto genera en ocasiones rechazos de calidad de productos que aparentemente no están dentro de los límites de tolerancia, así como también aceptaciones de productos que no cumplen con las normas de calidad especificadas. Esto se traduce en la pérdida de confiabilidad del proceso de control.
- Falta de mantenimiento y limpieza de los equipos.
La inexistencia de programas destinados a la limpieza de los equipos, permite la acumulación de residuos, lo que afecta directamente en la exactitud y precisión de las mediciones que se realizan.

5.4 METODOS DE CALIBRACION APLICABLES A LA INDUSTRIA ALIMENTICIA DE EL SALVADOR.

Para realizar la calibración es conveniente seguir las siguientes recomendaciones⁴¹:

- La calibración debe realizarse en el lugar donde normalmente es utilizado el instrumento para pesar.
- Se debe comprobar que el instrumento para pesar se encuentra limpio y ambientado.
- El instrumento para pesar debe encontrarse conectado a la corriente eléctrica al menos 24 horas antes de la calibración, aún cuando no se encuentre encendido, (“standby”).
- Se debe comprobar que el instrumento para pesar se encuentre nivelado.
- Para la calibración se utilizan pesas cuyos valores se encuentren certificados en masa convencional.

⁴¹ Luis Omar Becerra S., Área de Metrología Mecánica, CENAM.

- El error máximo tolerado de las pesas que se utilizan para la calibración debe ser de $1/3$ del error máximo tolerado de la balanza para instrumentos con resolución mayor a 1 mg, para resoluciones menores a 1 mg la incertidumbre de la pesa deberá ser $1/3$ del Error Máximo Tolerable (EMT) de la balanza.
- Realizar el ajuste de la escala electrónica de la balanza, lo que normalmente los fabricantes llaman “calibración interna” antes de iniciar con las pruebas.
- Las pesas deben dejarse ambientar cerca de la balanza, con el fin de que exista un equilibrio térmico entre las pesas y el instrumento (de 4 a 24 horas, dependiendo de la diferencia entre temperaturas).
- Se debe realizar una serie de pesadas previas para calentamiento del instrumento, se aprovechan las pesadas para obtener el tiempo de estabilización del instrumento (T), el cual es utilizado durante toda la calibración.

El tiempo de estabilización se obtiene de la siguiente manera:

- Colocar una pesa de aproximadamente al 50% de la capacidad máxima del instrumento sobre el plato de la balanza y tomar el tiempo (t) que tarda en estabilizarse el instrumento (el tiempo puede ser a partir de colocar la pesa sobre el plato de la balanza, o desde que se cierra el corta aires; se debe tomar el mismo criterio siempre).
- Se repite la operación aproximadamente 5 ocasiones, y se toma el doble del tiempo mayor, y éste será el tiempo de estabilización (T) que se usará en toda la calibración.

El valor de las condiciones ambientales se toma al final de cada prueba, únicamente se utilizan como referencia.

Al iniciar cada prueba se ajusta a acero la indicación (“se tara”) y no se debe de repetir hasta finalizar la prueba.

Una vez iniciada cada prueba no se suspende hasta finalizarla. Si por cualquier motivo se tiene que suspender alguna prueba se debe de reiniciar y continuarla hasta su término.

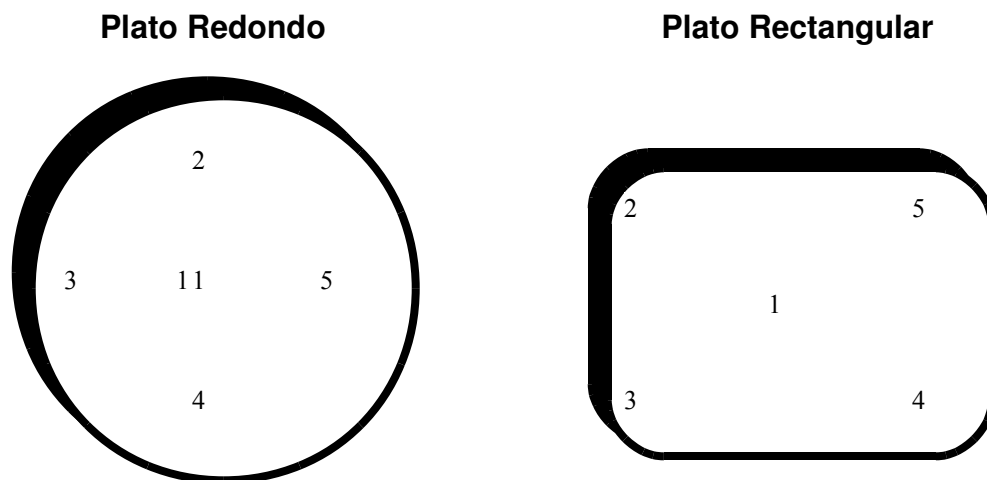
Las pruebas que se realizan en la calibración son las siguientes:

- Excentricidad
- Repetibilidad
- Lineabilidad

➤ PRUEBA DE EXCENTRICIDAD.

En esta prueba se encuentra el intervalo en la lectura de la balanza entre el cual pueden variar las mediciones de la balanza para un mismo valor de masa debido a colocar la carga fuera del centro del plato de la balanza.

POSICIONES DE LA CARGA EN EL PLATO DE LA BALANZA PARA LA PRUEBA DE EXCENTRICIDAD.



La prueba se realiza con una carga de aproximadamente un tercio del alcance máximo de la balanza (para instrumentos con 4 o menos puntos de apoyo), utilizando la menor cantidad de pesas posibles, y en todas las ocasiones se deben de colocar la carga dentro de los límites preestablecidos por el fabricante para ser utilizados en el receptor de carga (en algunos instrumentos se puede observar un bisel que indica el límite).

El procedimiento es el siguiente:

- Se ajusta a cero la indicación del instrumento, se espera el tiempo de estandarización y se registra la lectura de la balanza sin carga sobre el plato de la balanza.
- Se coloca la carga en la posición 1 del plato de la balanza, se espera el tiempo de estabilización y se registra la lectura.
- Se retira la pesa, se toma el tiempo de estabilización y se registra la lectura de la balanza sin carga.
- Se coloca la pesa en la posición 2 del plato de la balanza, se espera el tiempo de estabilización y se registra la lectura.
- Se retira la pesa, se toma el tiempo de estabilización y se registra la lectura de la balanza sin carga.
- Se coloca la pesa en la posición 3 del plato de la balanza, se espera el tiempo de estabilización y se registra la lectura.
- Se retira la pesa, se toma el tiempo de estabilización y se registra la lectura de la balanza sin carga.
- Se coloca la pesa en la posición 4 del plato de la balanza, se espera el tiempo de estabilización y se registra la lectura.
- Se retira la pesa, se toma el tiempo de estabilización y se registra la lectura de la balanza sin carga.
- Se coloca la pesa en la posición 5 del plato de la balanza, se espera el tiempo de estabilización y se registra la lectura.
- Se retira la pesa, se toma el tiempo de estabilización y se registra la lectura de la balanza sin carga.
- Se coloca nuevamente la pesa en la posición 1 del plato de la balanza, se espera el tiempo de estabilización y se registra la lectura.
- Se retira la pesa, se toma el tiempo de estabilización y se registra la lectura de la balanza sin carga.
- Se toman las lecturas de los instrumentos de las condiciones ambientales.

Las lecturas se indican en una tabla como la que sigue; en donde Min representa cero o la carga mínima:

Toma de Lecturas de Prueba de Excentricidad

Posición	Min	Lectura L (g)	Lectura corregida Lci	dif (g)
1	xxx	xxx	xxx	xxx
2	xxx	xxx	xxx	xxx
3	xxx	xxx	xxx	xxx
4	xxx	xxx	xxx	xxx
5	xxx	xxx	xxx	xxx
1	xxx	xxx	xxx	xxx

Las lecturas Lc, son corregidas por la deriva, y son calculadas como sigue:

$$L_{ci} = L_i - \frac{1}{2} (Min_i + Min_{i+1})$$

Se obtendrá la diferencia como sigue:

$$dif = L_{ci} - L_{c1} \text{ (} L_{c1} \text{ representa la media entre las lecturas corregidas en la posición 1)}$$

$$dif_{max} = dif_{L_{max}} - dif_{L_{min}}$$

La diferencia máxima representa la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de las diferencias.

Esta prueba se realiza para un tercio de la capacidad de la balanza.

➤ **PRUEBA DE REPETIBILIDAD.**

Esta prueba provee el valor de la desviación estándar de la balanza para valores nominales cercanos al 50% y al 100% del alcance máximo de la balanza y la

sensibilidad del instrumento. Este valor de desviación estándar es el más representativo de la incertidumbre de balanza (sin ser el único parámetro de ésta) que incluye la componente de incertidumbre debida a la resolución del instrumento.

El procedimiento es el siguiente:

- Se seleccionan las pesas a utilizar en la prueba.

La masa de sensibilidad se selecciona como una pesa entre 10 y 100 veces la resolución de la balanza sin que exceda el 1% del alcance máximo del instrumento.

La prueba se realiza al 50% y al 100% del alcance máximo, por lo que se selecciona una pesa que se encuentre cercana a cada uno de estos porcentajes de la escala; cuando por el diseño del instrumento se requiera, se pueden utilizar más de una pesa pero considerando que sea el menor número posible de estas y tratando de acercarse a los porcentajes especificados.

- Se ajusta a cero la indicación del instrumento.
- Se espera el tiempo de estabilización y se anota la lectura de la balanza sin carga sobre su plato de pesada.
- Se coloca la pesa de sensibilidad sobre el plato de la balanza, se toma el tiempo de estabilización y se anota la lectura de la balanza.
- Se retira la pesa de sensibilidad, se toma el tiempo de estabilización y se anota la lectura de la balanza sin carga sobre el plato de pesada.
- Se coloca la carga que corresponde al 50% o al 100% según sea la prueba que se esté realizando, se espera el tiempo de estabilización y se toma la lectura de la balanza.
- Se retira la pesa, se toma el tiempo de estabilización y se anota la lectura de la balanza sin carga sobre el plato de pesada.
- Se repiten las operaciones anteriores hasta realizar 10 lecturas del instrumento con la carga sobre el plato de la balanza.
- Se retira la pesa, se toma el tiempo de estabilización y se anota la lectura de la balanza sin carga sobre su plato de pesada.
- Se coloca nuevamente la pesa de sensibilidad sobre el plato de la balanza, se espera el tiempo de estabilización y se toma la lectura de la balanza.

- Se retira la pesa de sensibilidad, se espera el tiempo de estabilización y se toma la lectura de la balanza sin carga sobre su plato de pesada.
- Se registran las condiciones ambientales.

El esquema de prueba es reportado en la siguiente tabla:

Toma de datos para la Prueba de Repetibilidad

N	Carga 50%			Carga (100%)		
	Min L (g)	Carga de prueba L (g)	Lc (g)	Min L (g)	Carga de prueba L (g)	Lc (g)
O ₁ (Min)	xxx			xxx		
O ₂ (M _{sen})		xxx			xxx	
O ₃ (Min ₂)	xxx			xxx		
1	xxx			xxx		
2		xxx	xxx		xxx	xxx
3	xxx			xxx		
4		xxx	xxx		xxx	xxx
5	xxx			xxx		
21	xxx			xxx		
O ₄ (Min ₁)	xxx			xxx		
O ₅ (Min _{sen})		xxx			xxx	
O ₆ (Min ₂)	xxx			xxx		

Lm	xxx	xxx
Lmax	xxx	xxx
Lmin	xxx	xxx
Sen ₁	xxx	xxx
Sen ₂	xxx	xxx
S _L	xxx	xxx
S	xxx	xxx

La tabla está dividida básicamente en dos partes, la primera (parte superior) es para anotar las lecturas del instrumento y las lecturas corregidas, y la segunda (parte inferior) es donde se calculan los promedios de las lecturas corregidas por la

deriva y las derivaciones estándar del instrumento, la columna 5, 6 y 7 son para la prueba al 100% de la capacidad del instrumento.

La primera columna indica el número de lectura.

La segunda columna es donde se anotan las lecturas del instrumento cuando no se encuentra carga sobre el plato de la balanza Min.

La tercer columna es donde se anotan las lecturas con la carga sobre el plato de la balanza L.

La cuarta columna es donde se anotan los valores de las lecturas corregidas utilizando la ecuación similar a la utilizada en la prueba de excentricidad, como se muestra a continuación:

$$Lc_i = L_i - \frac{1}{2} (Min_i + Min_{i+1})$$

En la parte inferior de la tabla se encuentran los siguientes valores:

L_m	Lectura corregida media
L_{max}	Lectura corregida máxima
L_{min}	Lectura corregida mínima
Sen_1	Sensibilidad inicial
Sen_2	Sensibilidad final
S_L	Desviación estándar de las lecturas corregidas
S	Desviación estándar del instrumento

La sensibilidad inicial y final (div/g) se obtiene de la siguiente manera:

$$Sen_1 = \frac{O_2 - 1/2 (O_1 - O_3)}{M_{sen}}$$

$$Sen_2 = \frac{O_5 - 1/2 (O_4 - O_6)}{M_{sen}}$$

O_1 (O_4)	Es la lectura de la balanza sin carga sobre el plato de la pesada
O_2 (O_5)	Es la lectura de la balanza con la masa de sensibilidad sobre el plato de la pesada
O_3 (O_6)	Es la lectura de la balanza sin carga sobre el plato de la pesada
m_{sen}	Es la masa de sensibilidad obtenida del certificad (valor nominal + corrección)

La desviación estándar de las lecturas corregidas se obtiene con la siguiente fórmula:

$$S_l = \sqrt{\frac{\sum (Lc_i - L_m)^2}{n-1}}$$

La desviación estándar de la balanza es el valor buscado en la prueba de repetibilidad y se obtiene con la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{s_L^2 + (d / 2\sqrt{3})^2}$$

➤ PRUEBA DE LINEALIDAD.

Esta prueba se aplica para encontrar los errores que pueden producirse debido a la diferencia entre el valor de masa de los objetos colocados sobre el plato de la balanza y el valor medio en el instrumento así como las correcciones a aplicar para corregir estos errores sistemáticos.

El procedimiento es el siguiente:

- La prueba consiste en un mínimo de 20 pesadas, con 10 cargas crecientes y 10 cargas decrecientes, equidistantes y cubriendo toda la escala de la balanza. Para la ejecución de la prueba se requiere un juego de pesas certificado en valor de masa convencional e incertidumbre declarada.

La clase de exactitud de las pesas como ya se mencionó depende de la clase de exactitud del instrumento (El error máximo tolerado de las pesas que se utilizan para la calibración debe ser de 1/3 del error máximo tolerado de la balanza para instrumentos con resolución mayor a 1 mg, y para resoluciones menores a 1 mg la incertidumbre de la pesa deberá ser 1/3 del EMT de la balanza).

Siempre se debe usar la menor cantidad de pesas posibles (para mantener constante el centro de gravedad de las mismas), tratando de colocarlas al centro del plato de pesada.

- Se ajusta a cero la indicación del instrumento se espera el tiempo de estabilización, y se toma la lectura de la balanza sin carga.
- Se coloca el equivalente al 10% del alcance máximo de la balanza sobre el plato de pesada, se toma el tiempo de estabilización y se registra la lectura.
- Se retira la pesa del plato de la balanza, se espera el tiempo de estabilización y se registra la lectura de la balanza.
- Se coloca una carga equivalente al 20% del alcance máximo de la balanza sobre el plato de la pesada, se toma el tiempo de estabilización y se registra la lectura.
- Se retira la pesa del plato de la balanza, se espera el tiempo de estabilización y se registra la lectura de la balanza sin carga.
- Se coloca el equivalente al 30% del alcance máximo de la balanza sobre el plato de pesada, se toma el tiempo de estabilización y se registra la lectura.
- Se retira la pesa del plato de la balanza, se espera el tiempo de estabilización y se registra la lectura de la balanza sin carga.
- De igual forma se coloca una carga equivalente del 40% del alcance máximo de la balanza, y así sucesivamente hasta alcanzar el 100% del alcance máximo del instrumento, dejando estabilizar el instrumento y registrando tanto las lecturas con la carga sobre el plato de pesada como las lecturas de la balanza sin carga entre carga y carga, finalizando con la lectura de la balanza sin carga después del 100%.
- De esta forma finaliza la primera parte de la prueba (creciente).
- Posteriormente se registra nuevamente el valor de la lectura de la balanza sin carga, sin ajustar la lectura a cero.
- Se realiza el mismo procedimiento que en la parte creciente de la prueba solo que ahora iniciando con el 100% del alcance del instrumento y finalizando con la lectura del instrumento sin carga después de la carga equivalente del 10% del alcance del instrumento.
- Se registran las condiciones ambientales.

Para la ejecución de esta prueba se requiere de un juego de masas certificado, de calidad adecuada a la clase de la balanza, la secuencia de las lecturas viene dada en la siguiente tabla:

TABLA PARA PRUEBA DE DATOS DE LINEALIDAD.

n	M V. Nom (g)	M _c V. Certif (g)	L Lectura (g)	L _c Lec Corr (g)	ΔM ₁ M _c -L _c (g)	ΔZ difer cero (g)	Δm (g)	Incertidumbre U k = 2
1	Min		XXX					
2	M1	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX		
3	Min		XXX					
4	M2	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX		
5	Min		XXX					
...								
20	M10	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX		
21	Min		XXX					
21	Min		XXX					
22	M10	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
....								
38	M2	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
39	Min		XXX					
40	M1	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
41	Min		XXX					

La primera mitad de la tabla se refiere a la prueba creciente y la segunda mitad a la decreciente.

El cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$L_{c1} = L_i - \frac{1}{2} (Min_i + Min_{i+1})$$

$$AZ_i = Min_{i+1} + Min_i$$

$$\Delta M_i = \frac{1}{2} (\Delta M_{1i} + \Delta M_{2i})$$

$$U_i = 2 \cdot \sqrt{(s_1 + s_2 + \dots + s_n)^2 + s^2}$$

donde:

M	Es el valor nominal de la carga aplicada
Mc	Valor certificado de la carga
L	Lectura de la balanza
Lc	Lectura corregida para cada carga Min y la sucesiva (deriva de la balanza)
$\Delta M_{1,2}$	Diferencia entre Mc - Lc
ΔZ	Diferencia entre cada lectura corregida
ΔM	Valor certificado menos el valor de la lectura corregida
U_i	incertidumbre asociada a ΔM a un nivel de 25% de tolerancia.
s_1, s_2, \dots, s_n	incertidumbre de los patrones que participan en el punto de prueba.
S	desviación estandar de la balanza, tomada de la prueba de repetibilidad

Se puede observar que se encuentran las correcciones en sólo algunos puntos de la escala de la balanza, esto no es suficiente cuando en la balanza tenemos una lectura diferente a los que se analizaron en la prueba de linealidad por lo que para corregir las lecturas de toda la escala del instrumento se puede encontrar por medio de una regresión lineal una ecuación de segundo o tercer grado de la siguiente forma:

$$C_x = a_0 + a_1L + a_2L^2 + a_3L^3$$

Para encontrar los coeficientes de ajuste (a_0, a_1, a_2 y a_3) se resuelve un diseño como el siguiente:

$$\begin{array}{cccc|c|c} 1 & Lc_1 & Lc_1^2 & Lc_1^3 & a_0 & \Delta m_1 \\ 1 & Lc_2 & Lc_2^2 & Lc_2^3 & a_1 & \Delta m_2 \\ 1 & Lc_3 & Lc_3^2 & Lc_3^3 & a_2 & \Delta m_3 \\ 1 & Lc_4 & Lc_4^2 & Lc_4^3 & a_3 & \Delta m_4 \\ 1 & Lc_5 & Lc_5^2 & Lc_5^3 & & \Delta m_5 \\ 1 & Lc_6 & Lc_6^2 & Lc_6^3 & & \Delta m_6 \\ 1 & Lc_7 & Lc_7^2 & Lc_7^3 & & \Delta m_7 \end{array}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & LC_8 & LC_8^2 & LC_8^3 \\ 1 & LC_9 & LC_9^2 & LC_9^3 \\ 1 & LC_{10} & LC_{10}^2 & LC_{10}^3 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \Delta m_8 \\ \Delta m_9 \\ \Delta m_{10} \end{vmatrix}$$

Que es de la forma:

$$L_c * a = \Delta m$$

Donde:

L_c es la matriz de las lecturas corregidas para cada uno de los puntos donde se realizo la prueba de linealidad, promedio de ambas (cada 10% del alcance máximo del instrumento).

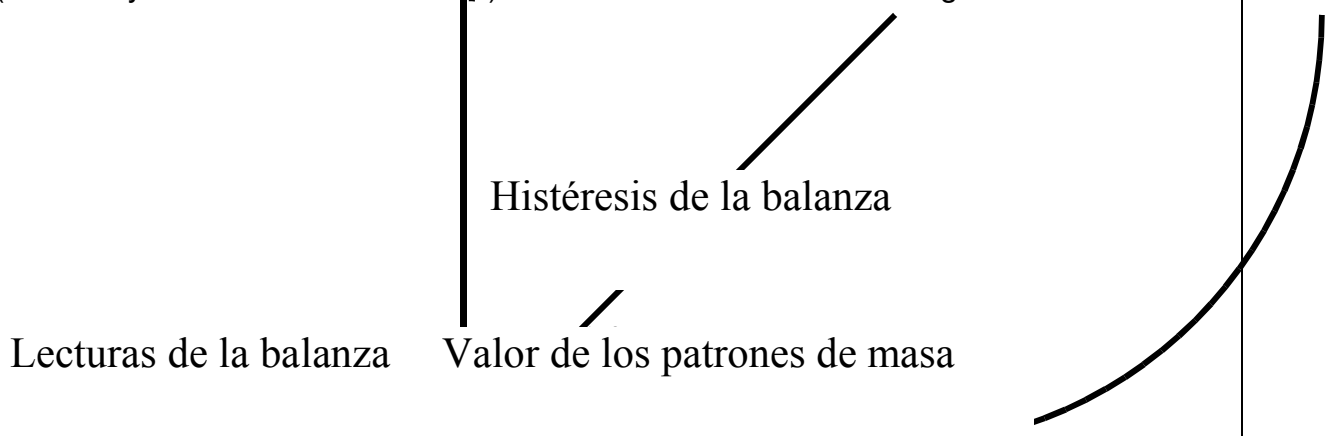
“a” es el vector de los coeficientes de ajuste (el vector de incógnitas).

Δm es el vector de las correcciones.

El diseño matricial no se puede resolver normalmente por ser un sistema no cuadrado, tiene más ecuaciones que incógnitas, pero se puede encontrar una estimación del vector “a” por mínimos cuadrados ordinarios, de la siguiente manera:

$$\bar{a} = (L_c^T * L_c)^{-1} * L_c^T * \Delta m$$

La deriva y la Histéresis de la balanza la podemos obtener de la misma prueba de linealidad ya que la columna ΔZ representa la deriva del instrumento en ése ensayo, y la histéresis se obtiene de las columnas ΔM ascendente y descendente obteniendo el valor de la diferencia entre la diferencia ascendente y la descendente (valor mayor menos el valor menor) dando una curva similar a la siguiente:



Donde la curva superior representa las desviaciones de la balanza en la prueba ascendente y la curva inferior representa las desviaciones de las lecturas con respecto a los valores patrones.

- VERIFICACION DE INSTRUMENTOS PARA PESAR DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO TIPO PLATAFORMA CON ALCANCE MAYOR A 5 TONELADAS⁴².

De acuerdo con la Organización de Metrología Legal (OIML), en su Recomendación 76, los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático se clasifican en 4 clases de exactitud.

Especial	I
Fina	II
Media	III
Ordinaria	IIII

CARACTERISTICAS DE LAS PESAS DE ALTO ALCANCE PARA LA VERIFICACION DE BASCULAS.

La Recomendación Internacional R-47 de la (OIML), establece que deja enteramente a cada país decidir sobre la forma y dimensiones que más le pueda convenir de acuerdo con su normativa.

VALORES NOMINALES

Los valores nominales de los patrones de masa son mayor o igual a 50 kg, o de la forma $k \times 10^n$ kg, donde k es generalmente igual 1, 2, o 5, y n es un número entero igual o mayor que 2.

FORMA

Las pesas deben tener la forma geométrica simple sin filos ni esquinas agudas, las cavidades de ajuste no deben causar una rápida acumulación de polvo o material extraño.

MATERIAL Y DENSIDAD DE LAS PESAS

⁴² Tomado del Curso de Masas y Balanzas impartido en MOLSA por el CENAM.

Este tipo de patrones son generalmente hechos de hierro fundido gris, también pueden ser hechos de uno o más materiales teniendo cuidado de cumplir con las siguientes recomendaciones:

- Los patrones de masa no deben de exceder $1/3$ del EMT para la carga considerada sobre el instrumento en verificación.
- Los patrones de masa utilizados en la verificación deben ser compatibles con el número de escalones del instrumento bajo prueba.
- La densidad de los patrones de masa debe ser tal que una variación de $\pm 10\%$ de la densidad del aire con respecto a la referencia del 1.2 kg/m^2 no produzca una variación que exceda a $1/4$ del EMT.

CONDICIONES DE SUPERFICIE

Los patrones de masa se pueden cubrir con materiales que proporcionen una protección contra la corrosión haciendo una superficie impermeable, esta capa debe soportar golpes y condiciones atmosféricas agresivas.

AJUSTE

Estos patrones pueden tener una o más cavidades de ajuste las cuales deben estar selladas herméticamente, para impedir el paso de agua, polvo u otro material extraño que pueda alterar su masa.

El volumen de esta cavidad puede ser menor o igual a $5/100$ del volumen del patrón de masa.

MARCAS

Estos patrones de masa pueden llevar las siguientes marcas:

- El valor nominal en número seguido por el símbolo (500 kg)
- El número máximo de divisiones “n” de la báscula que ser verificada con ese patrón (n=10000 divisiones)
- Una marca oficial con la fecha de calibración (aa mm dd)

COMPORTAMIENTO DE LOS PATRONES DE MASA

Los patrones de masa usados siempre dentro de lugares cerrados donde son cuidados y manipulados con equipo apropiado pueden mantenerse durante un año en condiciones de calibración aceptable con una variación de 0.5/10000 del valor nominal

Ejemplo:

Valor nominal	1000 kg
Variación de 1 año	± 50 g

Los patrones de masa que son usados en el campo y están expuestos a cambios de temperatura, lluvia, polvo, etc.


La variación observada en un año es de 1 / 10000 del valor nominal.

Ejemplo:

Valor nominal	1000 kg
Variación en un año	± 100 g

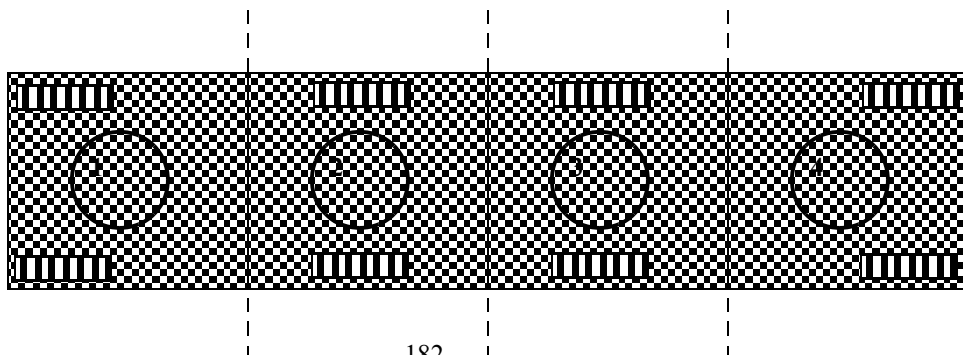
PRUEBAS METROLOGICAS BASICAS PARA BASCULAS DE TIPO PLATAFORMA.

➤ PRUEBA DE CARGA EXCENTRICA.

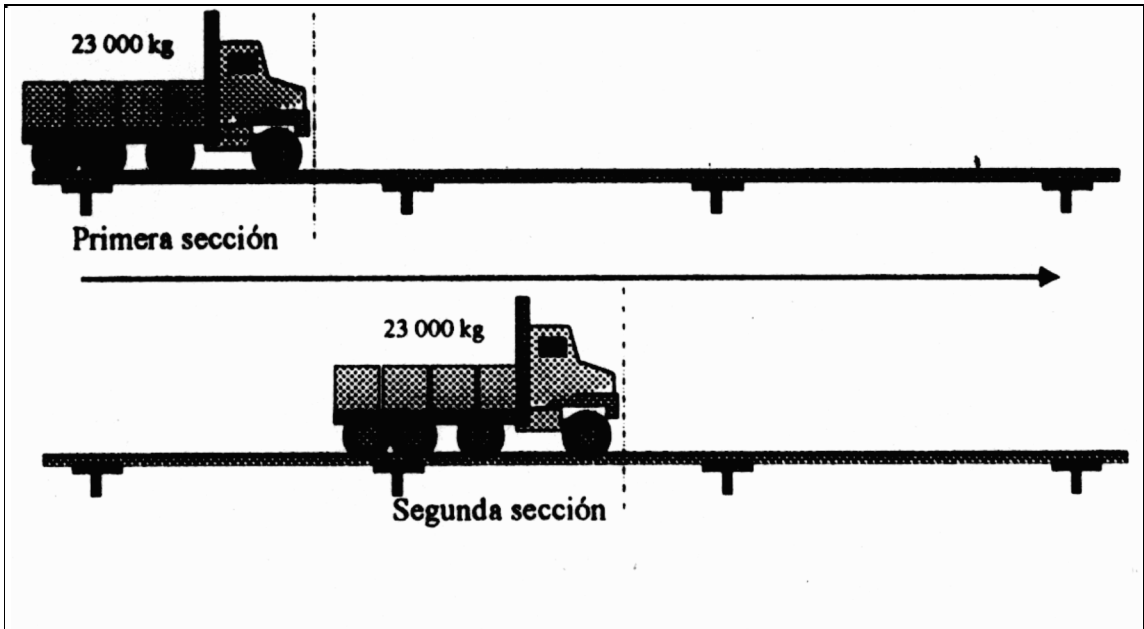
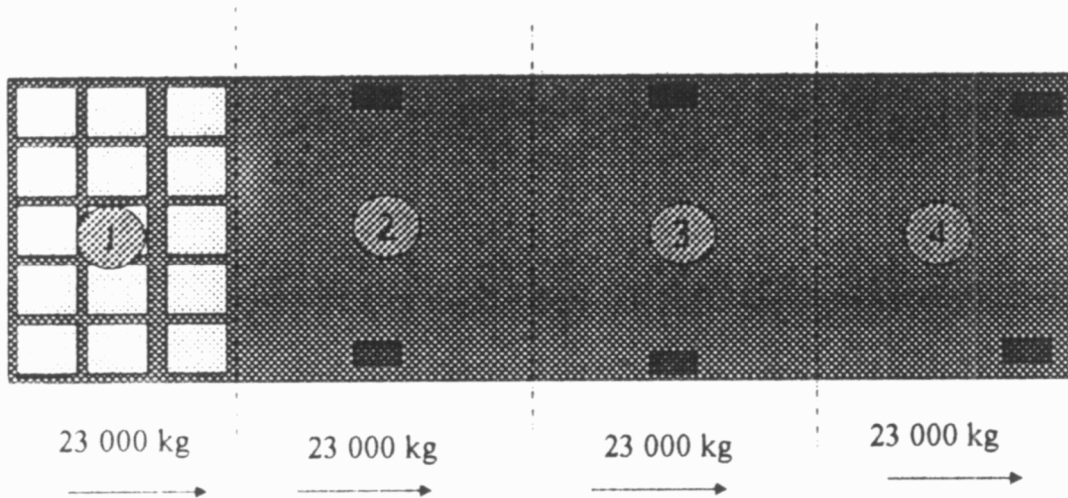
 Puntos de apoyo

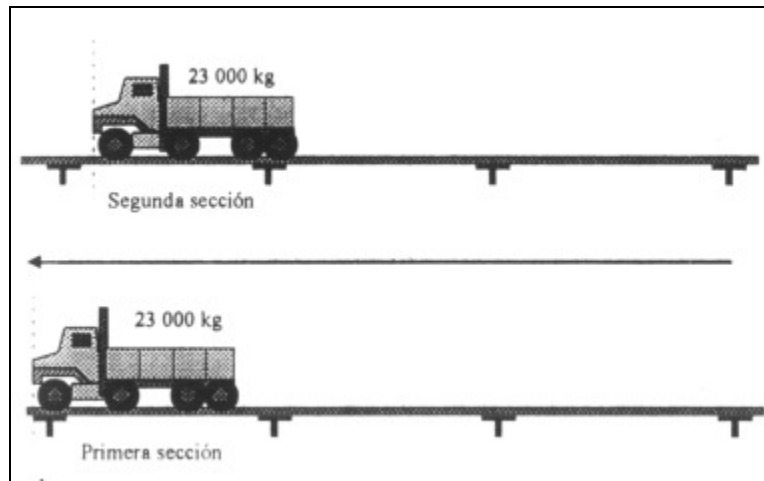
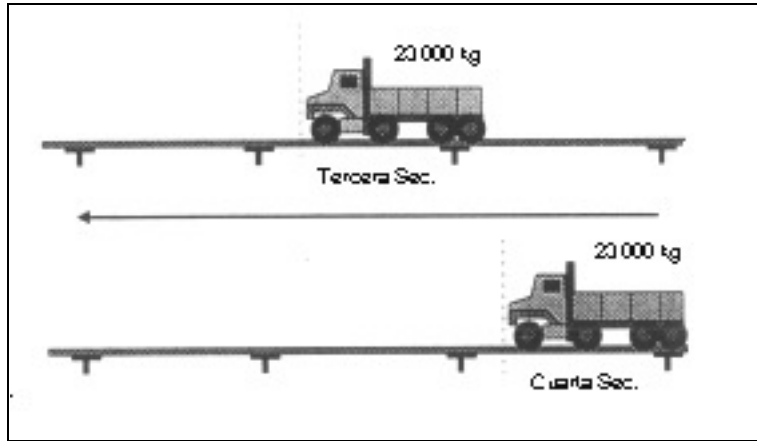
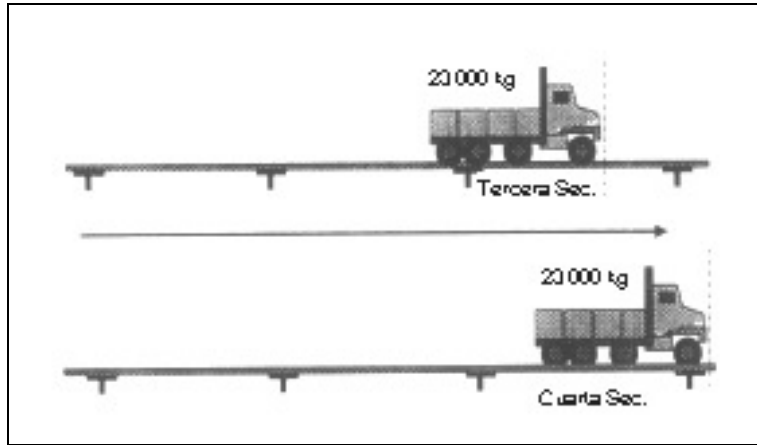
 Plataforma

 Secciones



Prueba de excentricidad de carga



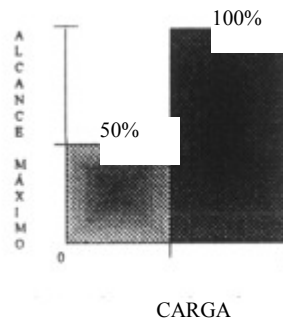


PRUEBA DE REPETIBILIDAD DE CARGA.

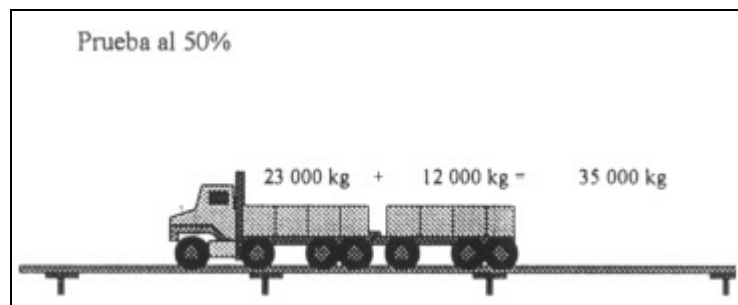
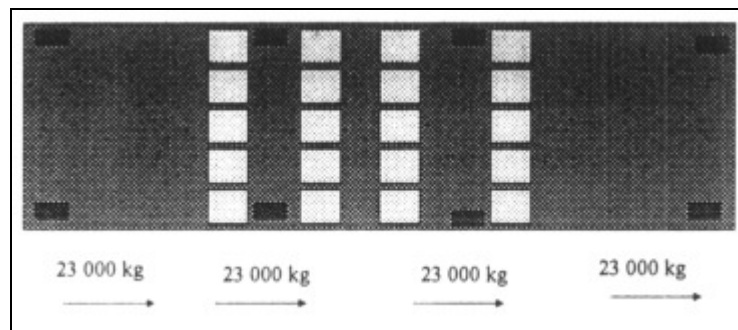
En esta prueba se obtiene la desviación estándar de la bascula entre los resultados obtenidos en el curso de varias pesadas, con una misma carga.

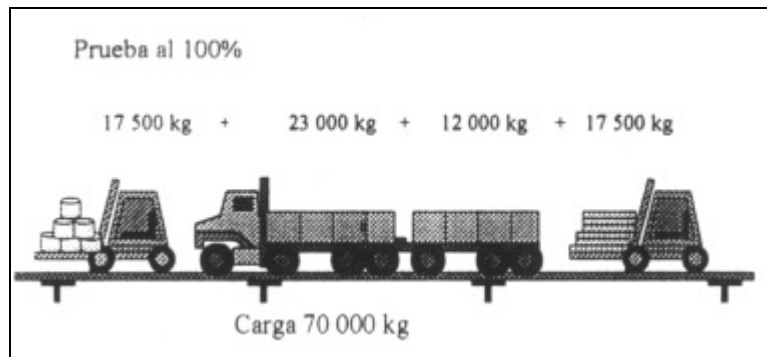
CONSIDERACIONES

Se recomienda establecer dos cargas una al 50% del alcance y otra Al 100% del alcance o lo más cerca posible



Prueba de repetibilidad de carga





Prueba de repetibilidad de carga

	Carga al 50 % (35 000 kg)	Carga al 100 % (70 000 kg)
N°	Lectura (kg)	Lectura (kg)
1	30 000	69 980
2	29 980	70 020
3	29 980	70 000
D.E.	11,5	20,0

Ecuación para determinar la desviación estándar de la balanza

$$S = \sqrt{(DE)^2 + (d / 2\sqrt{3})^2}$$

Substituyendo

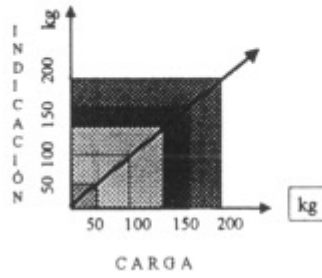
$$S = \sqrt{(20)^2 + (20 / 2\sqrt{3})^2}$$

$$S = 20,8 \text{ kg.}$$

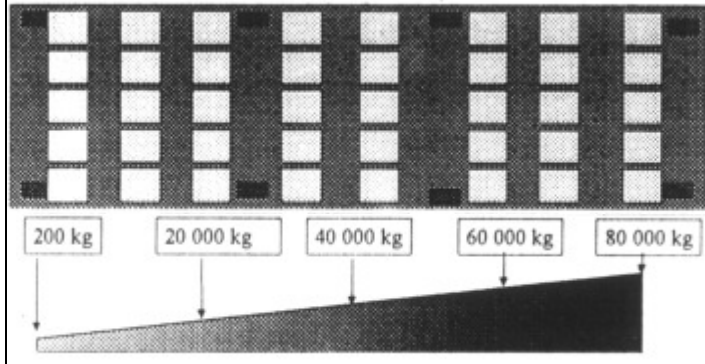
El EMT para las cargas correspondientes de acuerdo a la gráfica anterior no debe ser mayor de: 40 kg y 60 kg respectivamente (por lo que el instrumento cumple).

Prueba de exactitud de carga

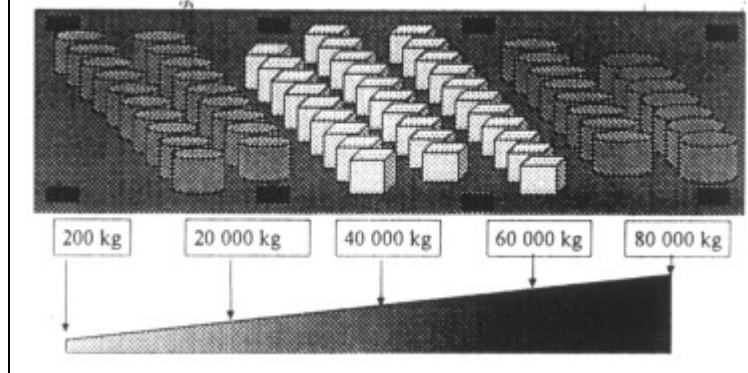
La finalidad de esta prueba es verificar el campo de pesada del instrumento y que el valor del patrón sea semejante a la indicación



Prueba de exactitud de carga



Prueba de exactitud de carga



5.5 PROPUESTAS DE SOLUCION.

5.5.1 CREACION DE LABORATORIOS SECUNDARIOS DE METROLOGIA INDUSTRIAL DE MASAS Y BALANZAS DENTRO DE LAS EMPRESAS.

La presente propuesta, representa un primer intento del grupo de trabajo de brindar opciones de solución a las deficiencias detectadas en lo que a las mediciones de masa respecta.

Se ha establecido la importancia de las mediciones de masa en la gestión de calidad de las empresas. Se han dejado en evidencia los problemas técnicos y operativos derivados de las malas prácticas que se utilizan en los procesos de cuantificación y dosificación de materiales y productos.

Se pretende entonces, describir una propuesta de solución que garantice el cumplimiento de las normas de control para la medición de la masa.

Consideraciones previas.

En la propuesta se describen los elementos necesarios para guiar los pasos y requerimientos que deben cumplirse, para la creación de una laboratorio de medición de masa. Para el desarrollo de una propuesta de este tipo, no pueden pasarse por alto las limitaciones de recursos, reflejo de la realidad nacional; por tanto, debe elegirse muy selectivamente el alcance metrológico a establecer teniendo como base el conocimiento de las necesidades y requisitos que deben satisfacer un laboratorio de verificación y/o calibración de masas.

Se hace una descripción técnica de la propuesta, un planteamiento general de costos necesarios, finalmente se hace una exploración de las ventajas y desventajas que enfrenta la propuesta.

Es importante aclarar que el laboratorio secundario de metrología descrito, tendrá como función primordial calibrar y verificar los patrones de medida de masa de la empresa en donde se instale.

1. Descripción técnica de la propuesta.

Para la formación de un laboratorio secundario de medición de masa, deben evaluarse en principio los siguientes puntos, tomando en cuenta las limitantes reales, ya que esto ayudará a seleccionar equipo adecuado y al ahorro de recursos. El resto de puntos a evaluar son descritos de forma general, en el cuadro resumen de la descripción técnica:

- a) Patrones de masa adecuados.
- b) Dimensiones físicas y condiciones ambientales.
- c) Especificaciones generales de mobiliario y equipo.
- d) Cuadro resumen de la descripción.

a) Patrones de masa adecuados.

El primer punto de partida es hacer una diferenciación lógica en cuanto a las funciones metrológicas que tendrá el laboratorio.

Si fuese el caso en el que las funciones específicas del laboratorio fueran la verificación y calibración de pesas e instrumentos para pesar, los requerimientos de patrones son los siguientes:

- Como mínimo, 4 piezas de pesas por década para materializar los valores del 1 al 10.
- La combinación recomendada para este propósito es el modelo 1,2,2,5. Este modelo permite obtener cualquier valor entre 1 g y 10 g con una combinación de las pesas: 1 g, 2 g, 2 g y 5 g.
- Los juegos de las medidas de masa, deben tener trazabilidad con el patrón nacional y que la desviación de la masa al compararlo sea conocida y certificada.
- En el mercado, existen juegos de masas que abarcan desde 1 mg hasta 1000 Kg en las diferentes clases de exactitud normalizadas. Con respecto a los instrumentos para pesar, cubren intervalos desde el orden de los microgramos hasta 500 toneladas.

Por otro lado, si el objetivo del laboratorio, es la verificación y calibración de instrumentos para pesar, debe entonces considerarse los límites de error tolerables. Estos normalmente son establecidos mediante normas y reglamentos basados en las recomendaciones de la OIML R 76.

- Los límites de error tolerables para los instrumentos para pesar, son expresados en términos de "e", resolución ó escalafón de verificación del intervalo de la escala.
- Para las pesas, la recomendación es la OIML R 111 y para los instrumentos para pesar es la OIML R 76.
- El error del patrón de masa no debe exceder a 1/3 de los límites del error permisible del instrumento para verificarlo.
- Límites de error para las pesas patrón:

Patrón de masa	Límite de error inicial	Límite de error en servicio	Límite de error masas clase F ₁
50 g	1.7 mg	3 mg	50 g ± 0.3 mg
200 g	3 mg	6.7 mg	200 g ± 1.0 mg
1 kg	5 mg	10 mg	1 kg ± 5 mg

- Para la clase de exactitud F₁ los límites de error deben cumplir con la regla general y es exactamente igual a 1/3 de los límites de error permisibles para el instrumento para pesar.
- Para los valores decrecientes de masa esta fracción se hace aun más pequeña. En la mayoría de los casos, las pesas patrón de exactitud F₂, son adecuadas para la verificación de los instrumentos para pesar de la clase de exactitud II.

- Los patrones de masa de la clase F1 ofrecen mucha más exactitud a la que realmente se necesita para la verificación de los instrumentos para pesar de la clase de exactitud III, usadas normalmente en el flujo del comercio.
- Debe considerarse la información de la carga de trabajo para labores específicas. A mayor carga de trabajo, más importante resulta la selección del equipo mejor adaptado a una labor en particular.

b) Dimensiones del laboratorio y condiciones ambientales.

Condiciones preliminares y dimensiones del laboratorio.

Previo a la elección del mobiliario y equipo, el local donde se van a instalar debe cumplir con especificaciones que le permitan alojar eficazmente el equipo y ofrecer condiciones ambientales especiales.

- Las dimensiones del laboratorio deben ser tales que pueda instalarse debidamente las balanzas o comparadores de masa.
- Debe dimensionarse de tal forma que haya espacio para las mesas especiales para colocación de balanzas, vitrinas, armarios o compartimentos en los cuales se pueda conservar los juegos de masa a calibrar y los juegos de patrones, así como las mesas pequeñas de tipo móvil para llenar formularios, hojas de captura de datos y accesorios diversos para el manejo y cuidado de las masas.
- De ser posible, posibilitar un área a manera de antesala, para efectuar actividades de preparación, almacenamiento de juegos de masas de reciente ingreso y otra para la limpieza de las mismas.
- La instalación de las mesas para las balanzas y las consolas de pared, debe ser tal que facilite una disposición favorable al emplazamiento de las balanzas y las campanas o recipientes donde se colocan las masas y los patrones, así también, debe tener, una distribución considerada en el área, de manera que no hayan molestias por falta de espacio.

- Debido a que los equipos de calibración y los patrones de referencia pueden ser afectados por cambios en el ambiente, tales como la temperatura, la presión barométrica, la humedad relativa etc., es importante que los laboratorios utilicen las mismas condiciones ambientales, esto disminuye las probabilidades de error en las lecturas de datos.
- Los requerimientos de estabilidad en la temperatura son aplicables solo al espacio ocupado por los patrones y los equipos de comparación, de tal manera que exista una relación análoga con la confiabilidad de los resultados.

Condiciones ambientales.

- Las condiciones ambientales que deben registrarse continuamente son: la temperatura, humedad relativa y presión atmosférica.
- Los laboratorios de verificación y calibración deben tener una temperatura ambiente dentro del siguiente intervalo: 18°C a 24°C. Idealmente, esta temperatura debe mantenerse constante a 0.5°C. EL intervalo para variación de temperatura debe ser de 6h como mínimo.
- Esta temperatura debe mantenerse durante la noche, y no deben permitirse grandes fluctuaciones, ya que esto hace que las pesas se empañen.
- Los termómetros de laboratorio u otros instrumentos para medir temperatura, deben ser calibrados e instalados en la sala de ensayo, en lugares apropiados para un fácil control de la temperatura del ambiente.
- Debe utilizarse un termómetro con un intervalo de medición de 15°C a 30°C y una resolución de 0.1°C, un barómetro con una exactitud de 0.1 mmHG ó 1 mmHG y un hidrómetro con una resolución al 1%, además de la instalación de un instrumento registrador continuo de la temperatura.
- En cuanto a la humedad relativa, esta debe mantenerse por debajo de los 60% ó 65%, de lo contrario los instrumentos y los patrones pueden ser afectados por la corrosión.
- Tampoco debe permitirse que la humedad relativa, llegue a niveles más bajos al 20% o 30%, ya que esto puede causar efectos electrostáticos.

- Se recomienda entonces mantener la humedad relativa del aire en los laboratorios entre 40% y 60%.
- Debe existir cuando menos un determinador de humedad, instalado en un lugar adecuado.
- La presión barométrica, no es tan fácil de controlar y su presencia sin control afecta algunas mediciones.
- Un laboratorio de calibración de pesas debe estar provisto de un barómetro con una exactitud de 100 Pa ó 1 mbar, para medir la presión atmosférica.
- Los límites recomendados de la calidad del aire pueden darse de acuerdo a la atmósfera circundante al laboratorio sin necesidad de crear una presión diferencial, por lo que no se necesitaría implementar un sistema de instalación.
- Actividades ajenas al laboratorio, tales como fumar, comer, beber, etc., contribuyen al aumento de partículas suspendidas por lo que debe evitarse.

c) Especificaciones generales de mobiliario y equipo.

- Para la instalación de balanzas, se recomienda utilizar mesas de pesar especialmente diseñadas casi siempre con una placa de piedra (mármol o granito) o consolas de pared.
- No es recomendable utilizar pilares para fijar las consolas de pared, ya que las balanzas serían expuestas a vibraciones incontrolables.
- Para depositar objetos, accesorios o para escribir, se recomienda utilizar mesas pequeñas con ruedas que puedan ser empujadas debajo de la consola o mesa cuando no se necesiten.
- Cada una de las balanzas de exactitud especial, deben tener un lugar fijo, del cual no sea separada. De esta manera se evita que su precisión sea influida de modo negativo por el transporte y la nueva instalación.
- Para impedir que vibraciones ejerzan una influencia negativa sobre la balanza, los soportes de la misma deben ser colocados sobre una placa de asiento apropiada (dispositivos especiales de amortiguación).
- Antes de cada verificación, tanto el patrón como el juego de masas a comparar, deberían ser conservados en la sala de ensayos por un período de 12 h a 24 h.

Instrumentos para pesar y patrones de medida de masa.

- Para seleccionar el equipamiento necesario, primero debe establecerse la escala de masa, lo cual requiere la necesidad de diferentes conjuntos de pesas para construir esta escala.
- La reproducibilidad de los resultados de las pasadas de los instrumentos para pesar debe ser mejor que los límites de error permisibles, esto se debe hacer preferentemente por un factor de cinco o en casos extremos por un factor de tres.
- Debe cubrirse, en lo posible cubrir la totalidad de intervalos de pesas y sus combinaciones.
- Existen dos tipos de instrumentos para pesar para la calibración de patrones de masa, unos son los llamados comparadores de masa que son los recomendados para estos fines con la más alta resolución, porque tienen un intervalo de medición de la escala muy estrecho alrededor del centro del valor nominal de las pesas a verificar o calibrar, alcanzando una resolución muy alta. Utilizando este principio, las desviaciones relativas que vienen a ser una medida de la reproducibilidad, alcanzan desde 1×10^{-7} a 1×10^{-7} para el intervalo de la escala de masa de 1 mg a 10 kg.

d) Resumen de la descripción.

Se hace a continuación, un resumen genérico de los aspectos que deben considerarse para la creación del laboratorio propuesto.

RESUMEN DE LA DESCRIPCION TECNICA

Actividad	Sub-Actividad
1. Planeación del laboratorio	Ubicación, superficie, climatización, instrumentación y mobiliario
2. Funciones y labores	Función principal, Trabajos que se realizarán
3. Necesidades físicas del laboratorio	Superficie y dimensiones, paredes, pasillos, el piso, las ventanas, aires acondicionados, servicios, iluminación, suministro eléctrico, estimación del espacio necesario.
4. Requerimientos e infraestructura	Requisitos principales que se deben cumplirse, condiciones ambientales (Temperatura, humedad relativa, presión barométrica, presión del aire, cantidad de partículas de polvo, nivel de ruido acústico, vibración, electricidad y campos magnéticos.
5. Mobiliario del laboratorio.	Mesas de tipo especial, consolas de pared, apoyo para colocación de objetos y escribir.
6. Patrones, comparadores y balanzas de alta exactitud.	Instrumentos para pesar (Balanza o comparador, patrones de masa) precauciones respecto al equipo, requerimientos adicionales, ambientación.
7. Accesorios auxiliares diversos.	Accesorios para la limpieza de las pesas, accesorios para el manejo y cuidado de las pesas, accesorios para el cuidado y ambientación de las pesas, accesorios para medir los tiempos de lectura.
8. Trazabilidad	Carta de trazabilidad vigente.
9. Recursos humanos	Perfiles y responsabilidades (Responsable del laboratorio, técnico especializado, técnico auxiliar de laboratorio, secretaria). Auxiliar administrativo.

2. Estimación de costos para la implementación del laboratorio secundario de metrología de masas.

En la presente propuesta se hace una estimación de los costos que se limita a la instrumentación y equipo necesarios para la puesta en marcha del laboratorio. Por tanto no se hace un estudio económico del resto de los aspectos descritos en la descripción técnica.

La estimación esta basada en costos promedio, resultado de una investigación de catálogos de fabricantes realizada por el CENAM.

En el siguiente cuadro se describen los costos aproximados correspondientes al inventario de instrumentos y equipo:

a) Instrumentos para pesar.

Instrumento	Característica	Costo Aproximado USD
Balanza comparador	Balanza electrónica, para realizar la disseminación en la escala de masa desde 1 g hasta 20 g , con un alcance máximo de medición de 20g, resolución de 1 µg y una reproductibilidad menor a 2 µg, con ajuste de calibración y receptor de carga con nivelación automática.	\$34,250.00
Balanza comparador	Balanza electrónica, para realizar la disseminación en la escala de masa desde 50 g hasta 1 Kg , con un alcance máximo de medición de 1 Kg, resolución de 10 µg y una reproductibilidad menor a 20 µg, con ajuste de calibración y receptor de carga con nivelación automática.	\$54,700.00
Balanza comparador	Balanza electrónica, para realizar la disseminación en la escala de masa desde 2 Kg hasta 5 Kg , con un alcance máximo de medición de 5 Kg, resolución de 1 mg y una reproductibilidad menor a 1,5 mg, con ajuste de calibración y receptor de carga con nivelación automática.	\$7,900.00
Plataforma electrónica de pesado	Plataforma de pesado, para realizar la disseminación en la escala de masa desde 10 Kg hasta 50 Kg , con un alcance máximo de medición de 50 Kg, resolución de 10 mg y una reproductibilidad menor a 30 mg, con ajuste de calibración y receptor de carga con nivelación automática.	\$22,750.00

	TOTAL	\$119,600.00
--	-------	--------------

b) Patrones de masa.

1. Juegos de patrones con las siguientes escalas de masa:

Cantidad	Intervalo (E2)	Precio Unitario USD	TOTAL USD	
1	1 mg ... 100 g	\$4,580.00	\$4,580.00	
1	1 mg ... 1 kg	\$6,850.00	\$6,850.00	
1	1 kg ... 5 kg	\$6,800.00	\$6,800.00	
1	10 kg	\$3,400.00	\$3,400.00	TOTAL
1	20 kg	\$4,950.00	\$4,950.00	\$26,580.00

2. Juegos de pesas de trabajo, para la calibración de pesas y balanzas de alta exactitud, con las siguientes escalas:

Cantidad	Intervalo (F1)	Precio Unitario USD	TOTAL USD	
2	1 mg ... 100 g	\$830.00	\$1,660.00	
2	1 mg ... 1 kg	\$2,950.00	\$5,900.00	
2	1 kg ... 5 kg	\$3,200.00	\$6,400.00	
2	10 kg	\$1,560.00	\$3,120.00	TOTAL
2	20 kg	\$2,245.00	\$4,490.00	\$21,570.00

3. Juegos de pesas de trabajo, con las siguientes características:

Cantidad	Intervalo (F2)	Precio Unitario USD	TOTAL USD	
2	1 mg ... 100 g	\$750.00	\$1,500.00	
2	1 mg ... 1 kg	\$2,450.00	\$4,900.00	
2	1 kg ... 5 kg	\$2,650.00	\$5,300.00	
2	10 kg	\$560.00	\$1,120.00	TOTAL
2	20 kg	\$840.00	\$1,680.00	\$14,500.00

4. Juegos de pesas de trabajo, para la calibración de instrumentos para pesar con las siguientes escalas:

Cantidad	Intervalo (M1)	Precio Unitario USD	TOTAL USD	
2	1 mg ... 100 g	\$50.00	\$100.00	
2	1 mg ... 1 kg	\$65.00	\$130.00	
25	1 kg ... 5 kg	\$90.00	\$2,250.00	
2	10 kg	\$265.00	\$530.00	TOTAL
2	20 kg	\$840.00	\$1,680.00	\$4,690.00

Cuadro resumen de la inversión necesaria en instrumentación y equipo:

	Costo USD
Instrumentos para pesar	\$119,600.00
Masas patrón	\$67,340.00
TOTAL	\$186,940.00

3. Ventajas.

Las ventajas más importantes de la presente propuesta son:

- ◆ Con la creación del laboratorio descrito, se establece una base técnica especializada dentro de la empresas que lo implemente, esto garantiza el cumplimiento de la exigencias de calidad.
- ◆ Se cumple con las recomendaciones de la OIML referente a la calibración y verificación de instrumentos de pesar y patrones de masa.
- ◆ Monitoreo constante de las actividades referentes a la medición de masa.
- ◆ Disposición de instrumentación y equipo para realizar programas de calibración y verificación en períodos cortos de tiempo, lo que garantiza un mejor control de parámetros.
- ◆ Se logra la especialización de los procesos en lo que a la medición de masas respecta.
- ◆ Velocidad de respuesta a problemas de equipo e instrumentos.

- ◆ Se cuenta con personal especializado, el cual garantiza el mantenimiento efectivo de las especificaciones de control y la búsqueda de mejoramiento de los procesos de calidad en lo referente a la metrología de masas y balanzas.
- ◆ Ventajas competitivas en cuanto a la velocidad de respuesta y especialización de procesos con respecto a las empresas que no posean un laboratorio de este tipo.
- ◆ Un laboratorio de este tipo, facilita el cumplimiento de especificaciones requerido en los procesos de expansión a nuevas líneas de productos o procesos, ya que coordina los lineamientos a cumplir simultáneo a la creación de estas expansiones.

4. Desventajas.

- ◆ Requiere de una investigación inicial de necesidades dentro de la empresa en la que se ha de implementar.
- ◆ Altos costos iniciales en infraestructura, mobiliario, instrumentación y equipo.
- ◆ Inversión en especialización del recurso humano
- ◆ Altos costos operativos.
- ◆ Rentabilidad a largo plazo difícil de cuantificar.
- ◆ Sub. utilización del equipo.

5.5.2 UTILIZACION DE SERVICIOS DE CALIBRACION DE MASAS Y BALANZAS A TRAVES DE LOS ORGANISMOS NACIONALES ACREDITADOS.

En los países que estan en la etapa de desarrollo, como El Salvador, la agricultura es una de las principales fuentes de ingresos. La protección al consumidor y el control de calidad son, por lo tanto importantes.

La industrialización, fabricación e importación de maquinaria y herramientas hace más relevante la importancia de maquinaria y herramientas hace más relevante la importancia del control de calidad.

Existen disciplinas metroológicas, como lo son las masas y balanzas que van tomando relevancia a medida que se avanza en el desarrollo industrial y económico de la nación, y para los cuales las mismas necesidades en relación a la existencia de patrones, normas y métodos de prueba son importantes.

En la actualidad existen organismos centrales de metrología, todos incluyen entre sus responsabilidades, las siguientes:

1. El desarrollo de patrones y de técnicas para mediciones consistentes.
2. La determinación de cuales mediciones son significativas.
3. La evaluación de las mediciones y de las técnicas utilizadas.
4. Determinación de las constantes físicas de mayor interés.
5. Difusión de la metrología.

Un crecimiento industrial bien planeado propicia el desarrollo económico de las naciones, aumenta el nivel de vida de sus poblaciones, el comercio y el intercambio internacional. A fin de proteger al consumidor, el gobierno posee una estructura sólida de metrología legal (CONCACYT) ubicado en las instalaciones de la U.E.S. y a través de este, existen laboratorios privados que realizan actividades de metrología industrial.

De manera muy general, las actividades del CONACYT para garantizar al confiabilidad de los patrones nacionales son los siguientes:

1. Realización y mantenimiento de las unidades de medición.
2. Investigación y Desarrollo para el mejoramiento de los patrones y los métodos de medición utilizados en el laboratorio.
3. Participación en intercomparaciones internacionales de patrones nacionales.
4. Calibración de patrones secundarios (utilizados para la supervisión de laboratorios privados).
5. Entrenamiento de ingenieros en las técnicas de medición.
6. Asesoramiento a productores y compradores en aspectos metroológicos.
7. Cooperación con las entidades legislativas y de normalización en la elaboración de reglamentos metroológicos.

A continuación se lista la tarifa de servicios prestados por el CONACYT en

CERTIFICACION DE BALANZAS SEGUN OIML

Servicio	Rango	Precio (¢)
Clase I (analíticas)	0 g a 300 g	262
Clase II	0 g a 2 kg	175
	0 g a 5 kg	218
	0 g a 50 kg	262
Clase III	0 g a 5 kg	175
	0 g a 50 kg	218

CALIBRACION DE PATRONES DE MASA		
Clase F ₁ y F ₂	1 mg a 500 mg	131
	1 g a 200 g	114
	500 g a 1 kg	88
	2 kg a 30 kg	175
Clase M ₁ y M ₂	1 mg a 100 kg	88
	200 g a 1 kg	70
	2 kg a 30 kg	131

Uno de los laboratorios privados existentes en El Salvador, es el Laboratorio de Metrología Industrial de la Universidad Don Bosco, ubicado en calle al plan del pino, Universidad Don Bosco, Edificio 5 del Centro de Investigación de Transferencia de Tecnología en Soyapango, cuya política de calidad es ofrecer a las empresas, servicios de calibración y ensayos de materiales y productos con garantía de calidad, oportunos y a precios competitivos.

Objetivos:

- Asegurar que los servicios de calibración de patrones e instrumentos de medición o ensayo de materiales satisfagan plenamente las necesidades de las empresas.
- Mantener actualizada la calibración y trazabilidad internacional de sus patrones de referencia como garantía de la calidad de los servicios ofertados.

El laboratorio de metrología industrial de la U.D.B. ofrece servicios de calibración en las magnitudes de masa, temperatura, presión, dimensional y mediciones eléctricas con patrones e instrumentos de medición certificados y trazables.

En lo que respecta a masas y balanzas, poseen patrones de referencia trazables al DKD de Alemania, brindando servicios de calibración de masas patrón hasta 10 kg y calibración de balanzas de clase I, II, III, IIII hasta 20 kg.

Gestión de Calidad:

Además de los servicios de calibración y ensayo de materiales, también ofrecen servicios de asesoría y consultoría, capacitación empresarial e información tecnológica, en el marco general de la gestión de la calidad.

Asesoría y Consultoría:

- Diagnóstico del estado actual de la gestión de la calidad a las empresas.
- Implantación de sistemas de aseguramiento de la calidad basados en las normas ISO 9000.
- Implantación de sistemas de calidad basados en la norma ISO 17025 para la acreditación de laboratorios de ensayo y análisis.
- Evaluación del desempeño de sistemas de calidad de acuerdo con los requerimientos de las normas ISO 9000.
- Selección de equipos para laboratorios de control de calidad y de proceso.
- Auditorías energéticas.
- Caracterización de metales y aleaciones por análisis espectrométrico.
- Desarrollo de proyectos sectoriales de normas técnicas.

- Ejecución de proyectos relacionados con equipos de medición, y ensayo de materiales y productos.

Capacitación Empresarial:

La capacitación empresarial se orienta al desarrollo de cursos y seminarios abiertos o cerrados, según las necesidades y preferencias de las empresas.

Los cursos y seminarios incluyen temas relacionados con la gestión de la calidad, como los siguientes:

- Desarrollo modular de los sistemas de aseguramiento de la calidad ISO 9000.
- Interpretación y desarrollo de la norma ISO 17025 para la acreditación de laboratorios.
- Formación de auditores internos de sistemas de calidad.
- Cursos de metrología de masa, temperatura, dimensional, presión y mediciones eléctricas.
- Aplicaciones industriales de los ensayos no destructivos.
- Metalografía.

Información Tecnológica:

Este es un servicio orientado a dar respuesta a las necesidades de información técnica y comercial de las empresas, e incluye documentación relacionada con reglamentación técnica, procesos tecnológicos, especificaciones técnicas de materiales y productos, catálogos de equipos de laboratorios e industriales, tecnologías de producción y cualquier información relacionada.

A continuación se lista la tarifa de servicios prestados por el Laboratorio de Metrología Industrial de la U.D.B. en cuanto a masas y balanzas se refiere:

CERTIFICACION DE BALANZAS SEGUN OIML		
Servicio	Rango	Precio ⁴³ (¢)
Clase I (analíticas)	0 g a 300 g	600
Clase II	0 g a 2 kg	500
	0 g a 5 kg	500
	0 g a 50 kg	500
Clase III	0 g a 5 kg	400
	0 g a 50 kg	400
CERTIFICACION DE PATRONES DE MASA		
	1 g a 200 g	1130
	500 g a 1 kg	800
	2 kg a 30 kg	800
Clase M ₁ y M ₂	1 mg a 100 kg	875
	200 g a 1 kg	875
	2 kg a 30 kg	875

VENTAJAS:

- No se invierte en infraestructura.
- Trazabilidad a patrones de laboratorios internacionales.
- Programas de capacitación empresarial.
- Respuestas inmediatas (corto plazo).
- Asesoría para la adquisición de equipo metrológico.
- Calibraciones realizadas por expertos en el ramo, conocen las condiciones ambientales en que debe calibrarse el equipo.
- Mantenimiento a equipos de medición.
- Se mantienen actualizadas las calibraciones.
- No debe invertirse en equipo de calibración.
- Se programan las actividades de calibración para no interrumpir los periodos de fabricación.

⁴³ Tarifas vigentes con fecha 01/08/01, tomadas del Laboratorio de Metrología Industrial de la U.D.B.

- No se debe tener profesionales especialistas en la materia, ya que tecnifican a los operadores.
- Se conoce realmente el estado del equipo.
- Conocen la realidad empresarial nacional, ofreciendo así precios competitivos.
- Conocen las necesidades fundamentales de las empresas por sector.
- Inducción hacia procesos de certificación de normas ISO.
- Gastos mínimos, respecto a otras propuestas.
- Resultados a corto plazo (ventajas competitivas, aprovechamiento de materiales, reducción de costos, reducción de tiempos muertos por fallas en los equipos, etc.)

DESVENTAJAS:

- Dependencia del servicio externo.
- Distancia del centro de calibración.
- Los laboratorios nacionales existentes no realizan calibraciones para algunos equipos metrológicos (por ejemplo: balón volumétrico y probetas).

5.5.3 OUTSOURSING INTERNACIONAL PARA LA CALIBRACION DE MASAS Y BALANZAS.

Debido a que la metrología es una ciencia muy exacta, se cuenta con laboratorios internacionales que prestan servicios especializados con personal capacitado en ramas específicas, es por eso que se han tomado en cuenta este tipo de servicios para una propuesta de mejora en las empresas. Ya que estos se encuentran en países desarrollados cuentan con equipos muy sofisticados y por ende de alto costo, algo que las empresas Salvadoreñas no poseen; y para explotar este beneficio se tiene la posibilidad de contratarlas.

En las empresas HARISA y MOLSA no existe un laboratorio metrológico; y a consecuencia de la necesidad de calibraciones y las exigencias de calidad por parte de los consumidores, es cada vez mayor, han obligado a evaluar si se requiere la

contratación de servicios internacionales para la realización de estas, ya que no se cuenta con personal capacitado en ellas y además el equipo e infraestructura no existe.

Cabe mencionar que aunque en el país se cuenta con empresas privadas y del estado que realizan estas actividades, la imagen por contratar organismos internacionales de calibración es más positiva.

Entre las empresas internacionales más próximas a nivel regional y que ofrecen precios más competitivos que prestan servicios de calibración certificada se pueden mencionar el CENAM (Centro Nacional de Metrología) de México y LabCalMACNOR (Laboratorio de Calibración, Metrología, Aseguramiento de la Calidad y Normalización) ubicado en la Universidad de Costa Rica, entes especializados en la rama; que además de prestar servicios de calibración pueden realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos metrológicos utilizados.

Todos los servicios prestados por estas empresas son debidamente programados a partir de las necesidades y equipos de sus clientes, así como también tratan de cumplir con exactitud sus programas, para no interferir con sus actividades normales de producción.

A continuación se lista la tarifa de servicios prestados por el CENAM y el LabCalMACNOR en cuanto a masas y balanzas se refiere:

		CENAM	LabCalMACNOR
Servicio	Rango	Precio (\$)	Precio (\$)
Clase I (analíticas)	0 g a 300 g	78.00	90.00
Clase II	0 g a 2 kg	52.00	60.00
	0 g a 5 kg	64.00	76.00
	0 g a 50 kg	78.00	90.00
Clase III	0 g a 5 kg	52.00	60.00
	0 g a 50 kg	64.00	76.00
Clase F ₁ y F ₂	1 mg a 500 mg	39.00	46.00
	1 g a 200 g	34.00	40.00
	500 g a 1 kg	26.00	30.00
	2 kg a 30 kg	52.00	60.00
Clase M ₁ y M ₂	1 mg a 100 kg	26.00	30.00
	200 g a 1 kg	21.00	24.00
	2 kg a 30 kg	39.00	45.00

VENTAJAS

- No se necesita inversión para maquinaria.
- Se posee trazabilidad con laboratorios Internacionales.
- No se necesita capacitar personal para realizar las calibraciones o ajustes de los instrumentos, por lo tanto existe un ahorro de mano de obra, ayudando así a los estados financieros de la empresa.
- Se gana prestigio a nivel nacional e internacional por la participación de organismos especializados y reconocidos en el medio.
- No necesita un espacio físico determinado para la creación de un laboratorio.
- El tiempo de finalización es mucho más corto, ya que se cuenta con límite para realizar todas las calibraciones.

DESVENTAJAS

- La maquinaria es sumamente cara.
- Se tiene que programar la planta de producción de tal forma que no interfiera en los procesos normales de fabricación.

- Si se requiere de una calibración emergente no hay respuesta inmediata.
- Esta opción es mucho más cara que contratar instituciones nacionales que provean el servicio de calibración.
- La compañía tiene que regirse al tiempo asignado por la empresa que prestará el servicio.
- La distancias con el proveedor del cliente es muy grande.

5.6 EVALUACION Y SELECCION DE LA ALTERNATIVA.

Se diseñaron tres propuestas identificando las ventajas y desventajas de cada una de ellas.

PROPUESTA No.1:

- Creación de laboratorios secundarios de metrología industrial de masas y balanzas dentro de las empresas.

PROPUESTA No.2:

- Utilización de servicios de calibración de masas y balanzas a través de los entes nacionales acreditados.

PROPUESTA No.3:

- Outsourcing internacional para la calibración de masas y balanzas.

Para realizar la evaluación de cada una de las alternativas se analizaron los siguientes puntos:

1. Requerimientos técnicos

- Equipo Metrológico
- Infraestructura necesaria
- Trazabilidad de los equipos
- Tiempo de ejecución o puesta en marcha.

2. Costos

- Costos de adquisición de instrumentos y equipos
- Costos de servicios de calibración de entes nacionales
- Costos de servicios de calibración de entes internacionales

3. Ventajas

- Descripción de las ventajas que presentan cada una de las propuestas
- Comparación de ventajas entre las diferentes alternativas

4. Desventajas

- Descripción de las desventajas que presentan cada una de las propuestas
- Comparación de desventajas entre las diferentes alternativas

CUADRO COMPARATIVO DE PROPUESTAS

PROPUESTA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>CREACIÓN DE LABORATORIOS SECUNDARIOS DE METROLOGÍA INDUSTRIAL DE MASAS Y BALANZAS DENTRO DE LAS EMPRESAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Con la creación del laboratorio descrito, se establece una base técnica especializada dentro de la empresas que lo implemente, esto garantiza el cumplimiento de la exigencias de calidad. - Se cumple con las recomendaciones de la OIML referente a la calibración y verificación de instrumentos de pesar y patrones de masa. - Monitoreo constante de las actividades referentes a la medición de masa. - Disposición de instrumentación y equipo para realizar programas de calibración y verificación en períodos cortos de tiempo, lo que garantiza un mejor control de parámetros. - Se logra la especialización de los procesos en lo que a la medición de masas respecta. - Velocidad de respuesta a problemas de equipo e instrumentos. - Se cuenta con personal especializado, el cual garantiza el mantenimiento efectivo de las especificaciones de control y la búsqueda de mejoramiento de los procesos de calidad en lo referente a la metrología de masas y balanzas. - Ventajas competitivas en cuanto a la velocidad de respuesta y especialización de procesos con respecto a las empresas que no posean un laboratorio de este tipo. - Un laboratorio de este tipo, facilita el cumplimiento de especificaciones requerido en las de expansiones a nuevas líneas de productos o procesos, ya que coordina los lineamientos a cumplir simultáneo a la creación de estas expansiones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere de una investigación inicial de necesidades dentro de la empresa en <ul style="list-style-type: none"> - la que se ha de implementar. - Altos costos iniciales en infraestructura, mobiliario, instrumentación y equipo. - Inversión en especialización del recurso humano - Altos costos operativos. - Rentabilidad a largo plazo difícil de cuantificar. - Sub. utilización del equipo.
<p>UTILIZACIÓN DE SERVICIOS DE CALIBRACIÓN DE MASAS Y BALANZAS A TRAVÉS DE LOS ENTES NACIONALES ACREDITADOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - No se invierte en infraestructura. - Trazabilidad a patrones de laboratorios internacionales. - Programas de capacitación empresarial. - Respuestas inmediatas (corto plazo). - Asesoría para la adquisición de equipo metrológico. - Calibraciones realizadas por expertos en el ramo, conocen las condiciones ambientales en que debe calibrarse el equipo. - Mantenimiento a equipos de medición. - Se mantienen actualizadas las calibraciones. - No debe invertirse en equipo de calibración. - Se programan las actividades de calibración para no interrumpir los periodos de fabricación. - No se debe tener profesionales especialistas en la materia, ya que tecnifican a los operadores. - Se conoce realmente el estado del equipo. - Conocen la realidad empresarial nacional, ofreciendo así precios competitivos. - Conocen las necesidades fundamentales de las empresas por sector. - Inducción hacia procesos de certificación de normas ISO. - Gastos mínimos, respecto a otras propuestas. - Resultados a corto plazo (ventajas competitivas, aprovechamiento de materiales, reducción de costos, reducción de tiempos muertos por fallas en los equipos, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Dependencia del servicio externo. - Distancia del centro de calibración. - Los laboratorios nacionales existentes no realizan calibraciones para algunos equipos metrológicos (por ejemplo: balón volumétrico y probetas).
<p>OUTSOURCING INTERNACIONAL PARA LA CALIBRACIÓN DE MASAS Y BALANZAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - No se necesita inversión para maquinaria. - Se posee trazabilidad con laboratorios Internacionales. - No se necesita capacitar personal para realizar las calibraciones o ajustes de los instrumentos, por lo tanto existe un ahorro de mano de obra, ayudando así a los estados financieros de la empresa - Se gana prestigio a nivel Nacional e internacional por la participación de entes especializados y reconocidos en el medio. - No necesita un espacio físico determinado para la creación de un laboratorio. - El tiempo de finalización es mucho más corto, ya que se cuenta con limite para realizar todas las calibraciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - La maquinaria es sumamente cara. - Se tiene que programar la planta de producción de tal forma que no interfiera en los procesos normales de fabricación. - Si se requiere de una calibración emergente no hay respuesta inmediata. - Esta opción es mucho mas cara que contratar entes nacionales que provean el servicio de calibración. - La compañía tiene que regirse al tiempo asignado por la empresa que prestara el servicio. - La distancias con el proveedor del cliente es muy grande.

Después de haber analizado cada uno de los puntos anteriores, se escoge la propuesta que se consideró a criterio del grupo, es la más factible en su implementación, ya que representaba más bajos costos, y que a corto plazo generaría una evidente ventaja competitiva; es por eso que se seleccionó la alternativa 2.

De hecho, actualmente las empresas que se estudiaron (Molsa y Harisa), trabajan bajo el esquema de contratación de servicios de calibración realizados por entes certificados nacionales (CONACYT). Cabe mencionar, que debido a la posición en la que se encuentran estas empresas en ocasiones solicitan capacitación por instituciones internacionales de metrología.

La alternativa escogida puede ser aplicada a todas aquellas empresas del sector alimenticio afín.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES,
RECOMENDACIONES Y
OBSERVACIONES

En este capítulo se exponen las aportaciones del grupo de trabajo, como consecuencia de lo observado durante la realización de la investigación.

Se presentan las conclusiones y se hacen recomendaciones que a criterio del grupo de trabajo contribuirán en el entendimiento y optimización de los recursos utilizados en materia metrológica por parte de las empresas salvadoreñas.

Como punto final se hacen observaciones, surgidas durante la realización de la investigación.

OBJETIVOS:

- Describir las conclusiones surgidas como consecuencia de la investigación.
- Realizar recomendaciones que aporten a los objetivos de la investigación.
- Documentar las observaciones surgidas durante la investigación.

6.1 CONCLUSIONES

De la Metrología de masas y balanzas en la Industria Alimenticia de El Salvador.

- Los procesos de medición de masa son imprescindibles en la cadena de calidad de las industrias del sector alimenticio. Por su naturaleza operativa, estos procesos se valen continuamente de la medición y dosificación de materias primas, calibración de equipos, verificación y ajuste, y el cumplimiento de especificaciones de empaque para la comercialización de productos a nivel nacional e internacional.
- Por años la metrología de masas ha sido utilizada de manera empírica, es decir sin una base técnica adecuada que asegure la confiabilidad de las mediciones que se realizan. De aquí, la dificultad que se enfrenta en cuanto al desinterés existente por parte de la dirección de las empresas y la resistencia al cambio que se observa en la generalidad de las industrias salvadoreñas.
- La metrología de masas y balanzas, constituyen una ventaja competitiva para las empresas que pretenden en el futuro cercano ofrecer productos y servicios capaces de posicionarse en las preferencias de los mercados nacionales e internacionales, logrando así no solo la subsistencia financiera, sino el progreso y desarrollo sostenible.
- El consumidor no tiene, generalmente, medios propios para verificar la calidad, cantidad y condiciones sanitarias de los artículos que compra. Con el cumplimiento de los requisitos metrológicos, se toman en cuenta y se protegen los intereses del consumidor. Un aspecto relevante del desarrollo económico y social de un país es la satisfacción de las necesidades y preferencias de sus consumidores.

- En los países en desarrollo como El Salvador, la cooperación internacional en lo referente a la metrología reviste gran importancia ya que representa una fuente posible de transferencia de tecnología y facilita la exportación.
- Las actividades metrológicas y los costos e inversiones que estas implican, deben considerarse como medio facilitador del desarrollo de las industrias del país, debido al desarrollo general resultante en campos como salud, comercio, seguridad, y medio ambiente.

De los aspectos que afectan la calidad de los productos.

- Los aspectos relacionados con la cuantificación incorrecta de la masa, que inciden directamente en la calidad de los productos son los siguientes:
Medición y dosificación de las materias primas, métodos de medición intrínsecos en los procesos de producción, la adecuación de equipos e infraestructura utilizados para la cuantificación de la masa, los sistemas de control para la realización del empaque, la utilización de normas estándar efectivas y controladas, la capacidad técnica de el recurso humano que realiza y controla las mediciones.
- Es necesario contar con un subsistema de pruebas, el cual debe tener como meta el verificar el grado de cumplimiento de las exigencias en materia metrológica, con el objetivo de asegurar que se están obteniendo los resultados esperados, y en caso de no ser así, tomar las medidas necesarias para la reestructuración de ellos. Tomando como base los lineamientos de normalización internacional, para que una organización pueda realizar pruebas o ensayos con la confiabilidad necesaria.
- Un subsistema de pruebas debe cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:
 1. Enfatizar la búsqueda de las oportunidades de mejora, principalmente en lo referente al factor humano.

2. Imparcialidad e independencia.
3. Contar con personal suficiente, con responsabilidades definidas y con medios para garantizar la competencia del mismo.
4. Es preciso que las instalaciones cuenten con la protección apropiada para no invalidar los resultados y afectar la confiabilidad.
5. Se debe contar con los mecanismos y registros que permitan determinar el estado del equipo.
6. Mantener procedimientos e instrucciones de trabajo documentadas, accesibles y actualizadas sobre las técnicas de ensayo utilizadas, el uso y operación de los equipos y manipulación y preparación de las muestras.
7. Finalmente, se debe mantener un sistema de registros que incluya todas las observaciones, cálculos y datos derivados, calibraciones e informes finales de los ensayos.

De las masas y balanzas utilizadas.

- Luego de la observación directa y la consulta con el personal responsable en cada una de las empresas estudiadas, se concluye que se utilizan cinco tipos de masa, estos son: F1, F2, M1, M2, M3.
- Las masas de tipo E1 y E2, no se utilizan debido que la alta especialización que ofrecen no es necesaria para los procesos de control en las empresas en estudio.
- Las empresas en estudio reciben servicios de calibración por parte del CONACYT, por tanto la trazabilidad de los patrones utilizados es hacia los patrones del mismo y a través de estos, trazabilidad hacia patrones del Servicio Suizo de Calibraciones.

- En cuanto a los equipos de medición, se observa la existencia de balanzas y básculas de tipo electrónico y mecánico. En algunos casos surgen confusiones en cuanto a la capacidades y limitaciones de estos equipos.
- La calibración del equipo, es realizada por personal externo especializado en cada una de las empresa. Los resultados de dichas calibraciones son documentados a manera de historial para futuras referencias. Los intervalos entre calibraciones, varia en periodos que van, desde una vez por semana, hasta periodos semestrales.

De los problemas técnicos.

- El balance entre versatilidad y exactitud es un problema serio. Por una parte la incertidumbre del dispositivo de medición no necesita ser menor de $1/10$ del artefacto o del medidor bajo calibración. Una relación $1/5$ puede ser suficiente en muchos casos y, de esta manera, se pueden minimizar los costos. Por otro lado, un laboratorio de patrones debe estar en posición de realizar mediciones de mayor exactitud de la que pueda requerirse comúnmente a fin de satisfacer demandas futuras. Esta mayor exactitud puede requerirse si, por ejemplo, la cadena de medición es aumentada como consecuencia de la automatización.
- La inadecuada calibración en los equipos metrológicos genera no conformidades en la calidad de productos y por ende altos costos de producción debido a reprocesos, pérdidas materiales, desperdicios y otros.
- Las mediciones exactas no dependen solamente de laboratorios bien equipados, es indispensable contar con personal calificado y competente. Es decir, que existe una relación inversa entre el mejor y más exacto equipo de calibración con un personal técnico incapaz de manejarlo.

- Aspectos tales como vibraciones, temperatura, humedad relativa, son parte del entorno físico que debe controlarse en la búsqueda del cumplimiento de especificaciones y recomendaciones para garantizar la confiabilidad de las mediciones.

De la fiabilidad de las mediciones.

- La exactitud de las mediciones de masa que se realizan, dependen de gran cantidad de factores y especificaciones, que juntos forman un sistema metrológico de control. Gracias al avance de la ciencias en países de desarrollados, se cuenta hoy con información que dicta los pasos técnicos a realizar, estos avances son normados para su implantación dentro de las industrias a nivel mundial, por la Organización internacional de Metrología Legal.
- Para lograr que los procesos de medición de masa sean confiables y seguros, es necesario el cumplimiento de normas y recomendaciones de la OIML en lo que respecta a los patrones de masa y a los instrumento utilizados para la medición, estos incluyen aspectos técnicos que van desde métodos de almacenaje y cuidado de patrones e instrumentos, condiciones ambientales, infraestructura, hasta métodos específicos de calibración, verificación y ajuste, procedimientos metrológicos de control, niveles de exactitud y trazabilidad entre otros.
- La homologación de documentos internacionales es un aspecto poco explotado y muy necesario para el desarrollo sostenible, confiable y efectivo de la metrología de masas y balanzas, de modo que es necesario consultar e implementar documentos, tales como las recomendaciones internacionales de la OIML para desarrollar y apoyar sistemas de este tipo.

6.2 RECOMENDACIONES

Luego de realizada, la presente investigación, se presentan a continuación recomendaciones que ha criterio del grupo de trabajo, contribuirán al mejoramiento de la situación actual del uso de la metrología de masas y balanzas.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

- El CONACYT debe esforzarse en la divulgación de la metrología nacional, resaltando la importancia de la metrología de masas y balanzas en el desarrollo económico y social del país.
- El ente coordinador de metrología nacional, debe tomar en cuenta dentro de su plan de acción los siguientes objetivos:
 1. Protección al consumidor en el comercio, contra fraudes debido a mediciones incorrectas.
 2. Protección a la salud, contra daños causados por malas mediciones.
 3. Seguridad Industrial, para brindar protección contra accidentes causados por explosión, radiación etc.
 4. Control de calidad, de productos técnicos, agrícolas, farmacéuticos, etc.
 5. Procesamiento de bienes industriales, para asegurar la intercambiabilidad de partes en la producción masiva.
 6. Calidad ambiental, protegiendo a la población contra factores industriales, tales como ruido, radiación, o más generalmente, “contaminación del medio ambiente”.
 7. Control del acato de las leyes vigentes, al implantar controles para la correcta regularización.
 8. Ciencia, investigación y desarrollo, ya que todos los resultados experimentales están basados en mediciones.

A la industria salvadoreña en general.

- El objetivo que las industrias deben seguir al implantar un sistema metrológico es que pueda ser comparado (trazable) con los existentes en los países desarrollados.
- Las condiciones ambientales para realizar las mediciones exactas, si es posible, deben ser tales que no haya campos electromagnéticos parásitos, tampoco vibraciones mecánicas (por ejemplo, debidas a tráfico vehicular). Es necesario además, el acondicionamiento de aire y blindaje electromagnético externo para realizar mediciones de alta precisión. Cada caso individual requiere una investigación detallada.
- El personal del departamento de metrología debe estar capacitado, utilizando la experiencia de instituciones reconocidas localizadas en países industrializados.
- Debe recabarse asesoría de otros centros de mayor experiencia sobre el tipo de equipo necesario para las mediciones que se requieran. Con este fin es necesario realizar un estudio completo de la situación económica e industrial.
- La trazabilidad a patrones internacionales debe ser llevada a cabo en el Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM), o por comparaciones internacionales. Para esto es conveniente la membresía de la Convención del Metro. En la actualidad esta trazabilidad puede estar referida a laboratorios nacionales y extranjeros bien conocidos.

A las empresas en estudio.

- El personal técnico y científico requiere tener las siguientes características:

1. Una formación de excelencia y experiencia para llevar a cabo investigación, administración y proyectos especiales de investigación.
2. Técnicos para el trabajo de rutina.
3. Técnicos adiestrados para la construcción de dispositivos de prueba y para el mantenimiento de instrumentos.

- Las actividades existentes en metrología deben ser centralizadas dentro de las empresas.
- Deben tomarse acciones preventivas y correctivas en los casos en que se detecten irregularidades de tipo metrológico en los productos y servicios.
- Se deben mantener registros históricos que permitan monitorear los resultados obtenidos mediante el sistema de calidad.
- Se deben tener las responsabilidades y autoridad del personal debidamente definidas. Dicho personal debe contar con el nivel de competencia y capacitación necesaria para las actividades metrológicas que se llevan a cabo.
- Programar en las empresas, auditorías internas periódicas con el fin de determinar el nivel de conformidad del sistema con los parámetros establecidos en las normativas, ya sean nacionales como internacionales.

A la sociedad en general.

- Las actividades metrológicas de los países en desarrollo deben orientarse a las áreas de la metrología legal y de la metrología industrial, dejando de lado la metrología científica ya que esta última requiere recursos complejos y costosos, lo que se traduce en carga excesiva para la ya limitada capacidad nacional. Se recomienda entonces, satisfacer las necesidades de metrología científica que

puedan surgir con los instrumentos y medios disponibles en los laboratorios de la enseñanza superior y en otros ya existentes en las diversas instituciones.

- Un sistema metrológico legal o industrial debe de ser capaz de responder a exigencias internacionales en lo que respecta a metrología. Para esto deben ser amparadas recomendaciones emanadas por instituciones reconocidas a nivel internacional en este campo.
- Se debe poseer un buen sistema de calibración y un conjunto de patrones nacionales de medida, a los cuales todas las mediciones sean comparadas (trazabilidad).
- El desarrollo metrológico de El Salvador, debe ser relevante tanto a las necesidades industriales, de ciencia y tecnología como al bienestar y mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.
- Deben protegerse los intereses económicos y sociales de los usuarios y consumidores en lo referente a la calidad, seguridad y salubridad de los productos y servicios.
- A fin de acoplar el grado de desarrollo de los servicios de medición con el crecimiento de la industria, debe establecerse una organización jerárquica que consista de laboratorios de prueba con trazabilidad en sus mediciones hacia los patrones nacionales.

A la Universidad Don Bosco para implementar la carrera de Técnico en Metrología.

- Durante la investigación se comprobó una alta capacidad en el personal que labora en los laboratorios del Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología (CITT), y una escasez de personal capacitado en el área de metrología de masas y

balanzas dentro del sector Industrial de El Salvador. Es por ello que se recomienda a la Universidad Don Bosco crear a mediano plazo la carrera técnica de metrología, ya que se aprovecharía la existencia del Laboratorio de Metrología Industrial, el cual ofrece en la actualidad servicios de calibración en las Industrias, siendo poco explotado para la cátedra de metrología, ya que esta además de estar incluida como materia optativa de la carrera de Ingeniería Industrial, carece de prácticas de laboratorios. La formación de técnicos en metrología contribuirá al desarrollo industrial en esa área.

A la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Don Bosco.

- Debido a que se cuenta con la infraestructura y personal capaz de fundamentar el aprendizaje técnico en lo que a metrología de masas y balanzas respecta, se deben realizar esfuerzos en la difusión de la importancia y conocimiento de este tema, ya que representa oportunidades profesionales importantísimas para los futuros ingenieros que se formen en la UDB, y por tanto beneficios para la sociedad salvadoreña.

A otras universidades privadas y estatal.

- Se recomienda a todas aquellas instituciones que ofrecen formación en áreas de ingeniería, proponer cambios en sus programas de estudio actuales, de manera que, previo un estudio pedagógico, se incluya dentro del nuevo programa, como mínimo un semestre de la cátedra de Metrología.

Esto, si bien es cierto, no lograría la especialización de los futuros ingenieros, pero si aportaría una base técnica, de la que hoy se carece.

6.3 OBSERVACIONES

Se hacen a continuación observaciones destinadas a la mejor comprensión del lector sobre tópicos específicos hasta aquí desarrollados.

De la investigación.

- Para la realización de la presente investigación se fijaron objetivos de tipo descriptivo, esto permitió definir las variables del problema en estudio. Se hizo además un análisis de los costos implícitos necesarios para implementar un sistema metrológico versus los beneficios que este podría producir. Dicho análisis es de tipo cualitativo y no cuantitativo. Esto permitirá al lector identificar aquellas áreas en las que habrá que realizar inversiones para lograr los beneficios de la metrología industrial de masas y balanzas.

Del sector industrial estudiado.

- Se examinó el sector productor de harinas de la industria alimenticia de El Salvador. Como puede observarse en las empresas en estudio, este sector parece en primera instancia, contar con grandes avances en lo que a prácticas metrológicas de masas y balanzas respecta; sin embargo, no debe perderse de vista que las prácticas que hoy utilizan, son parte de los procesos de certificación de las normas ISO 9000 que han alcanzado o que están por alcanzar, por tanto entonces son sistemas bastante recientes. Esto permitió, gracias a la experiencia de las personas con las que se contactó, indagar y documentar los procesos metrológicos previos a la certificación, así como los problemas técnicos y deficiencias que se enfrentan en procesos metrológicos no certificados.

De la cultura en El Salvador.

- La resistencia al cambio, es el principal síntoma del arraigo de costumbres entre las personas, esto dificulta el cumplimiento de los objetivos operativos trazados en los sistemas metrológicos.

- La Metrología, es un tema de reciente incursión en el ámbito industrial nacional, por lo que la labor de difusión y concientización debe ser manejada estratégicamente y a corto y mediano plazo, para facilitar el éxito de las actividades de implantación y desarrollo dentro de las organizaciones.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Algunos Aspectos sobre Normalización, Metrología y Calidad, Lic. Porfirio Lizano Madrigal, Ministerio de Economía y Comercio, San José, Costa Rica.
- Curso Intermedio de Metrología de Masas y Balanzas, Dirección de Metrología, 1998, UCR.
- Función Metrológica de la Empresa, Fundamentos de Metrología, Parte IV, Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC.
- Fundamentos de Normalización, Metrología y Control de la Calidad. Gomez-Napier, L. y Otros, Centro Nacional de Enseñanza en Normalización, 1980, La Habana, Cuba.
- Manual del Curso #6, Metrología Industrial, Asociación Costarricense para el Desarrollo de la Calidad, UCR.
- Metodología de la Investigación, Roberto Hernández Sampieri, Editorial Mc Graw Hill, 1998, Segunda Edición.
- Metrología, Normalización y Pruebas, Guillen, A., Escuela de Ingeniería Industrial, UCR.
- Metrología, Carlos Gonzáles Gonzáles, Editorial Mc Graw Hill, 1998, Segunda Edición.
- Norma Técnica Colombiana, NTC 1848, ICONTEC.
- Programa de Metrología, Aseguramiento de la Calidad y Gestión Ambiental, Instituto de Investigación de Ingeniería , Facultad de Ingeniería, Friman, S. y Vásquez, UCR.
- Una Sana Medida, Metrología y Calidad Industrial, Ignacio Lira C., Esc. de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, 1995, Santiago de Chile.
- Vocabulario Internacional de Términos Fundamentales y Generales de Metrología, Querétaro, México, Segunda Edición.

- <http://inn.cl>
- <http://mt.com>
- <http://www.conacyt.gob.sv>
- <http://www.oiml.org/publications.htm>
- <http://www.sartorius.com>

Bibliografía de Masas y Balanzas:

Norma	Descripción
OIML R 76-1	Non automatic weighing instruments. Part 1: metrological and technical requirements-test.
OIML R 76-2	Non automatic weir instruments. Part 2: pattern evaluation report.
OIML R 111	Weights of classes E ₁ , E ₂ , F ₁ , F ₂ , M ₁ , M ₂ , M ₃ .
OIML R 33	Conventional value of the result of weighing in air.
OIML R 47	Standard weights for testing of high capacity weighing.
OIML R 50	Continuous totalizing automatic weighing instruments Part 1 and Part 2.
OIML R 52	Hexagonal weights, ordinary accuracy class from 100 to 50 kg.
OIML R 74	Electronic weighing instruments.
OIML D 5	Principle for the establishment of hierarchy schemes for measuring instrument.
OIML D 6	Documentation for measurement standards and calibration devices.
OIML D 10	Guide lines for the determination of recalibration intervals of measuring equipment used in testing laboratories.
OIML D 16	Principles of assurance of metrological control.
OIML D 18	General principles of the use of certified reference materials in measurements.
OIML D 19	Pattern evaluation and pattern approval.
OIML D 20	Initial and subsequent verification of measuring instruments and processes.

VII. GLOSARIO DE ACRONIMOS

A lo largo del desarrollo de la presente investigación fueron utilizados una serie de acrónimos con el fin de abreviar los nombres de una serie de instituciones. La siguiente lista detalla el significado de los acrónimos utilizados en el trabajo.

ASI: Asociación Salvadoreña de Industriales

BANAFI: Banco Nacional de Fomento Industrial

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

BIPM: Bureau International des Poids et Mesures

CCE: Comité de Cooperación Económica de Centroamérica

CENAP: Centro Nacional de Productividad

CENTA: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria

CEPAL: Comisión Ejecutiva para América Latina

CIIU: Clasificación Internacional Industrial Uniforme

COEXPORT: Comité de Exportación

COMCYT: Comisión Interamericana de Ciencia y Tecnología

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

CONAPLAN: Consejo Nacional de Planificación

COPANT: Comisión Panamericana de Normas Técnicas

CTCAP: Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica y Panamá

CYTED: Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

FODA: Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

FUNDE: Fundación Nacional para el Desarrollo

FUSADES: Fundación Salvadoreña para el desarrollo

G.V.C.: Grupo de Voluntarios Civiles

HARISA: Harinas de Calidad S.A. de C.V.

IAAC: Asociación Interamericana de Acreditación

ICAITI: Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial

IFS: Internacional Foundation for Sciencie

INCONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
INSAFOP: Instituto Salvadoreño de Fomento de la Producción
ISO: Organización Internacional para la Estandarización
LabCalMACNOR: Laboratorio de Calibración, Metrología, Aseguramiento de la Calidad y Normalización de Cuba
LATU: Laboratorio Tecnológico de Uruguay
MCCA: Mercado Común Centroamericano
MKS: Sistema Gravitacional (Metro, Kilogramo, Segundo)
MNPC: Sistema de Metrología, Normalización, Pruebas y Calidad
MOLSA: Molinos de El Salvador S.A. de C.V.
NTC: Norma Técnica Colombiana
OEA: Organización de Estados Americanos
OEI: Organización de Estados Iberoamericanos
OIML: Organización Internacional de Metrología Legal
ONNUM: Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida de Costa Rica
PAP: Proyecto de Acción Potenciador
PEPAC: Planificación Estratégica para el Aseguramiento de la Calidad
PTB: Physikalisch-Technische Bundesanstalt
PYMES: Pequeña y Microempresa de El Salvador
REDHUCYT: Red Hemisférica Interuniversitaria de Ciencia y Tecnología
RE-TE: Asociación de Técnicos para la Solidaridad y la Cooperación Internacional
SI: Sistema Internacional
SIM: Sistema Internacional de Metrología
TQM: Total Quality Management
UCA: Universidad Centroamericana José Simeón Cañas
UDB: Universidad Don Bosco
UES: Universidad de El Salvador
VIM: Vocabulario Internacional de Metrología

VIII. GLOSARIO DE TERMINOS

Aseguramiento de la calidad: Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la adecuada confianza de que un producto o servicio satisfará los requisitos dados sobre la calidad.

Alcance: Valor máximo del campo de medida.

Balanza: instrumento de medición que se utiliza para determinar la masa de un cuerpo usando la acción de la gravedad sobre ese cuerpo. A esta acción se le denomina pesar. El instrumento puede ser usado para determinar otras cantidades, magnitudes, parámetros y características relacionadas con la masa.

Calibración: Conjunto de operaciones que tienen por objeto determinar el valor de los errores de un patrón, instrumento o equipo de medida y proceder a su ajuste o expresar aquellos mediante una tabla o curva de corrección. El resultado de una calibración permite la estimación de los errores de indicación del instrumento de medida, sistema de medida o medida material, o la asignación de valores a las marcas de escalas arbitrarias.

Calidad: La totalidad de rasgos y características de un producto y / o servicios dirigidos a satisfacer las necesidades establecidas o implícitas.

Campo de Medida: Intervalo de valores que pueden tomar la magnitud a medir con un instrumento, de manera que el error de medida, operando dentro de las condiciones de empleo, sea inferior al máximo especificado para el instrumento. Un aparato puede tener varios campos de medida.

Control de calidad: Técnicas y actividades operacionales que se usan para cumplir los requisitos de calidad.

Deriva: Es la variación lenta en el tiempo de una característica metrológica de un instrumento de medición.

Desviación negativa: Ocurre cuando el método alternativo da un resultado negativo sin confirmación y el método de referencia da un resultado positivo. Esta desviación se convierte en un resultado negativo falso cuando puede demostrarse que el resultado verdadero es positivo.

Desviación positiva: Ocurre cuando el método alternativo da un resultado positivo sin confirmación y el método de referencia da un resultado negativo. Esta desviación se convierte en un resultado positivo falso cuando puede demostrarse que el resultado verdadero es negativo.

Diseminación de unidades: Proceso, en sucesivos escalones, que tiene por objeto facilitar a empresas y organismos a partir de patrones primarios u otros aceptados como tales, patrones de nivel de precisión inferior.

Dispersión: Grado de separación o diseminación que presentan las observaciones o medidas de una serie. Normalmente se estima por el valor máximo absoluto de las desviaciones de dicha serie.

División de la Escala: Intervalo entre dos valores sucesivos de la escala. Existen instrumentos de división constante y de división variable.

E₁: Pesas destinadas a asegurar la trazabilidad (véase la norma OIML R 33, literal A.3) entre los patrones de masa nacionales (con valores derivados del Prototipo Internacional del kilogramo) y pesas de la clase E₂ e inferiores.

E₂: Pesas destinadas a la verificación inicial de las pesas de la clase F₁.

Las pesas o juegos de pesas de la clase E₂ deben ir acompañadas siempre de un certificado de calibración; se pueden usar como pesas clases E₁ si cumplen con los requisitos para rugosidad superficial y susceptibilidad magnética de las pesas clase E₁ y sus certificados de calibración presenta los datos apropiados.

Escala: Conjunto ordenado de signos en el dispositivo indicador que representan valores de la magnitud medida.

Especificidad: Grado en que un método se ve afectado por los otros componentes en una muestra con múltiples componentes. Un método específico es el que no se ve afectado por ninguno de los otros componentes.

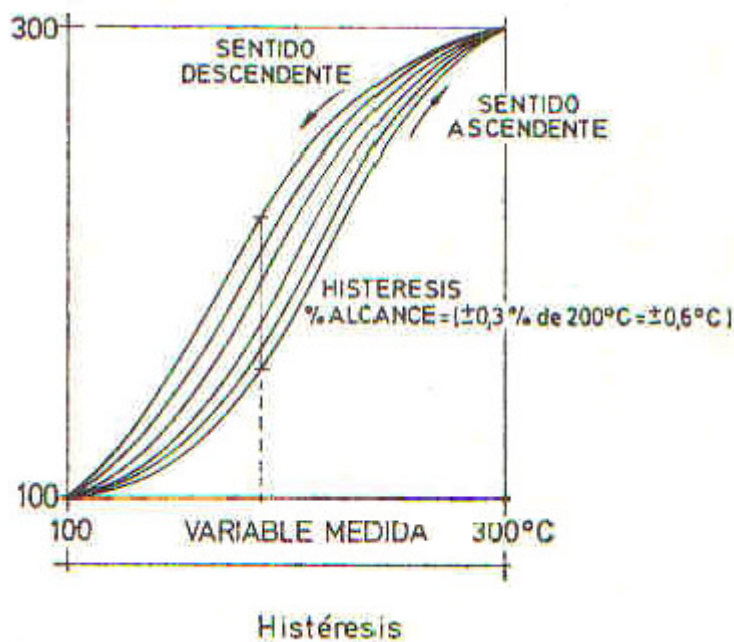
Exactitud: aptitud de un instrumento de medición para dar respuestas próximas al valor verdadero.

F₁: Pesas destinadas a la verificación inicial de las pesas de la clase F₂.

F₂: Pesas destinadas a la verificación inicial de las pesas de las clases M₁ y posiblemente M₂.

Fiabilidad: Facultad de un elemento, servicio o proceso para realizar una función requerida bajo condiciones establecidas, durante un tiempo determinado. Generalmente se expresa por un número que indica la probabilidad que se cumpla esta característica.

Histéresis: La histéresis es la diferencia máxima que se observa en los valores indicados por el índice o la pluma del instrumento para el mismo valor cualquiera del campo de medida, cuando la variable recorre toda la escala en los dos sentidos, ascendente y descendente. Se expresa el porcentaje del alcance de la medida. Por ejemplo, si en el instrumento es de $\pm 0.3\%$ su valor será de $\pm 0.3\%$ de $200^\circ\text{C} = \pm 0.6^\circ\text{C}$. En la siguiente figura pueden verse las curvas de histéresis:



Incertidumbre: A sido práctica usual llamar precisión a la expresión cuantitativa de los errores de medida. La tendencia moderna es reservar esta palabra como término cualitativo, y emplear incertidumbre para la expresión cuantitativa.

M₁: Pesas destinadas a la verificación inicial de las pesas de la clase M₂.

M₂: Pesas destinadas a la verificación inicial de las pesas de la clase M₃.

Magnitud: característica o cualidad que tiene un cuerpo o sustancia que permite darle una calidad y un valor al mismo. Por ejemplo: la masa es una magnitud, ya que es una característica de un cuerpo o sustancia que permite darle valor (un número con una unidad de medición) y una calidad expresada por la incertidumbre con la que se obtuvo, es decir, permite distinguirla cualitativamente y determinarla cuantitativamente.

Masa: cantidad de materia de los cuerpos, es una magnitud invariable. Físicamente se define como el producto de la densidad por el volumen.

Masa Convencional: Valor convencional del resultado de pesaje en el aire, de acuerdo con la norma OIML R 33.

Para un pesaje tomado a 20°C, la masa convencional es la masa de una pesa de referencia de una densidad de 8000 kg m⁻³ que ésta equilibra en aire a una densidad de 1.2 kg m⁻³.

Material de referencia: Material o sustancia, en la cual uno o más valores de sus propiedades son suficientemente homogéneos y están claramente establecidos como para poder ser utilizados en la calibración de un aparato, la evaluación de un método de medida o la asignación de valores a materiales.

Material de referencia certificado: Material de referencia acompañado de un certificado, en el cual uno o más valores de sus propiedades han sido certificados mediante un procedimiento que establece su trazabilidad con una realización exacta de la unidad en la que se expresan los valores de dichas propiedades. Cada valor certificado se acompaña de una incertidumbre con las indicaciones de un nivel de confianza.

Peso: es la fuerza con la cual el cuerpo es atraído por la tierra. Es una magnitud vectorial y la dirección de este vector es la dirección de la fuerza de gravedad.

Precisión: cualidad que caracteriza la aptitud de un instrumento para dar indicaciones próximas al valor verdadero de la magnitud medida; teniendo en cuenta tanto los errores sistemáticos como los aleatorios.

Precisión relativa: Grado de concordancia entre los resultados del método evaluado y los obtenidos utilizando un método de referencia, como los proporcionados por los Organismos Nacionales de Normalización o el Organismo Internacional de Normalización (ISO) .

Repetibilidad: Grado de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas de la misma magnitud, obtenidos con el mismo método, por el mismo observador, con los mismos instrumentos de medida, en el mismo laboratorio y a intervalos de tiempo suficientemente cortos.

Reproducibilidad: Grado de concordancia entre los resultados de mediciones aisladas de la misma magnitud y con el mismo método pero en condiciones diferentes; por ejemplo, con diferentes instrumentos de medida, por diferentes observadores, en diferentes laboratorios, a intervalos de tiempo suficientemente grandes comparados con la duración de una medición, en diferentes condiciones de empleo de los instrumentos de medida, etc.

Reversibilidad: Diferencia de las indicaciones de un instrumento de medida cuando se mide el mismo valor de la magnitud, bien creciendo o bien decreciendo esta.

Sensibilidad: La sensibilidad de un instrumento de medida para un valor dado de la magnitud medida, se expresa por el cociente entre el incremento observado de la variable y el incremento correspondiente de la magnitud medida.

Trazabilidad: Cualidad de la medida que permite referir la precisión de la misma a un patrón aceptado o especificado, por medio del conocimiento de las precisiones de los sucesivos escalones de medición a partir de dicho patrón.

Validación: actividad cuyo propósito es demostrar que el método o medición realizada es apta y que los resultados tienen una incertidumbre aceptable.

Verificación: es la comprobación de que los instrumentos para medir estén conformes a normas y disposiciones reglamentarias.

CLASE DE EXACTITUD MINIMA DE LAS PESAS USADAS CON INSTRUMENTOS DE PESAJE.

Las clases de exactitud de las pesas usadas con los instrumentos de pesaje se deben escoger de acuerdo a los requisitos de la norma OIML R 76.

F₁, E₂: pesas destinadas a ser usadas con instrumentos de pesaje de exactitud clase I.

F₂: pesas destinadas a ser usadas en transacciones comerciales importantes (por ejemplo, oro y piedras preciosas), con instrumentos de pesaje de exactitud clase II.

M₁: pesas destinadas a ser usadas con instrumentos de pesaje de exactitud clase II.

M₂: pesas destinadas a ser usadas con instrumentos de pesaje de exactitud clase III.

M₃: pesas destinadas a ser usadas con instrumentos de pesaje de exactitud clase III y IIII.

ANEXOS

INDICE DE ANEXOS

ANEXO I

INFORMACION SOBRE EL CONACYT.....238

ANEXO II

TABLAS DE PESOS, MEDIDAS Y UNIDADES DE LONGITUDES.....243

ANEXO III

METRO DE ARCHIVO.....250

ANEXO IV

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.....252

ANEXO V

REFERENCIA MINISTERIO DE HACIENDA.....263

ANEXO VI

ENCUESTA.....265

ANEXO VII.....272

RECOMENDACIÓN R-111 OIML

ANEXO VIII.....300

CLASES DE EXACTITUD DE PESAS

ANEXO IX.....302

TIPOS DE BALANZAS EXISTENTES

ANEXO X.....305

CARTA DE TRAZABILIDAD

ANEXO XI.....307

INVENTARIO DE EQUIPO METROLOGICO DE LAS EMPRESAS

ANEXO I

ANEXO II

Hazte un arca de maderas resinosas. Haces el arca de carrizo y la calafateas por dentro y por fuera con betún. Así es como lo harás: longitud del arca, trescientos codos, su anchura cincuenta codos, y su altura treinta codos. Hacer al arca una cubierta y a un codo la remataras por encima, pones la puerta del arca en un costado y haces un primer piso, un segundo y un tercero. Génesis, 6:14-16

Abraham se dirigió presuroso a la tienda, a donde Sara, y le dijo: Aprestas tres arrobas de harina de sémola, amasa y haz unas tortas. Génesis, 18:6

Respondió Efron a Abraham: Señor mío escúchame: Cuatrocientos ciclos de plata por un terreno, ¿qué nos suponen a mí y a ti? Sepulta a tu muerta. Abraham accedió y peso a Efron la plata que este había pedido a oídas de los hijos de Het: cuatrocientos siclos de plata corriente de mercader. Génesis, 23:14-15

Compro a los hijos de Jamor, padre de Siquem por cien agnos la parcela de campo donde había desplegado su tienda. Génesis, 33:19

Descripción de las medidas enunciadas en los libros y versículos:

Agno. Medida monetaria

Arroba. Medida de peso que equivale a 11 ½ Kg.

Gomor (gomer). Medida de capacidad 1/10 de una efa =3.7 litros

Obolos (del gr. Obolos, moneda de escaso valor). Peso antiguo (0.6 gramos) = moneda antigua (14 céntimos). Donación, donativo.

Siclo. Moneda de plata usada en Israel. Unidad de peso que utilizaban los babilonios, los fenicios y los judíos.

Talento. Cierta moneda de oro, raíz de la parábola evangélica de los servidores que sacaron fruto de los talentos o suma de dinero confiadas por su amo.

A continuación se mencionan las tablas de peso y medidas del Antiguo y Nuevo Testamento.

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS.

La siguiente tabla incluye solamente los términos más comunes mencionados en la Biblia. Los equivalentes son aproximaciones generales, ya que los patrones no fueron siempre los mismos en todas partes ni durante largos periodos.

En el Antiguo Testamento

Pesos y Monedas		
Gera	1/20 del siclo	0.57 gramos de plata
Siclo	la unidad básica	11.4 gramos de plata
Libra de plata	50 siclos	570 gramos de plata
Talento		como 34 kilogramos

Medidas Lineales		
Palmo Menor	ancho de la mano	7.5 centímetros
Palmo*	la unidad básica	22.5 centímetros
Codo*	del codo a la punta de los dedos	45 centímetros
Caña		cerca de 3 metros

Medidas de capacidad		
a) para áridos		
Gomer	1/10 de un efa	3.7 litros
Seah	1/3 de un efa	12.3 litros
Efa	la unidad básica	37 litros
Homer	10 efas	370 litros
b) para líquidos		
Log	1/12 de un hin	0.5 litros
Hin	1/6 de un bato	6.2 litros
Bato	Igual al efa	37 litros
Coro	10 batos	37 litros

* En el libro de Ezequiel, el palmo es de 26 centímetros y el codo es de 52 centímetros.

Tiempo: Vigilia. Los hebreos tenían tres vigiliias nocturnas de aproximadamente igual duración.

Pesos y Monedas		
Blanca (del gr. Lestón)	1/8 asarion	
Cuadrante (del gr. Kodrantes)	1/4 asarion	
Cuarto (del gr. Asarion)	1/16 denario	
Denario	Representaba por lo general el salario diario de un jornalero	4 gramos de plata
Dracma	Aproximadamente igual al denario	3.6 gramos de plata
Siclo	4 dracmas	14.4 gramos de plata
Libra de plata	100 dracmas	360 gramos de plata
Talento	6000 dracmas	21600 gramos de plata
Libra (Jn. 12:3)		327.5 gramos

En el Nuevo Testamento

Medidas lineales		
Codo		45 centímetros
Braza	4 codos	1.80 metros
Estadio	400 codos	180 metros
Milla		1480 metros
Camino de un día de reposo		como 1080 metros

Medidas de capacidad	
Almud (del gr. Modio) (Mt.15; Mr.4:21; Lc. 11:33)	8.75 litros
Medida (del gr. sato) (Mt.13:33; Lc.13:21)	13 litros
Barruk (del gr. bato) (Lc.16:6)	37 litros
Medida (del gr. koro) (Lc. 16:7)	370 litros
Cantaro (del gr. Metretes) (Jn. 2:6)	40 litros

Tiempo:

Hora: el día se contaba desde la salida del Sol hasta la puesta del mismo, y se dividía en doce horas (Jn. 11:9). De igual manera, la noche se dividía en doce horas, las que contaban desde la puesta del Sol hasta su salida (Hch. 23:23). La duración de las horas variaba de acuerdo con las estaciones del año.

UNIDADES DE LONGITUD EN EPOCAS ANTIGUAS

En la historia de la humanidad ha habido dos tipos de sistemas de medidas de longitud, uno de Oriente y otro en Occidente. En Oriente el sistema sino-japonés se originó en las áreas del río Hoang Ho (río amarillo) y del río Indo. En Occidente, por otra parte, el sistema inglés tuvo su origen en la civilización que se desarrolló a lo largo de los ríos Nilo, Tigris y Eufrates (400 a. C.)

Medida	Parte del Cuerpo
Pie	Pie
Duim	Pulgar
Dedo	Dedo
Pouse	Pulgar

Como se muestra, en las épocas antiguas la longitud de diferentes partes del cuerpo humano parece haberse usado como unidad de longitud.

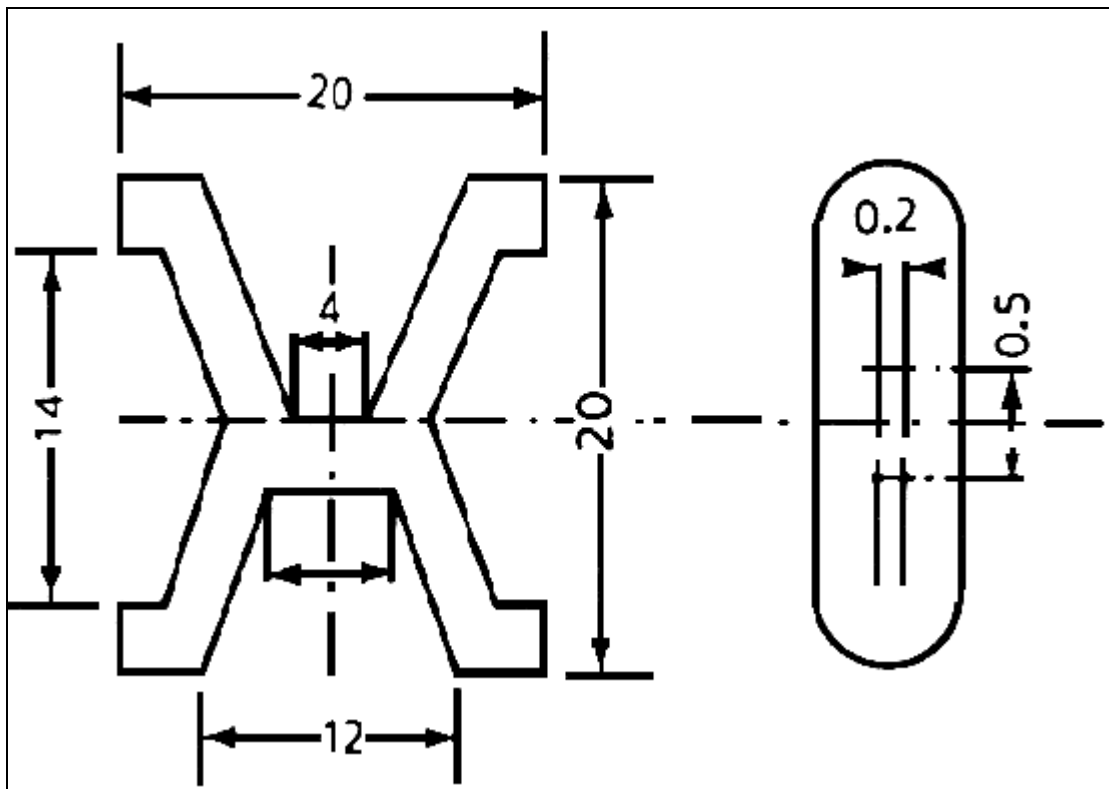
Milla	60 estadios
Estadios	60*12 codos
1 Cupito	30 dedos

En la época babilónica se usaban las siguientes unidades:

- a) Cupito significa codo, y es la medida del antebrazo que equivale aproximadamente a 500 mm.
- b) Un estadio es la distancia que cubre un hombre caminando a velocidad normal, desde el momento en que el Sol empieza a salir, hasta el tiempo en que aparece completo en el horizonte (cerca de dos minutos). Un estadio equivale a 185 o 195 metros.

ANEXO III

METRO DE ARCHIVO



ANEXO IV

ANALISIS COSTO BENEFICIO.

De acuerdo al planteamiento estratégico anteriormente analizado, se procede a identificar las áreas en las cuales será necesario realizar egresos, así como los beneficios que se percibirán, como consecuencia de la aplicación del presente diagnóstico.

En la siguiente tabla, se presenta un desglose de los rubros de los costos y los beneficios que el grupo de trabajo detectó como posibles, en la consecución de los planes descritos.

Con este análisis cualitativo, lo que se pretende, es hacer una comparación entre las inversiones que se deberán realizar y la retribución obtenida debido a ella. Esto, por cuanto, el enfoque de la investigación es sistemático y no económico, característica que fue definida en los objetivos de la investigación.

CUADRO RESUMEN-ANALISIS COSTO BENEFICIO

Plan	Actividades	Responsable	Rubro de costos	Beneficios
Organización	Diagnóstico metrológico	Grupo de Trabajo	Gastos por documentación	Cuantificación y calificación de los recursos
	Acreditación de laboratorios (otras instituciones, universidades)	Otras instituciones, universidades	Gastos administrativos, capacitación del personal de los laboratorios en auditorias metrológicas	Integración del sistema, laboratorios ejecutan funciones que le deben corresponder
Infraestructura	Adaptación de laboratorios universitarios	Universidades privadas y estatal	Acondicionamiento de instalaciones, equipo de calibración	Fortalecimiento metrológico del sistema, mejoría de instalaciones, mejora en la calidad del servicio
Personal	Capacitación del personal	Laboratorio de calibración, otras instituciones	Tiempo del personal del laboratorio, materiales y suministros	Mejor calidad del servicio, disminución de la variabilidad de los procesos, motivación del personal, aumento del nivel de conocimientos

COSTOS INVOLUCRADOS EN CALIDAD

1. COSTOS DE LA PREVENCION

- 1.1 Revisión de contratos / documentos
- 1.2 Prueba de calificación del diseño del producto
- 1.3 Costos de prevención de las compras
- 1.4 Planeación de la calidad de los proveedores
- 1.5 Costos de prevención de las operaciones (manufactura o servicio)
- 1.6 Planeación de la calidad de las operaciones
- 1.7 Diseño y desarrollo de la medición y equipo de control de la calidad
- 1.8 Mejoramiento de la calidad
- 1.9 Auditorias del sistema de calidad
- 1.10 Otros costos de la prevención

2. COSTOS DE LA EVALUACION

- 2.1 Inspecciones y pruebas de materiales recibidos
- 2.2 Equipo de medición
- 2.3 Planeación de inspecciones, pruebas y auditorias de operaciones
- 2.4 Auditorias de la calidad del producto o servicio
- 2.5 Inspecciones y pruebas de instalación
- 2.6 Mediciones del control de procesos
- 2.7 Soporte al laboratorio
- 2.8 Equipo de medición (inspección y prueba)
- 2.9 Trabajo de mantenimiento y calibración
- 2.10 Aprobaciones y certificaciones externas
- 2.11 Revisión de los datos de pruebas e inspecciones

3. COSTOS POR FALLAS INTERNAS

- 3.1 Costos de la revisión de materiales y de las medidas correctivas
- 3.2 Costos de la detección o análisis de fallas (operaciones)

4. COSTOS POR FALLAS EXTERNAS

4.1 Investigación de quejas/servicio al cliente o usuario

4.2 Devolución de productos

1. COSTOS DE LA PREVENCIÓN

Son los costos de todas las actividades planeadas específicamente para evitar que los productos o servicios sean de calidad deficiente.

1.1 REVISIÓN DE CONTRATOS / DOCUMENTOS

Son los costos destinados a la revisión y evaluación de los contratos de los clientes o de otros documentos que repercuten en las necesidades del producto o del servicio (como las normas correspondientes de la industria, las regulaciones del gobierno o las especificaciones internas del cliente), a fin de determinar la capacidad de la compañía para cumplir con las especificaciones antes de aceptar las condiciones del cliente.

1.2 PRUEBA DE CALIFICACIÓN DEL DISEÑO DEL PRODUCTO

Son los costos erogados al planear y aplicar las pruebas de calificación de los nuevos productos y los cambios importantes hechos a los productos ya existentes. Incluyen los gastos de la inspección y prueba de una cantidad suficiente de unidades de calificación en condiciones normales y en los extremos de los parámetros ambientales (condiciones del caso peor). Las inspecciones y pruebas se llevan a cabo para verificar el cumplimiento de todos los requisitos de diseño o, cuando ocurren fallas, para identificar claramente dónde se requiere el rediseño. Se aplican pruebas de calificación a las unidades de prototipos, a las series piloto de producción o una muestra de los productos iniciales. (Algunas fuentes califican esto como un costo de evaluación).

1.3 COSTOS DE PREVENCIÓN DE LAS COMPRAS

Son los que se erogan para asegurarse de las piezas, materiales o procesos de los proveedores cumplan con las normas y para reducir al mínimo el impacto que no ajustarse a las especificaciones tiene en la calidad de los productos o servicios. Influyen las actividades que se llevan a cabo antes y después de terminar los compromisos de orden de compras.

1.4 PLANEACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS PROVEEDORES

Es el costo de planear las inspecciones y pruebas de suministros y fuentes de insumos que se requieren para determinar la aceptación de los productos de los proveedores. Incluyen preparar los costos necesarios de los documentos y desarrollo del equipo recién adquirido de inspección y pruebas.

1.5 COSTOS DE PREVENCIÓN DE LAS OPERACIONES (MANUFACTURA O SERVICIO)

Son los costos realizados para garantizar la capacidad y madurez de las operaciones para cumplir con las normas y requisitos de la calidad; la planeación del control de calidad para todas las actividades relacionadas con la producción, y la capacitación del personal operativo en la calidad.

1.6 PLANEACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS OPERACIONES

Es el costo total para desarrollar los procedimientos necesarios de la inspección de los productos o servicios y de pruebas y auditorías; los sistemas de documentación de la calidad y las normas de confección o hechura para asegurarse de que se logren uniformemente los resultados aceptables de calidad.

También abarca los costos totales de diseño y desarrollo de mediciones nuevas o especiales y las técnicas, calibradores y equipo de control.

1.7 DISEÑO Y DESARROLLO DE LA MEDICION Y EQUIPO DE CONTROL DE LA CALIDAD

Es el costo de los ingenieros, planificadores y diseñadores del equipo de pruebas; los ingenieros de los calibradores; los ingenieros planificadores y diseñadores del equipo de inspección.

1.8 MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

Son los costos destinados al desarrollo y a la introducción de los programas de mejoramiento de la calidad en toda la compañía, a fin de promover el conocimiento de las oportunidades de mejoramiento y brindar a los individuos oportunidades especiales de participar y contribuir.

1.9 AUDITORIAS DEL SISTEMA DE LA CALIDAD

Es el costo de las auditorías realizadas para observar y evaluar la eficacia global del sistema y procedimientos de administración de la calidad. A menudo las lleva a cabo un equipo del personal de administración. La auditoría de un producto es un costo de la evaluación.

1.10 OTROS COSTOS DE LA PREVENCION

Representan todos los demás gastos del sistema de calidad no mencionados y cuyo fin específico es prevenir una calidad deficiente del producto o servicio.

2. COSTOS DE LA EVALUACION

Son los costos asociados a la medición, evaluación o auditoría de los productos o servicios para garantizar la observancia de las normas de calidad y del desempeño.

2.1 INSPECCIONES Y PRUEBAS DE MATERIALES RECIBIDOS

Son los costos totales de las inspecciones y pruebas normales rutinarias de los materiales, productos y servicios comprados. Estos costos representan los costos

básicos de la evaluación de los bienes adquiridos como parte permanente de una función normal de la inspección de los materiales recibidos.

2.2 EQUIPO DE MEDICION

Es el costo de la adquisición (depreciación o costos del gasto), de la calibración y mantenimiento del equipo de medición, los instrumentos y calibradores con que se evalúan los insumos comprados.

2.3 PLANEACION DE INSPECCIONES, PRUEBAS Y AUDITORIAS DE OPERACIONES

Son los costos de la planeación de inspecciones, pruebas y auditorías que se aplican al producto o servicio en algunos puntos o áreas de trabajo durante todo el proceso de las operaciones, incluido el punto de la aceptación final del producto o servicio. Abarca también el costo total de las muestras que se necesitan para las pruebas destructivas. Es el costo básico de la evaluación de operaciones. No incluye el costo de la detección de fallas, de reelaboración, de reparación ni de clasificar los lotes rechazados, todos los cuales se definen como costos de fallas.

2.4 AUDITORIAS DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO O SERVICIO

Son los gastos del personal que realiza las auditorías de la calidad de los productos o servicios en proceso o terminados.

2.5 INSPECCIONES Y PRUEBAS DE INSTALACION

Es el costo de las inspecciones y pruebas de la instalación o de las primeras piezas con que se garantiza que todas las combinaciones de máquinas y herramientas están bien ajustadas para obtener productos aceptables antes de iniciar los lotes de producción o que el equipo de procesamiento de servicios (entre ellos, el equipo de aceptación y pruebas) es aceptable al comenzar un nuevo día, un turno u otro periodo.

2.6 MEDICIONES DEL CONTROL DE PROCESOS

Es el costo de las mediciones planeadas que se aplican al equipo/materiales (la temperatura del horno o de la densidad del material, por ejemplo) de procesamiento del producto o servicio en línea para garantizar la observancia de las normas preestablecidas. Abarca los ajustes realizados para conservar resultados aceptables.

2.7 SOPORTE DEL LABORATORIO

Es el costo total de las pruebas de laboratorio necesarias para apoyar los planes de la evaluación del producto o servicio.

2.8 EQUIPO DE MEDICION (INSPECCION Y PRUEBAS)

El equipo del control de mediciones y procesos se requiere como parte integral de las operaciones evaluativas, por lo cual se incluyen el costo de su adquisición (depreciación o gastos), calibración y mantenimiento. El control de este equipo garantiza la integridad de los resultados, sin lo cual peligraría la eficacia del programa de evaluación.

2.9 TRABAJO DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACION

Es el costo del equipo, los instrumentos y los calibradores de evaluación de la inspección, calibración, mantenimiento y control que se emplean al evaluar los procesos, productos o servicios de soporte se ajusten a las normas.

2.10 APROBACIONES Y CERTIFICACIONES EXTERNAS

Es el costo total de las aprobaciones o certificaciones externas que se requieren, como el Underwriter's Laboratory, ASTM o una dependencia del gobierno estadounidense. Abarca el costo de la preparación y presentación de la muestra, así como los enlaces necesarios hasta la obtención definitiva. Abarca también el costo del enlace con los clientes.

2.11 REVISION DE LOS DATOS DE PRUEBAS E INSPECCIONES

Son los costos efectuados para revisar y probar periódicamente los datos antes de liberar el producto para su envío; por ejemplo, determinar si se cumplieron las normas del producto.

3. COSTOS POR FALLAS INTERNAS

Son los costos resultantes de los productos y servicios que no se ajustan a las normas ni a las necesidades del cliente/usuario. Estos costos se presentan antes de entregar o enviar el producto de prestar el servicio al cliente.

3.1 COSTOS DE LA REVISION DE MATERIALES Y DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS

Son los costos destinados a la revisión y eliminación de los productos o servicios que no se ajustan a las especificaciones y de las medidas correctivas que se requieren para prevenir la recurrencia.

3.2 COSTOS DE LA DETECCION O ANALISIS DE FALLAS (OPERACIONES)

Es el costo del análisis de fallas (físicas, químicas o de otra índole) realizado por laboratorios externos u obtenido de ellos para apoyar la identificación de la causa original de los defectos. (Algunos lo Incluyen en el costo de la prevención)

4. COSTOS POR FALLAS EXTERNAS

Son los costos resultantes de los productos o servicios que no cumplen con las normas o con las necesidades del cliente/usuario. Ocurren después de entregar o enviar el producto y durante la prestación del servicio al cliente o después de prestárselo.

4.1 INVESTIGACIONES DE QUEJAS/SERVICIO AL CLIENTE O USUARIO

Es el costo total de investigar, resolver y responder a las quejas o preguntas de cada uno de los clientes o usuarios, lo cual entre otras cosas incluye el servicio necesario de campo.

4.2 DEVOLUCION DE PRODUCTOS

Es el costo total de evaluar y reparar o reemplazar los productos que el cliente o usuario rechaza a causa de problemas de calidad. No incluye las reparaciones efectuadas como parte del mantenimiento o de un contrato de modificaciones.

ANEXO V

ANEXO VI

La siguiente encuesta tiene como fin, conocer el uso actual de las prácticas metrológicas de la industria alimenticia en El Salvador.

De antemano agradecemos su colaboración.

INSTRUCCIONES:

Favor coloque en el cuadro de la derecha, la letra del literal que a su criterio, corresponde a la realidad de la empresa.

La respuesta "no aplica" significa que la actividad de la que se pregunta no se lleva a cabo en la empresa.

IDENTIFICACION

Nombre de la empresa: _____

Ubicación de la empresa: _____

Cargo que usted desempeña: _____

SISTEMA DE CALIDAD

¿Existen prácticas de calidad en la empresa?

- a) Si
- b) No
- c) No aplica

RESPUESTA

¿Tienen documentadas sus políticas y objetivos en materia de calidad?

- a) Si
- b) No
- c) No aplica

RESPUESTA

¿Poseen en la empresa laboratorios de control de calidad?

- a) Si
- b) No
- c) No aplica

RESPUESTA

¿Materias primas, contenido neto, empaque, estandarización; son factores que influyen en la calidad de sus productos?

- a) Si

- b) No
- c) No aplica

RESPUESTA

¿Sabe usted que es metrología?

- a) Si
- b) No
- c) No aplica

RESPUESTA

Si la respuesta anterior fue el literal a), defínalo:

¿Debido a que la empresa está orientada a la fabricación de productos alimenticios, considera la magnitud “masa”, importante?

- a) Si
- b) No

RESPUESTA

¿Considera que la información impresa en el empaque de sus productos es confiable?

- a) Si
- b) No

RESPUESTA

¿Ha recibido reclamos de calidad a causa del punto anterior?

- a) Si
- b) No

RESPUESTA

¿Utiliza fuentes de información tales como: registros, resultados de auditorías, reclamos de clientes; para detectar y analizar posibles causas de no conformidad?

- a) Si
- b) No

RESPUESTA

SISTEMA DE METROLOGIA

¿Poseen un departamento de metrología en la empresa?

a) Si

b) No

c) No aplica

RESPUESTA

¿Tienen habilitado el control metrológico en la empresa?

a) Si

b) No

c) No aplica

RESPUESTA

¿Realizan algún tipo de revisión aleatoria para verificar el buen funcionamiento de sus equipos metrológicos?

a) Si

b) No

c) No aplica

RESPUESTA

¿Existen auditorías internas de tipo metrológico dentro de la empresa?

a) Si

b) No

RESPUESTA

1) ¿Qué entiende por calibración?

a) Ajuste

b) Comparación con patrón

c) Verificación

RESPUESTA

¿Qué magnitudes requieren calibración para el control de calidad de materias primas, producto en proceso o producto terminado?

a) Masa, Presión, Temperatura

b) Volumen, Masa, Presión

c) Longitud, Temperatura, Volumen

d) Temperatura, Volumen, Masa

e) Masa, Longitud, Presión

f) Volumen, Presión, Temperatura

g) Otras

RESPUESTA

¿Qué tipo de equipo de medición posee la empresa?

a) Mecánico (análogo)

b) Electrónico (digital)

c) Ambos

d) Otros _____

RESPUESTA

¿Qué tipos de masas poseen?

a) E₁, E₂

b) F₁, F₂

c) M₁, M₂, M₃

d) E₁, E₂, F₁, F₂

e) E₁, E₂, M₁, M₂, M₃

f) F₁, F₂, M₁, M₂, M₃

g) Otros

RESPUESTA

2) ¿Qué entiende por incertidumbre?

a) Error

b) Valor verdadero

c) Intervalo permisible

d) Otro _____

RESPUESTA

Existen básculas y balanzas, balanzas hasta los 50 kg; a partir de los 50 kg básculas. ¿La empresa posee?

a) Balanzas

b) Básculas

c) Ambas

d) Ninguna

RESPUESTA

¿Calibran las pesas y/o las balanzas?

- a) Si
- b) No
- c) No aplica

RESPUESTA

Si la respuesta anterior fue el literal b), por favor pase a la pregunta No.28

¿Con qué frecuencia realizan la calibración?

- a) Diario
- b) Semanal
- c) Mensual
- d) Trimestral
- e) Semestral
- f) Anual
- g) Nunca

RESPUESTA

¿Quiénes realizan la calibración de su equipo?

- a) Personal externo
- b) Personal de la empresa
- c) Compañía internacional

RESPUESTA

¿Enfrentan problemas técnicos por no calibrar su equipo?

- a) Si
- b) No

RESPUESTA

Si la respuesta anterior fue el literal a), defina el tipo de problemas:

¿Registran los resultados de las calibraciones de sus equipos?

a) Si

b) No

RESPUESTA

CERTIFICACION

¿Están certificados por las normas ISO 9000?

a) Si

b) No

RESPUESTA

¿Posee la empresa algún tipo de certificación?

a) Si

b) No

RESPUESTA

¿Cree usted que el estar certificado ofrece una ventaja sustancial ante la competencia?

a) Si

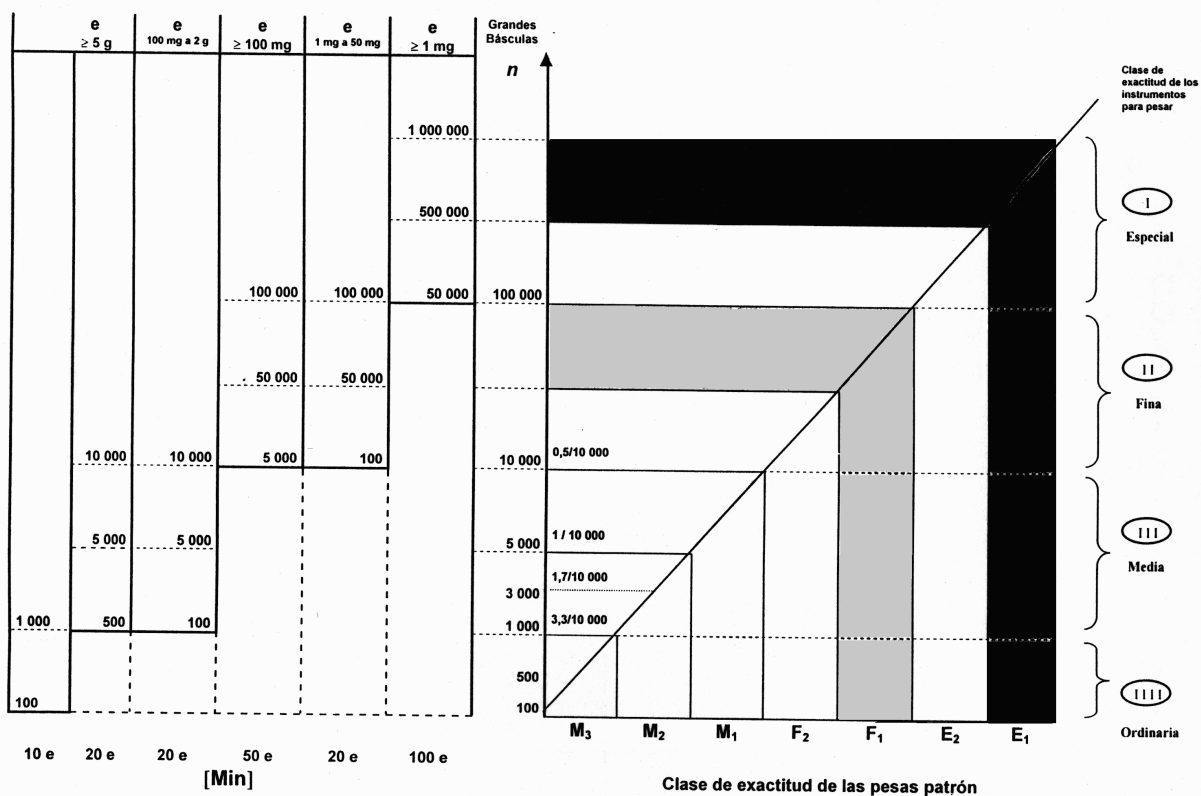
b) No

RESPUESTA

ANEXO VII

ANEXO VIII

Selección de la clase de exactitud de las pesas para la calibración de instrumentos para pesar



ANEXO IX

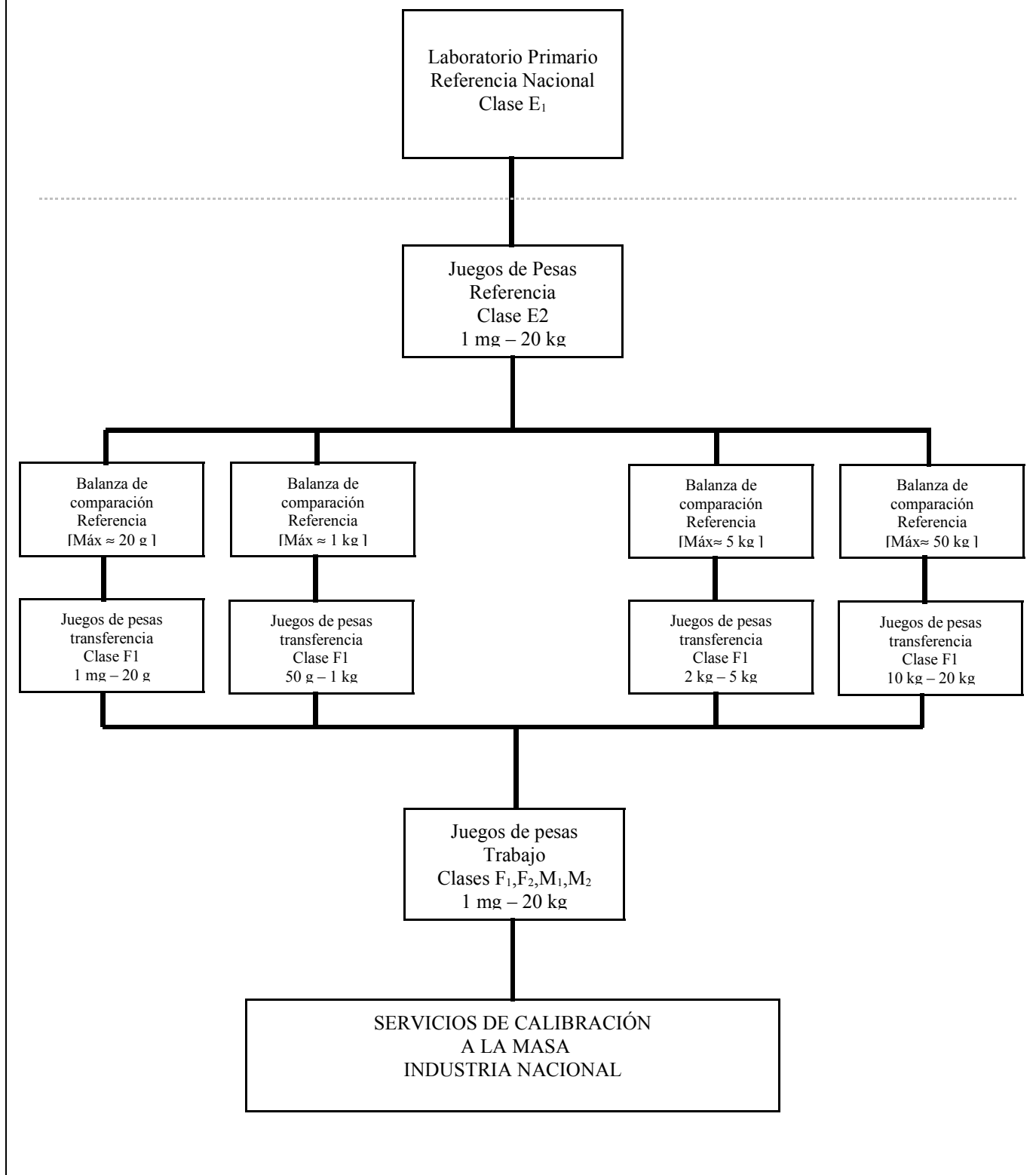
_TIPOS DE BALANZAS EXISTENTES.

1. Balanza a la Décima: balanza de brazos desiguales en la que la carga aplicada se compensa con pesas, cuya masa total es la décima parte de la carga aplicada.
2. Balanza Analítica: balanza de alta resolución, clases I y II, susceptibles de ser utilizada para análisis químico, por su capacidad y precisión de lectura: semi micro balanza, micro balanza, ultra micro balanza.
3. Balanza Automática de pesaje discontinuo: pesas objetos de masa diferente.
4. Balanza comercial: de venta directa, al publico de precisión III para el vendedor y comprador.
5. Balanza Cuenta Piezas.
6. Balanza de Ampere: es una balanza electrodinámica.
7. Balanza de Astil de Brazos.
8. Balanza de Beranger: balanza comercial.
9. Balanza de Brazos Iguales: justicia.
10. Balanza de Calibración de Elevada Precisión.
11. Balanza de Clasificación: sirve para constatar si la masa de un cuerpo se sitúa en el interior, por encima o por debajo de un limite.
12. Balanza de Control.
 - Control de cantidades dosificadas de masa y volumen.
 - Las maquinas de llenado automático.
13. Balanza Deniers: sirve para determinar hilos textiles
14. Balanzas de dos Rangos: poseen dos rangos distintos 300 g y 3000 g.
15. Balanzas de Dosificación. dosifica flujo de materia.
16. Balanza de Equilibrio Automático. equilibrio sin intervención manual.
17. Balanza de Equilibrio Semi Automático: equilibrio con intervención manual.
18. Balanza de Farmacia: balanza de precisión, adecuada para aplicaciones en farmacia.
 - Balanza de Funcionamiento Automático: dosifica y clasifica automática.
 - Balanza de Funcionamiento No Automático: Interviene el operador.
19. Balanza de Mohr: balanza hidrostática que lleva el nombre de su inventor.

20. Balanza de Pesa Cursora: el equilibrio es alcanzado por un dispositivo de cursor.
21. Balanzas de pesas Incorporadas.
22. Balanza de Platillo Único.
23. Balanza de Quilates: pesas piedras preciosas.
24. Balanza de Sedimentación: sirve para el análisis granulométrico de los sedimentos.
25. Balanza de Tasación: sirve para fijar las tasas de transporte (dos indicadores: de peso y de tasa)
26. Balanza domestica: de poca precisión no sometida a la verificación de uso casero.
27. Balanza Electromecánica: sirve para determinar la intensidad de una corriente eléctrica.
28. Balanza Hidrostatica: sirve para determinar la masa volumica de los líquidos.
29. Balanzas Pesa Bebes: dispositivo de canastilla
30. Balanza Peso/Precio.
31. Balanza de Baño: balanza de resorte.

ANEXO X

CARTA DE TRAZABILIDAD



ANEXO XI

-
Inventario de equipos de medición (Balanzas).

Los equipos utilizados son de tipo digital y de tipo análogo. A continuación se detalla las balanzas de la Marca Mettler Toledo, utilizadas en las empresas en estudio.

Balanzas Comparadoras Marca: Mettler Toledo			
MODELO	CAPACIDAD MAX.	RESOLUCION	REPETIBILIDAD
AT106H	111 g	1 mg	1.5 μ
AT10005	10011 μ g	1 μ g	2 μ g
UMT5	5.1 g	0.1 μ g	0.25-0.4 μ g
AT21	22 g	1 μ g	2 μ g
MD106	Manipulador para incorporación a una AT106		
PR2004	2300 g	0.1 mg	0.3 mg
PR2003	5100 g	1 mg	1.5 mg
KA10-3	15 kg	0.002 g	0.006 g
KCC100-2	150 kg	0.05 g	0.15 g
KE5000	6000 kg	5/10 g (seleccionable)	100 g

Incertidumbre:

En las dos empresas se utilizan los métodos de calibración de equipos y patrones tal y como se describe en documentos de la OIML.

Esto les ha permitido identificar, basados en las características de los equipos con los que cuentan, la incertidumbre, la cual miden a través de un intervalo de error o tolerancia.

Por ejemplo:

Para los productos empacados, en las presentaciones de 50 lbs y 100 lbs, utilizan una tolerancia de ± 100 g, en la medición final.