

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO PARA
CONTROL DE CALIDAD EN UNA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROCIO ELIZABETH REYNA RODRIGUEZ

ASESORADO POR EL ING. ESTUARDO EDMUNDO MONROY BENÍTEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, ABRIL DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
EXAMINADORA	Inga. Telma Marisela Cano Morales
EXAMINADORA	Inga. Casta Petrona Zeceña Zeceña
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE UN LABORATORIO FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO PARA CONTROL DE CALIDAD EN UNA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 28 de agosto de 2009.



Rocío Elizabeth Reyna Rodríguez

Guatemala 10 de enero de 2011

Ingeniero

Williams Guillermo Álvarez

Director de Escuela de Ingeniería Química

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Williams Álvarez

Por este medio le envío mi dictamen de aprobación del informe final de trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DE UN LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE CONTROL DE CALIDAD PARA UNA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS”**. Trabajo final de graduación que podrá continuar el proceso tras la aprobación de la terna evaluadora por la estudiante universitaria **ROCIO ELIZABETH REYNA RODRIGUEZ** con carné No. **200610993**, quien cursa la Carrera de Ingeniería Química y es asesorado y supervisado por mi persona.

Sin otro particular y agradeciendo de antemano su colaboración.

Atentamente,

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE QUIMICA



Ing. Estuardo Monroy
Catedrático Universitario
Ingeniería del Azúcar, Diseño de Equipo
Universidad de San Carlos de Guatemala.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Guatemala, 17 de marzo de 2011
Ref.EIQ.TG.76.2011

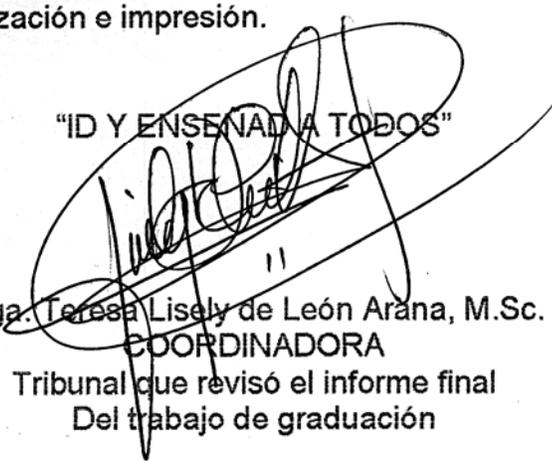
Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el Acta TG-712010-B-IF le informo que reunidos los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del informe final del trabajo de graduación, para optar al título de **INGENIERA QUÍMICA** a la estudiante universitaria, **Rocío Elizabeth Reyna Rodríguez**, identificada con carné No. 2006-10993, titulado: "DISEÑO DE UN LABORATORIO FISCOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO PARA CONTROL DE CALIDAD EN UNA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS", el cual ha sido asesorado por el Ingeniero Químico Estuardo Edmundo Monroy Benítez.

Habiendo encontrado el referido informe final **satisfactorio**, se procede a recomendarle autorice a la estudiante **Reyna Rodríguez**, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"


Inga. Teresa Lisely de León Arana, M.Sc.
COORDINADORA
Tribunal que revisó el informe final
Del trabajo de graduación



ESCUELA DE
INGENIERIA QUIMICA

C.c.: archivo



El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **ROCÍO ELIZABETH REYNA RODRÍGUEZ** titulado: **“DISEÑO DE UN LABORATORIO FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO PARA CONTROL DE CALIDAD EN UNA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS”**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía; C.Dr.
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, abril de 2011

Cc: Archivo
WGAM/ale



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN LABORATORIO FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO PARA CONTROL DE CALIDAD EN UNA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS**, presentado por la estudiante universitaria **Rocío Elizabeth Reyna Rodríguez**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, abril de 2011

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Por ser el padre que siempre soñé, mi razón de ser, el que me consiente, me da su amor y me respalda, el que merece todo éxito y logro que pueda obtener

Mi madre

Por ser esa mujer virtuosa que se describe en Proverbios 31:10. Porque soy un reflejo de su amor, cuidado y dedicación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XIX
ABSTRACT.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Leche, definición y composición	3
2.1.1. Proteínas de la leche	4
2.1.2. Grasa de la leche.....	4
2.1.3. Hidratos de carbono.....	5
2.1.4. Sales minerales	5
2.2. Microbiología de la leche y productos lácteos	5
2.2.1. Bacterias en la leche y productos lácteos	5
2.2.1.1. Bacterias lácticas.....	6
2.2.1.2. Bacterias coliformes	6
2.3. Elaboración de productos lácteos.....	6
2.3.1. Elaboración de queso	6
2.3.1.1. Esquema general elaboración de quesos	7
2.3.1.2. Leche para elaboración de quesos	9
2.3.1.3. Coagulación de la leche	10

2.3.1.4.	El corte de la cuajada.....	11
2.3.1.5.	Prensado de la cuajada.....	11
2.3.1.6.	Salado en la elaboración de quesos	12
2.3.2.	Elaboración de <i>Ricotta</i> (requesón) y queso mozzarella.....	13
2.3.3.	Elaboración de quesos de pasta blanda y crema.....	13
2.4.	Normas	14
2.4.1.	Análisis fisicoquímicos	14
2.4.1.1.	Agua.....	14
2.4.1.2.	Leche	15
2.4.2.	Métodos de análisis microbiológico.....	16
2.4.3.	Especificaciones a cumplir	16
2.5.	Consideraciones ambientales para el diseño de laboratorios	17
2.5.1.	Definiciones.....	18
2.5.1.1.	Grado I	18
2.5.1.2.	Grado II	18
2.5.1.3.	Grado III	18
2.5.2.	Generalidades.....	19
2.5.2.1.	Sonido acústico.....	19
2.5.2.2.	Conteo de partículas de polvo.....	20
2.5.2.3.	Protección de campos eléctricos y magnéticos.....	21
2.5.2.4.	Presión de aire en el laboratorio	22
2.5.2.5.	Iluminación	23
2.5.2.6.	Humedad relativa	24
2.5.2.7.	Temperatura.....	24
2.5.2.8.	Vibración	25
2.5.2.9.	Voltaje	25

2.6.	Especificaciones técnicas del laboratorio	26
2.6.1.	Almacenamiento de reactivos	26
2.6.2.	Aislamiento de productos químicos.....	28
2.6.3.	Residuos asimilables a urbanos reciclables.....	28
2.6.4.	Equipos de seguridad	29
2.6.4.1.	Extintores.....	29
2.6.4.2.	Lavaojos	29
2.6.4.3.	Duchas de seguridad	29
2.6.4.4.	Duchas de seguridad y fuentes lavaojos	30
2.6.5.	Diseño del mobiliario.....	30
2.6.5.1.	Generalidades.....	30
2.6.5.2.	Mesas de trabajo y pasillos de apartados	31
2.6.5.3.	Superficies de trabajo.....	31
2.6.5.4.	Características	31
2.6.5.5.	Estanterías	32
2.6.5.6.	Fregaderos.....	32
2.6.5.7.	Mesas anti vibratorias	32
2.6.6.	Sistema preliminar de tuberías.....	32
2.6.6.1.	Tuberías de gas propano	33
3.	DISEÑO METODOLÓGICO	35
3.1.	Variables.....	35
3.2.	Delimitación de campo de estudio	35
3.3.	Recursos humanos disponibles	36
3.4.	Recursos materiales disponibles	37
3.5.	Técnica cualitativa	37
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información.....	38
3.7.	Ordenamiento y procesamiento de la información.....	39

3.7.1.	Selección de ensayos analíticos fisicoquímicos:.....	39
3.7.2.	Selección de ensayos analíticos microbiológicos para aplicar en las muestras de control	40
3.7.3.	Selección de equipo e instrumentos	40
4.	RESULTADOS	41
4.1.	Puntos críticos de control para la toma de muestras en el proceso de fabricación de productos lácteos.....	41
4.2.	Métodos para el análisis de muestras del proceso de fabricación de productos lácteos.....	46
4.2.1.	Método de toma de muestra	46
4.2.2.	Métodos de análisis fisicoquímico	48
4.2.2.1.	Determinación de acidez titulable.....	48
4.2.2.2.	Determinación de densidad relativa	48
4.2.2.3.	Determinación de cenizas	49
4.2.2.4.	Determinación de proteínas	49
4.2.2.5.	Determinación de sólidos totales.....	50
4.2.2.6.	Determinación del contenido de grasa (método de <i>Babcock</i>)	50
4.2.2.7.	Determinación de las impurezas macroscópicas (sedimentos).....	51
4.2.2.8.	Determinación del punto de congelación de la leche.....	52
4.2.2.9.	Determinación de grasa en quesos.....	52
4.2.2.10.	Determinación del índice de refracción en el suero acético de la leche.....	53
4.2.3.	Métodos de análisis microbiológico.....	54

4.2.3.1.	Recuento de bacterias coliformes y <i>Escherichia Coli</i>	54
4.2.3.2.	Detección y recuento de <i>Staphylococcus Aureus</i>	57
4.2.3.3.	Determinación de la reductasa.....	60
4.2.3.4.	Determinación de la fosfatasa método rápido de <i>Scharer</i>	61
4.2.3.5.	Recuento total en placa.....	62
4.2.3.6.	Determinación de la fosfatasa residual en quesos.....	63
4.3.	Equipo y aparatos	64
4.3.1.	Determinación de acidez titulable	65
4.3.2.	Determinación de la densidad relativa	66
4.3.3.	Determinación de cenizas	66
4.3.4.	Determinación de proteínas	67
4.3.5.	Determinación de sólidos totales	67
4.3.6.	Determinación del contenido de grasa (método de <i>Babcock</i>)	68
4.3.7.	Determinación de las impurezas macroscópicas (sedimentos)	69
4.3.8.	Determinación del punto de congelación de la leche	70
4.3.9.	Determinación de grasa en quesos.....	71
4.3.10.	Determinación del índice de refracción en el suero acético de la leche	72
4.3.11.	Recuento de bacterias coliformes y <i>Escherichia Coli</i>	72
4.3.12.	Detección y recuento de <i>Staphylococcus Aureus</i>	73
4.3.13.	Determinación de la reductasa.....	75

4.3.14.	Determinación de la fosfatasa método rápido de <i>Scharer</i>	75
4.3.15.	Determinación de la fosfatasa residual en quesos	77
4.4.	Planos	78
4.4.1.	Diseño general.....	78
4.4.1.1.	Pisos	78
4.4.1.2.	Techo	79
4.4.1.3.	Distribución de equipo y mobiliario.....	79
4.4.2.	Diseño de sistemas auxiliares.....	83
4.4.2.1.	Sistema preliminar drenajes y tuberías de fluidos.....	83
4.4.3.	Sistema eléctrico.....	87
4.4.3.1.	Instalación eléctrica.....	87
4.4.3.2.	Iluminación	89
4.4.4.	Ventilación y aire acondicionado.....	91
4.5.	Especificaciones para consideraciones ambientales	93
4.5.1.	Sonido.....	93
4.5.2.	Conteo de partículas de polvo.....	94
4.5.3.	Iluminación	95
4.5.4.	Presión.....	96
4.5.5.	Humedad.....	97
4.5.6.	Temperatura.....	98
4.5.7.	Voltaje	99
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	101
	CONCLUSIONES	107
	RECOMENDACIONES.....	109

BIBLIOGRAFÍA.....	111
APÉNDICE.....	113
ANEXOS.....	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Laboratorio fisicoquímico actual.....	2
2.	Incompatibilidades de almacenamiento de productos químicos peligrosos.....	27
3.	Ordenamiento de la información.....	38
4.	Procesamiento de la información.....	39
5.	Diagrama de flujo del proceso de producción de lácteos.....	45
6.	Equipo para toma de muestras.....	65
7.	Crioscopio de <i>Hortvet</i>	70
8.	Plano planta: amoblada.....	80
9.	Plano planta: hidráulicas.....	85
10.	Plano planta: drenajes.....	86
11.	Plano planta: eléctricas-fuerza.....	88
12.	Plano planta: iluminación.....	90
13.	Plano planta: ventilación y aire acondicionado.....	92
14.	Sonómetro.....	93
15.	Contador de partículas de polvo.....	94
16.	Luxómetro.....	95
17.	Manómetro.....	96
18.	Termo higrómetro.....	97
19.	Termómetro.....	98
20.	Multímetro.....	99

TABLAS

I.	Composición de la leche de vaca.....	3
II.	Especificaciones, análisis de leche y quesos.....	17
III.	Identificación de los puntos críticos de control para la toma de muestras.....	41
IV.	Número de muestras a tomar por lote y presentación de los productos.....	47
V.	Equipo área fisicoquímica.....	81
VI.	Equipo área fisicoquímica especial.....	81
VII.	Equipo área microbiológica.....	82
VIII.	Especificaciones técnicas sonómetro.....	93
IX.	Especificaciones técnicas contador de partículas.....	94
X.	Especificaciones técnicas luxómetro.....	95
XI.	Especificaciones técnicas manómetro.....	96
XII.	Especificaciones técnicas termo higrómetro.....	97
XIII.	Especificaciones técnicas termómetro.....	98
XIV.	Especificaciones técnicas multímetro.....	99

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
h'	Altura del local
d	Altura del plano de trabajo al techo
h	Altura entre el plano de trabajo y las luminarias
d'	Altura entre luminarias y techo
b	Ancho del local
c.s.p.	Cantidad suficiente para
cm	Centímetros
P	Coeficiente de reflexión
F_M	Factor de mantenimiento o conservación
FU	Factor de utilización
Φ_i	Flujo luminoso de una lámpara
Φ_r	Flujo luminoso total
E	Iluminancia media deseada
K	Índice del local
kg	Kilogramos
kV	Kilovoltio
a	Largo del local
m	Metros

m²	Metros cuadrados
mA	Miliamperios
mm	Milímetros
mm²	Milímetros cuadrados
mV	Milivoltios
N	Newtons
n	Número de lámparas por luminaria
N	Número de luminarias
Ω	Ohmios
Pa	Pascales
plg	Pulgadas
rms	Raíz cuadrada media total
S	Superficie del plano de trabajo
V	Voltios
W	Watts

GLOSARIO

Antideflagrante	Que elimina o reduce el peligro de explosión.
Bacterias butíricas	Bacterias (diacetílicas) formadoras de ácidos y aromas, de la nata, entre las que se encuentran <i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. diacetylactis</i> y <i>Lactococcus lactis subsp. cremoris</i> bv. <i>citrovorum</i> .
Bacterias coliformes	Pertenecen a la familia enterobacteriaceae, son bacilos de pequeña longitud, anaerobios facultativos, que se encuentran presentes en el intestino, estiércol, suelo y aguas fecales.
Bacterias lácticas	Son tanto bacilos como cocos, pero no tienen la propiedad de formar esporas. Son anaerobias facultativas y son destruidas por el calor a 72-75°C durante 15-20 segundos.
Caldo de cultivo	Disolución adecuada para la proliferación de determinados microorganismos.

Calostro	El calostro es la secreción láctea obtenida 15 días antes y cinco días después del parto. El calostro es ligeramente viscoso, de sabor salino, color amarillo a pardo y se coagula cuando es expuesto al calor.
Cenizas en la leche	Es el producto resultante de la incineración de los sólidos totales de la leche en las condiciones que fija el ensayo.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normalización.
Cuajo	El cuajo es un extracto del estómago de ternera, cuyo principio activo es una enzima llamada renina.
Densidad relativa de la leche	Es la relación entre las masas de volúmenes iguales de leche y de agua destilada, ambas a 20°C.
Envase primario	Es todo recipiente que tiene contacto directo con el producto, con la misión específica de protegerlo de su deterioro, contaminación o adulteración y de facilitar su manipuleo.
Envase secundario	Es todo recipiente que tiene contacto con uno o más envases primarios, con el objeto de protegerlos y facilitar su comercialización

hasta llegar al consumidor final. El envase secundario usualmente es usado para agrupar en una sola unidad de expendio, varios envases primarios. El envase secundario también se designa como "empaque".

***Escherichia
Coli***

Bacteria coliforme que fermenta la lactosa con producción de gas a 45.5°C y que producen indol a partir de triptofano a 35°C, cuando se realiza el análisis de acuerdo al método descrito en el procedimiento correspondiente.

**Inspección
por muestreo**

Es el procedimiento de inspección que consiste en verificar una o más muestras del lote para determinar la calidad del mismo.

Lactodensímetro

Instrumento destinado a apreciar el valor de la leche por su densidad.

Lote

Es una cantidad determinada de leche o de productos lácteos que se somete a inspección como conjunto unitario, cuyo contenido es de características similares o ha sido elaborado bajo condiciones de producción presumiblemente uniformes y que se identifica por tener un mismo código o clave de

producción. El lote de producto podrá presentarse en envases para la venta al por menor, en envases para la venta al por mayor o en recipientes de gran capacidad (camiones tanque u otros).

Muestra

Es un grupo de unidades extraído de un lote, que sirve para obtener la información necesaria que permite apreciar una o más características de ese lote, lo cual servirá de base para tomar una decisión sobre dicho lote o sobre el proceso que lo produjo. La unidad de muestreo podrá corresponder a un envase primario con el producto o a una porción determinada del producto.

Mufla

Horno o cámara dentro de un horno que protege de la acción directa de la llama, lleva a lo que tenga por contenido a elevadas temperaturas.

Sólidos totales

Es el producto resultante de la desecación de la leche en las condiciones definidas por la presente norma COGUANOR 34 046 h4.

Tamaño de la muestra

Es el número de unidades de muestreo que componen la muestra.

**Tamaño
del lote**

Es el número de unidades que componen el lote.

Termocopla

Las termocoplas son el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente. Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto *Seebeck*) del orden de los milivoltios el cual aumenta con la temperatura.

RESUMEN

En este trabajo de graduación se planteó el diseño de un nuevo laboratorio en las instalaciones de una industria productora de lácteos para realizar ensayos fisicoquímicos y microbiológicos a los productos que se manufacturan en la planta; estos son: queso fresco, queso duro, queso crema, queso de capas, queso mozzarella y requesón.

El laboratorio actual en la empresa necesita ser readecuado y ajustado a las normas, regulaciones y estándares, en los que se fundamentó el trabajo de graduación. Para lograr el diseño operativo del laboratorio, se seleccionaron los elementos principales, que son: ensayos fisicoquímicos y microbiológicos, equipo y especificaciones ambientales. Esta tarea se llevó a cabo con el fin de obtener instalaciones que permitan manipular en forma técnica las muestras de control de calidad, en un ambiente de laboratorio adecuado bajo normas de calidad.

Para la selección de los métodos analíticos se utilizó como fundamento las normas guatemaltecas de calidad de la Comisión Guatemalteca de Normalización COGUANOR. Para la selección de las especificaciones ambientales, se toma como referencia, las Consideraciones Ambientales para Laboratorios de ensayo ISA–RP52.1–1975.

ABSTRACT

This document shows the design of a new laboratory in the facilities of a dairy industry in Palín, Escuintla, Guatemala to execute physical-chemical and microbiological tests to the products that are manufactured in the production plant.

The actual laboratory in the dairy industry needs to be readjusted to the national regulations and standards. This document is based on these standards to achieve the desired operative design. The methods, analysis, equipment, instruments and reagents were numbered according to guatemalan standards. The operational design of the laboratory is created with the purpose of improving the efficiency in space usage.

National standards such as COGUANOR NGO 041 34 were consulted and taken as a reference for the test selection methods, The environment recommendations were applied to fulfill with the regulations in ISA–RP52.1–1975 Recommended Environments for Standards Laboratories.

OBJETIVOS

General

Diseñar un laboratorio para ensayos fisicoquímicos y microbiológicos de muestras de productos lácteos en una planta de producción de lácteos que sea útil en el control de la calidad.

Específicos

1. Elaborar un diagrama de flujo del proceso de producción que ubique los puntos críticos de control del proceso de producción de crema y queso para la obtención de muestras de control.
2. Seleccionar los ensayos analíticos fisicoquímicos y microbiológicos para aplicarlos a las muestras de control.
3. Seleccionar el equipo e instrumentos necesarios para la realización de las pruebas según los ensayos establecidos en la norma COGUANOR NGO 046 34.
4. Proponer la distribución del mobiliario, equipo y sistemas auxiliares de las instalaciones del laboratorio.
5. Aplicar las especificaciones de la norma ISA–RP52.1–1975 Consideraciones Ambientales para Laboratorios de Ensayo en los parámetros de acústica, voltaje, humedad, temperatura, campos eléctricos y magnéticos, presión e iluminación.

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos antiguos existen registros de consumo de productos lácteos, unos mil años después de la domesticación de cabras, vacas y ovejas. Cuando la leche de estos mamíferos pasa por un procesamiento técnico se obtienen productos lácteos. Los productos lácteos son esenciales en la dieta humana para gozar de buena salud. La leche, los quesos, cremas, requesón y los platillos que se elaboran con estos ingredientes son una fuente de calcio, proteínas, riboflavina y vitaminas A y D, entre otras.

Todas las propiedades y beneficios mencionados, hacen que la población en general consuma productos lácteos diariamente, y que en la cadena de comercialización tome parte el procesamiento previo en alguna empresa. Para que la leche cumpla con las expectativas nutricionales debe reunir una serie de requisitos que definen su calidad: composición fisicoquímica, propiedades organolépticas y condiciones microbiológicas.

El control de la calidad de una industria de productos lácteos se realiza a través el trabajo realizado en un laboratorio fisicoquímico y microbiológico de calidad en la empresa productora, en donde se realizan los análisis adecuados para el cumplimiento de normas de calidad vigentes en el país.

La empresa de productos lácteos no cuenta con un laboratorio que provea de ambientes adecuados para la realización de ensayos para el control de calidad en sus productos. Se realiza un diseño del laboratorio en un área destinada por la empresa para el control de la calidad en sus productos.

El aporte de este trabajo de graduación es la propuesta de un laboratorio que cumplirá con las normas guatemaltecas de calidad COGUANOR para ensayos de laboratorio, y con las Consideraciones Ambientales para Laboratorios de ensayo ISA–RP52.1–1975.

1. ANTECEDENTES

Actualmente en la empresa productora de lácteos se realizan análisis fisicoquímicos a la materia prima, leche de vaca, en su mayoría que proviene de ganado *Jersey*.

La planta se distribuye en área administrativa y área de producción. Durante años se han realizado las pruebas analíticas fisicoquímicas en un área provisional que mide alrededor de 2.5 m x 7 m; y las pruebas analíticas microbiológicas en un área que de alrededor de 2.5 m x 4.5 m.

1.1. Análisis fisicoquímicos realizados

- Determinación de sólidos no grasos (%)
- Determinación de densidad (g/cm^3)
- Determinación de acidez (pH)
- Prueba de alcohol
- Determinación de acidez (pH)
- Determinación de viscosidad (solamente para crema)
- Determinación de grasa
- Determinación de humedad

1.2. Análisis microbiológicos realizados a la materia prima (leche)

- Prueba de la reductasa

La determinación de sólidos no grasos y la densidad se realiza con el analizador de leche ultrasónico Ekomilk, el analizador de leche Ekomilk succiona una pequeña muestra de leche y la somete al paso de una onda de ultrasonido. Un microprocesador traduce los resultados midiendo los parámetros en 90 segundos.

Figura 1. Laboratorio de fisicoquímica actual



2. MARCO TEÓRICO

2.1. Leche, definición y composición

Se entiende por leche natural el producto íntegro, no alterado ni adulterado y sin calostros, del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de las hembras mamíferas, domésticas, sanas y bien alimentadas. Los compuestos de la leche se pueden ver en la tabla I.

Tabla I. **Composición de la leche de vaca**

Elemento	Cantidad
Calorías	68
Proteínas	3.3
Grasas	3.6
Hidratos de carbono	4.8
Agua	87
Cloro	109
Calcio	140
Fósforo	90
Vitamina A	0.03
Vitamina B ₁	0.04
Vitamina C	1.0

Calorías por cada 100 gramos. Proteínas, grasas, hidratos y agua en %. Sales y vitaminas, en mg por cada 100 g.

Fuente: Artur Farral, Ingeniería para la industria lechera, pág. 40.

2.1.1. Proteínas de la leche

En el caso de la leche, sus proteínas más importantes son la caseína y las proteínas séricas (albúmina y globulina). La caseína es la proteína más abundante de la leche, se encuentra en estado coloidal y representa aproximadamente del 77 al 82% de sus proteínas totales. Por la acción del cuajo o ácidos, la caseína precipita, propiedad que se aprovecha para la producción de quesos.

2.1.2. Grasa de la Leche

La grasa se encuentra en la leche en una suspensión de pequeños glóbulos de dimensiones variables de 0.1 a más de 20 micras. Se cree que es favorable la presencia de glóbulos de diámetro pequeño en la leche cuando se usa para fabricar queso, ya que los glóbulos grandes se rompen con facilidad, acabando su contenido en:

- Aumento de grasa en el suero (ácidos grasos libres)
- Ácidos grasos libres entre los granos de cuajada, que le dan un aspecto aceitoso

Los ácidos grasos presentes en la grasa de la leche son los ácidos saturados, butírico capricho, cirílico, cáprico, láurico, mirístico, palmítico y esteárico; y los ácidos insaturados oléico y linoléico. Los ácidos oléico, palmítico, esteárico y mirístico son los más abundantes en la leche.

2.1.3. Hidratos de carbono

Prácticamente la lactosa es el único azúcar de la leche, aunque en ella existen poliósidos libres y glúcidos combinados. La solubilidad de la lactosa aumenta en caliente y, por tanto, cristaliza al enfriar soluciones concentradas. La lactosa tiene un débil sabor dulce en comparación con otros azúcares. En parte su sabor dulce es enmascarado por la caseína. En el suero (ausencia de caseína) el sabor dulce es más acentuado que en la leche.

2.1.4. Sales minerales

El contenido en sales de la leche no llega al 1%, las sales se encuentran disueltas o formando compuestos con la caseína. Las más numerosas son calcio, potasio, sodio y magnesio, que se encuentran como fosfato cálcico, cloruro sódico, caseinato cálcico, etc.

2.2. Microbiología de la leche y productos lácteos

2.2.1. Bacterias en la leche y productos lácteos

En la leche y productos lácteos se encuentran un gran número de bacterias, entre las que podemos destacar las siguientes:

- Bacterias lácticas
- Bacterias coliformes
- Bacterias butíricas

2.2.1.1. Bacterias lácticas

Se les llama así, porque entre sus productos metabólicos figura el ácido láctico. Toman los azúcares de los alimentos y los transforman en:

- Ácido láctico y otros ácidos
- Hidrógeno
- Anhídrido carbónico
- Energía

2.2.1.2. Bacterias coliformes

. Su temperatura óptima de desarrollo es de 37°C y transforman los azúcares en ácido láctico, anhídrido carbónico e hidrógeno, desprendiendo un olor y sabor desagradables. La más conocida de estas bacterias es la *Escherichia Coli* y su presencia indica falta de higiene en los alimentos.

2.3. Elaboración de productos lácteos

2.3.1. Elaboración de queso

El queso es el producto obtenido por coagulación enzimática de la leche y/o determinados productos lácteos, con previa o posterior separación de al menos parte del agua, lactosa y sales minerales, seguida o no de maduración.

Los ingredientes básicos (además de la leche o productos lácteos) que se utilizan en la fabricación del queso son:

- Cultivos de levaduras o bacterias lácticas
- Cuajo, ácidos o enzimas coagulantes
- Sal
- Aditivos autorizados según tipos de quesos y según la legislación de cada país

2.3.1.1. Esquema general elaboración de quesos

En la fabricación industrial de queso existen muchas variantes según los tipos elaborados, pero se puede considerar un proceso general con las etapas indicadas en los siguientes numerales.

2.3.1.1.1. Recepción de la leche

La leche ordeñada en las granjas se encuentra alrededor de 37°C por lo que debe ser enfriada a 2-6°C para que no resulte caldo de cultivo para todo tipo de bacterias. La leche descargada del cisterna debe pasar por un filtro-tamiz para la eliminación de impurezas.

2.3.1.1.2. Tratamientos previos de la leche

Los tratamientos previos de la leche varían con el tipo de queso que se quiere elaborar. Se puede realizar un paso de centrifugación de alta velocidad que realiza funciones de eliminación de impurezas, de bacterias y esporas y que normalice el contenido de la grasa. Inmediatamente después se procede a una pasteurización a 72-75°C durante 15 a 20 segundos que asegura la destrucción de bacterias patógenas.

Se indica que en general los quesos elaborados con leche sin pasteurizar tienen mejor sabor, pero para ello se debe tener leche de gran calidad.

2.3.1.1.3. Coagulación de la leche

En esta etapa se añade cuajo a la leche, cuya actividad enzimática hace que ésta coagule en un tiempo variable según los tipos de quesos (28-45 min) y temperaturas de 28-33°C. La cuajada es cortada en la propia cuba con dispositivos de corte en pequeños granos del tamaño conveniente según el queso a fabricar. Se procede a la agitación de estos granos a la vez que se realiza un suave calentamiento. Esto produce la separación de gran parte del suero que es rico en lactosa y sales minerales que no es retenido por los granos coagulados. Estos son ricos en proteínas y grasa.

2.3.1.1.4. Moldeado, prensado y salado

Después de la eliminación de gran parte del suero, los granos de leche coagulada se colocan en moldes de diferentes tamaños y formas, que son los que dan la apariencia final al queso. Se procede, según tipos de quesos, al prensado de la masa en sus moldes, bien por su propio peso o por dispositivos mecánicos o neumáticos. Las características de los quesos dependen de cómo se desarrollen estos procesos.

Después del prensado se procede a salar los quesos, bien por inmersión directa en baños de salmuera o por sal sólida en la corteza y mezclada con la masa.

2.3.1.1.5. Maduración y envasado

Los quesos pierden peso por evaporación durante este proceso y desarrollan aromas y sabores característicos de cada tipo. La maduración puede durar unas horas para quesos frescos, hasta meses y años para quesos duros. Por último los quesos son envasados y empaquetados antes de su salida a los puntos de venta.

2.3.1.2. Leche para elaboración de quesos

La leche empleada en la elaboración de quesos debe ser de buena calidad, tanto desde el punto de vista químico como microbiológico. Debe tener los mismos niveles de higiene que se exigen para la leche líquida.

Las cualidades que debe tener la leche para su utilización en quesería:

- Debe coagular bien con el cuajo;
- Debe soltar bien el suero;
- Buen rendimiento quesero (contenido en caseína);
- Buena calidad microbiológica.

Por otra parte, los tratamientos a que es sometida la leche antes de su conversión en queso pueden tener efectos perjudiciales o beneficiosos; empeoran las cualidades queseras de la leche con los siguientes tratamientos:

- Almacenamiento prolongado a bajas temperaturas (2-10°C)
- Tratamiento mecánico (bombeos, transporte por tuberías, etc.)

2.3.1.3. Coagulación de la leche

La etapa fundamental de todo el proceso es cuando la leche se coagula por la adición del cuajo, dando lugar a los productos siguientes:

- Cuajada: caseína coagulada por la acción del cuajo, que después de sucesivas operaciones, se convertirá en queso.
- Suero: compuesto por lactosa y sales principalmente, subproducto de la fabricación del queso.

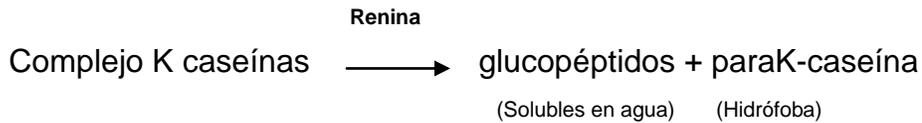
Hasta que se separan estos dos productos hay que realizar las siguientes operaciones:

- Adición del cuajo a la leche;
- corte de la cuajada en granos o porciones de diversos tamaños según el tipo de queso a fabricar;
- agitación del conjunto para permitir la separación;
- drenaje del suero por medio de tamices;
- calentamiento de la cuajada;
- agitación final para facilitar la sinéresis (contracción del coágulo y expulsión del suero).

Durante la coagulación se produce la formación de un coágulo de caseína como consecuencia de la adición del cuajo. La coagulación de la leche también se puede producir por la adición de ácidos hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína (pH=4.6-4.7).

En general, se reconocen dos fases en el proceso de coagulación de la leche mediante la adición del cuajo:

- Primera fase de coagulación: en esta fase interviene la enzima que cataliza la siguiente reacción:



- Segunda fase de coagulación: la paracaseína formada precipita en presencia de iones calcio. Se van formando unos agregados moleculares cada vez mayores que crecen incluyendo a los glóbulos de grasa. La adición de cloruro cálcico a la leche aumenta la presencia de iones calcio, lo que beneficia el proceso de coagulación.

2.3.1.4. El corte de la cuajada

Después que la leche ha coagulado por la acción del cuajo, la primera operación que se realiza es el corte de la cuajada formada. Esta operación se lleva a cabo de forma manual o mecánica por cuchillas o alambres hasta que los granos de cuajada alcancen el tamaño y la firmeza deseada. Es importante que las cuchillas estén bien afiladas para que el corte sea limpio. Los granos de cuajada están formados por un entramado de caseína que retiene la grasa y parte del suero. Cuanto más grandes sean estos granos más suero retendrán.

2.3.1.5. Prensado de la cuajada

La operación de prensado de la cuajada cortada tiene varios fines:

- Con el prensado en moldes de la forma y volumen apropiados el queso se individualiza en piezas y adquiere su apariencia clásica.

- Con el prensado en moldes, el queso adquiere una superficie firme que le permite conservar su estructura en las operaciones posteriores de salado, maduración etc.
- Con el prensado se consigue una eliminación adicional del suero.

2.3.1.6. Salado en la elaboración de quesos

El salado de los quesos se realiza por varias razones:

- La sal realza el sabor del queso;
- es un conservante;
- ayuda a mejorar consistencia y apariencia de los quesos.

Durante el proceso de salado, el queso pierde humedad. Existen varios factores importantes a considerar:

- a) Concentración de la salmuera: suele estar comprendida entre 18 y 28% de cloruro sódico.
- b) Temperatura constante: según el tipo de queso entre 7-17°C. Cuanto mayor es la temperatura, más se acelera el proceso.
- c) Tiempo de salado: dura desde pocos minutos a varios días según la concentración de sal que se quiera alcanzar.
- d) pH
- e) Contenido de calcio: ya que ayuda a secar la corteza de los quesos, se busca un 0.2% de calcio en la sal.

2.3.2. Elaboración de *Ricotta* (requesón) y queso mozzarella

El suero formado en las cubas o tinas, remanente del proceso de la cuajada, se transporta hacia un depósito provisto de un serpentín, cuyo objetivo es concentrar los componentes del suero para darle consistencia. Luego se procede al moldeo y prensado del mismo, que resulta en la eliminación de la fase acuosa retenida en el producto. Para la elaboración del queso mozzarella se realiza el mismo procedimiento con el suero de la cuajada, con la diferencia que este se lleva a ebullición para luego realizar el proceso de moldeo, prensado y almacenado.

2.3.3. Elaboración de quesos de pasta blanda y crema

La leche que entra pasa previamente en una centrífuga separadora que elimina impurezas, para luego pasar a un homogenizador para dividir los glóbulos de grasa. En algunos casos se hace pasar el fluido a un pasteurizador, en otros casos es suficiente con una termización a 65° durante unos minutos, o no se efectúa tratamiento térmico alguno.

En algunas industrias se realiza en la misma línea el cuajado de la leche, en otras tantas se transporta la cuajada de la producción maestra de la fábrica, para mezclarla con la leche que ha pasado por la descremadora centrífuga y por la homogenizadora, en un depósito provisto de un serpentín y agitadores para dar paso al proceso de elaboración de queso de pasta blanda, o queso crema.

Para la elaboración de la crema se deposita la leche que ha pasado por la centrífuga, por la homogeneizadora y por el tratamiento térmico en un tanque que tenga un sistema de calentamiento y agitación. Dependiendo del tiempo de la leche en la centrífuga, se tiene el porcentaje de grasa en la crema, que sirve para su denominación en el mercado.

2.4. Normas

2.4.1. Análisis fisicoquímicos

Para que los productos elaborados por la empresa sean aceptados para su venta y distribución, es necesario, que estos cumplan con normas de calidad, tanto de las materias primas, como de los productos terminados. Las siguientes normas contienen la metodología a utilizar para cada análisis.

2.4.1.1. Agua

- COGUANOR NGO 29 001:99, Agua potable, especificaciones
- COGUANOR NGO 29 011h12, Agua, ensayos físicos, determinación de la turbiedad
- COGUANOR NGO 29 012h14, Agua, determinación de metales, dureza
- COGUANOR NGO 29 012h15, Aguas, Determinación de metales, hierro
- COGUANOR NGO 29 013h3, Aguas, Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos, alcalinidad
- COGUANOR NGO 29 013h7, Aguas determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos, fluoruro
- COGUANOR NGO 29 013h18, Aguas, determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos, nitrógeno (nitrato)

- COGUANOR NGO 29 013h19, Aguas, determinación de constituyentes orgánicos no metálicos, oxígeno disuelto
- COGUANOR NGO 29 013h23, Aguas, determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos

2.4.1.2. Leche

- Determinación de acidez titulable, COGUANOR 34 046 h09, leche y productos lácteos
- Determinación de la densidad relativa, COGUANOR 34 046 h11, leche y productos lácteos
- Determinación de cenizas, COGUANOR, 34 046 h7, leche y productos lácteos, Determinación de cenizas
- Determinación de proteínas, COGUANOR 34 046 h5, leche y productos lácteos
- Determinación de sólidos totales, COGUANOR 34 046 h4, leche y productos lácteos
- Determinación del contenido de grasa (método de *Babcock*), COGUANOR NGO 34 046 h3, leche y productos lácteos.
- Determinación del punto de congelación de la leche, COGUANOR 34 046 h10, leche y productos lácteos
- Determinación de grasa en quesos, COGUANOR NGO 34 046 h27, leche y productos lácteos
- Determinación del índice de refracción en el suero acético de la leche, COGUANOR NGO 34 046 h27, leche y productos lácteos

2.4.2. Métodos de análisis microbiológico

- Recuento de bacterias coliformes y *Escherichia Coli*, COGUANOR NGO 34 046 h23, leche y productos lácteos
- Detección y recuento de *Staphylococcus Aureus*, COGUANOR NGO 34 046 h25, leche y productos lácteos
- Determinación de la reductasa, COGUANOR NGO 34 046 h13, leche y productos lácteos
- Determinación de la fosfatasa método rápido de Scharer, COGUANOR NGO 34 046 h13, leche y productos lácteos
- Recuento total en placa, COGUANOR NGO 34 046 h25, leche y productos lácteos
- Determinación de la fosfatasa residual en quesos, COGUANOR NGO 34 046 h26, leche y productos lácteos

2.4.3. Especificaciones a cumplir

Contiene los valores de los parámetros a cumplir por los análisis mencionados en el apartado anterior, ver tabla II.

Tabla II. **Especificaciones análisis leche y quesos**

Nombre	Norma
Leche en polvo	COGUANOR NGO 34 044
Leche de vaca, pasteurizada, homogeneizada	COGUANOR NGO 34 244
Leche de vaca, sin pasteurizar	COGUANOR NGO 34 040:97 1ª. Rev.
Quesos madurados	COGUANOR NGO 34 198 1ª. Rev.
Código de prácticas para limpieza y desinfección en la industria de productos lácteos	COGUANOR NGO 34 234
Código de prácticas de higiene para la elaboración de leche y productos lácteos	COGUANOR NGO 34 340:97
Leche de vaca, pasteurizada, homogeneizada o no	COGUANOR NGO 34 041:91 1ª. Rev.
Quesos procesados	COGUANOR NGO 34 199 1ª. Rev.

2.5. Consideraciones ambientales para el diseño de laboratorios

Las recomendaciones se hacen en base a que el concepto típico de los estándares de trabajo es menos exacto que los estándares de referencia y en que los requerimientos ambientales son menos demandantes.

Las recomendaciones están dirigidas a laboratorios de grado II, pero son aplicables como base para los laboratorios de grado III, como guía en el diseño, construcción y operación de estándares de laboratorio, además de servir como buenas prácticas recomendadas y no como requerimientos obligatorios.

2.5.1. Definiciones

2.5.1.1. Grado I

Laboratorios pertenecientes a este grado, tienen custodia de los estándares nacionales y están encargados de las calibraciones estandarizadas a menor nivel por comparación de los estándares.

2.5.1.2. Grado II

Las agencias incluidas en este grado, son los laboratorios estandarizados con fines industriales, universidades y laboratorios de calibración comercial.

2.5.1.3. Grado III

Son las agencias encargadas de los análisis de líneas de producción y departamentos de manufactura de instrumentos. En este, está clasificado el laboratorio de calidad a diseñar.

2.5.2. Generalidades

2.5.2.1. Sonido acústico

Existe una preocupación acerca de la exposición a sonidos muy altos que puedan hacer daño a las personas. Aún así, no existe evidencia de efectos perniciosos de larga duración por sonidos al nivel de la experiencia común, estos sonidos pueden ser dolorosos si no se tiene cuidado del efecto que causan a largo plazo. Estas consideraciones deben ser tomadas en cuenta en el diseño de laboratorios. El mejor criterio para el diseño en este aspecto es el mismo que para experiencias de oficinas privadas. Es razonable esperar que las operaciones en laboratorios estandarizados se lleven a cabo en un ambiente que sea conducente a concentración mental y libertad de ruidos distractores.

Son factores determinantes en el diseño del laboratorio para niveles de sonido, el tamaño de la habitación, grado de absorción de sonido, ruido producido por el sistema de aire acondicionado y por el equipo aledaño, así mismo el número de personas en el área. El nivel de sonido puede ser alto en ocasiones debido a actividades normales de trabajo en el laboratorio, o incluso por el equipo de trabajo. Lograr un nivel de sonido bajo será gracias a un nivel relativo bajo de ruido en el ambiente general.

El máximo nivel de sonido es de 45 dB, medidos en una escala de sonido usando la red de trabajo A ó 40-dB. Para realizar el efecto aislante se usará un recubrimiento de caucho en las paredes de aproximadamente 2 cm de ancho, para luego instalar una construcción de tabla yeso de 1 pulgada de ancho.

2.5.2.2. Conteo de partículas de polvo

Las recomendaciones están básicamente fundamentadas en mantenimiento higiénico y sus consideraciones, esta es la mejor práctica para evitar los efectos adversos causados por ambientes con polvo. En medidas de baja frecuencia, la acumulación de polvo en superficies aisladas o conductivas, puede influir en las mediciones. Muchos estándares de laboratorio utilizan construcciones de contacto expuesto, haciendo que la limpieza repetida sea necesaria en el área. El polvo puede promover corrosión y desgaste, así como contaminar muestras y mediciones que involucren fluidos.

Se requieren menos de 7×10^6 partículas mayores de $1\mu\text{m}$ por metro cúbico. Menos de 4×10^7 partículas mayores de $0.5\mu\text{m}$ por metro cúbico. Y por último, la inexistencia de partículas más grandes de $50\mu\text{m}$. Para el efecto usar un medidor o contador de partículas de polvo.

Para el cumplimiento del requisito se utilizará un filtro HEPA "*High Efficiency Particle Arresting*", los filtros HEPA quitan al menos un 99.97 % de partículas de 0,3-partículas micrómetros y son generalmente más eficaces para partículas que son más grandes o ligeramente más pequeños.

Estos filtros se componen de fibras, compuestas por fibra de vidrio y con diámetros entre 0.2 y 0.5 micrones, entrelazadas de forma aleatoria y espaciadas entre sí más de $0.3\mu\text{m}$.

2.5.2.3. Protección de campos eléctricos y magnéticos

La protección para eliminar la energía de frecuencias de radio es importante cuando se trabaja con presiones de vacío que incluyen termocoplas y amplificadores electrónicos. Pueden ocurrir errores en las mediciones tan altos como 30% como resultado de la protección inadecuada en una termocopla. La protección adecuada puede alcanzarse al introducir el instrumento en un estuche metálico con sondas.

En ambientes de laboratorio, en donde equipos de medición electrónica se utilizan, y estos son susceptibles a interferencia por energía electromagnética irradiada, debe existir suficiente protección y filtros para el área de laboratorio y así reducir el promedio de la fuerza del campo.

Protección eléctrica a los metales de buena conductividad, generalmente bastará como práctica recomendada. A menos que el requerimiento sea para medición en detectores sensibles o equipo similar. No existen requisitos especiales, exceptuando para los instrumentos de medición que sean electrónicos, los cuales deben ser protegidos localmente, por un contorno de pantallas.

El blindaje electromagnético limita el flujo de campos electromagnéticos entre dos localizaciones, separándolas con una barrera hecha de material conductor. Los materiales típicos usados para blindaje electromagnético incluyen metal de hoja, acoplamiento del metal, espuma del metal, y plasma (gas ionizado).

Cualquier agujero en el protector o el acoplamiento debe ser perceptiblemente más pequeño que longitud de onda de la radiación que se está guardando hacia fuera, o del recinto no aproximará con eficacia una superficie que conduce intacta.

Otro método de blindaje de uso general, especialmente con las mercancías electrónicas contenidas en recintos plásticos, es cubrir el interior del recinto con una tinta metálica o un material similar. La tinta consiste en un material del portador cargado con un metal conveniente, típicamente cobre o níquel, bajo la forma de partículas muy pequeños. Se rocía encendido al lugar y, una vez que esté seco, produce una capa conductora continua de metal, que se puede conectar eléctricamente con la tierra del chasis del equipo, así proporciona un blindaje eficaz.

2.5.2.4. Presión de aire en el laboratorio

Para eliminar la infiltración de polvo cargado por el aire a través de las puertas hacia el laboratorio, es ventajoso mantener un diferencial de presión positiva entre el laboratorio y las áreas externas. Un diferencial de 10 Pa de presión, podrá ser suficiente para crear una velocidad de salida del aire hacia afuera del laboratorio cuando se abra una puerta.

Cuando un laboratorio consiste en varias habitaciones, no es común ajustar los flujos de aire con diferentes diferenciales, esto haría imposible de limpiar dichas habitaciones. No es recomendable mantener diferenciales entre cada habitación del laboratorio. La cantidad exacta del diferencial de presión requerido depende en el movimiento de aire fuera del laboratorio.

El requerimiento es mantener una presión positiva de 10 Pa en el laboratorio de ensayo. Para el efecto se utilizarán manómetros que provean el valor del diferencial de presión entre habitaciones.

2.5.2.5. Iluminación

Las consideraciones deben ser dadas a efecto de los equipos y estándares bajo diferentes condiciones de luz. El efecto de la radiación en el termostato del laboratorio es una consideración importante. Así también es importante el efecto de un cambio repentino en calor, lo que causa cambios en la temperatura mientras el aire acondicionado se ajusta a la pérdida o ganancia del cambio.

Específicamente, en el valor de la iluminación a nivel de asientos, el efecto de la utilización de consolas individuales como equipos, puede ser considerado desde el punto de vista de superficies reflectivas, consolas portables (sobre ruedas) y el uso de diferentes localizaciones dentro del laboratorio.

Un aspecto importante a considerar es la variable de intensidad luminosa. En algunos laboratorios, muchas mediciones tienen que ser desempeñadas bajo un tipo específico de luz. Sería de mucha ventaja, si la intensidad de la fuente de luz puede ser variable.

El requerimiento es de 1000 lux (lumen por metro cuadrado), a un nivel de mesa o superficie de lectura.

2.5.2.6. Humedad relativa

Los efectos de humedad relativa a un valor específico porcentual sobre los estándares y equipos de medición pueden ser estudiados bajo condiciones locales controladas o en áreas de laboratorio designadas para control de humedad relativa y temperatura entre rangos determinados. Estos límites minimizarán corrosión de estándares estáticos, electricidad, efectos higroscópicos, entre otros.

El requerimiento es de 45% de humedad relativa como máximo a una temperatura regulada de aproximadamente 20°C. Para lograr lo esperado, se requerirá de un deshumidificador, ya que el ambiente de trabajo en la planta de productos lácteos se encuentra en promedio a una humedad relativa de 80% anual.

2.5.2.7. Temperatura

No influyen tanto los cambios de temperatura en las mediciones, si la temperatura de la habitación y de la medición permanece entre los límites establecidos en las recomendaciones de laboratorios estandarizados.

El requerimiento es de $20 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$, en el laboratorio denominado de grado III, se controlará con un sistema de aire acondicionado en los ambientes de la estructura.

2.5.2.8. Vibración

Las balanzas de masa son afectadas por vibraciones. Así también son afectadas las personas que trabajan en análisis a nivel micro, con la calibración o precisión óptica.

El requerimiento es una variación de 0.001 g en una frecuencia de 30 Hz a 200 Hz, aplicable debido a que la oscilación debido al voltaje de 110 V y 220 V, en Guatemala es de 60 Hz.

2.5.2.9. Voltaje

El requerimiento es que no haya variación en el voltaje por más de 0.1% a una frecuencia de 60 Hz. El valor de raíz cuadrada media total rms de todas las armónicas no debe exceder el 5% del valor de rms de la fundamental.

En el laboratorio a diseñar, se necesitan entradas de 110 V para aparatos eléctricos y electrónicos simples, como balanzas analíticas, estufas pequeñas de calentamiento, entre otros. Además se necesitan entradas de 220 V para equipo complejo como incubadoras, campanas de extracción, centrifugadora, etc. En las paredes del laboratorio se colocaran adecuadamente las tomas de 220 V y de 110 V de acuerdo a la distribución de equipos, las utilizadas en las mesas de trabajo centrales tendrán tomas únicamente de 110 V.

Para medir y controlar la variación de voltaje en el laboratorio se utiliza un regulador de Voltaje (también llamado estabilizador de voltaje o acondicionador de voltaje) que es un equipo eléctrico que acepta una tensión eléctrica de voltaje variable a la entrada, dentro de un parámetro predeterminado y mantiene a la salida una tensión constante (regulada) para el funcionamiento permanente y seguro de todos los equipos, las variaciones de voltaje de la red eléctrica no afectarán el funcionamiento, la calidad de los procesos y tiempo de fabricación.

Se utilizará un regulador que cubra las necesidades de todos los equipos grandes, y para equipos como balanzas electrónicas se utilizará un regulador individual.

2.6. Especificaciones técnicas del laboratorio

El diseño del laboratorio se realiza en 2 divisiones, el área de fisicoquímica y el área de microbiología. Para el efecto es necesario dar recomendaciones de lineamientos en cuanto a las siguientes especificaciones:

2.6.1. Almacenamiento de reactivos

Los envases de todos los reactivos químicos deben estar claramente etiquetados con el nombre químico y los riesgos que produce su manipulación.

Las fichas internacionales de seguridad química (FISQ), dan información útil en un apartado rotulado “ALMACENAMIENTO” que recoge condiciones de almacenamiento, señalando, en particular incompatibilidades, tipo de ventilación necesaria, entre otras. Para consultar la disposición del almacenamiento, ver figura 2.

Figura 2. **Incompatibilidades de almacenamiento de algunos productos químicos peligrosos**

					
	+	-	-	-	+
	-	+	-	-	-
	-	-	+	-	+
	-	-	-	+	0
	+	-	+	0	+

+	Se pueden almacenar juntos
0	Solamente podrán almacenarse juntos, adoptando ciertas medidas
-	No deben almacenarse juntos

Fuente: <http://www.sprl.upv.es/msbiotecnologia.html>

Las separaciones se efectúan con estanterías, dedicando cada estantería a una familia de compuestos. Si es posible, se colocan espacios libres entre las sustancias que presentan incompatibilidades entre sí, y si no es posible por falta de espacio, se utilizan sustancias inertes como separadores.

Las estanterías del almacén se colocan por debajo del nivel de los ojos. Dentro de cada estantería, deben reservarse las secciones inferiores para la colocación de los recipientes más pesados y los que contienen sustancias más agresivas.

2.6.2. Aislamiento de productos químicos

Algunos productos requieren aislamiento con respecto a otros productos, además de la separación con respecto a otros. Entre estos productos se encuentran los cancerígenos, muy tóxicos o inflamables.

En este caso se debe emplear frigoríficos antideflagrantes o de seguridad aumentada para guardar reactivos inflamables muy volátiles. No usar frigoríficos de uso doméstico.

2.6.3. Residuos asimilables a urbanos reciclables

Dentro del laboratorio se tiene la disposición de distintos tipos de residuos, en este grupo se incluyen aquellos residuos sólidos que no requieren tratamiento especial por su toxicidad y que se encuentran dentro de un programa de reciclaje. Se trata de residuos de plástico, papel y cartón y residuos de vidrio.

- Plástico, papel y cartón: se necesitará un contenedor o envase. El plástico, papel y cartón se depositarán en contenedores diseñados para ello.
- Vidrio: se necesitará un contenedor o envase. El vidrio se depositará en contenedores de paredes rígidas situado en la puerta de salida del laboratorio.

2.6.4. Equipos de seguridad

2.6.4.1. Extintores

El laboratorio debe estar dotado de extintores portátiles, debiendo el personal del laboratorio conocer su funcionamiento a base de entrenamiento. Los extintores deben estar señalizados y colocados a una distancia de los puestos de trabajo que los hagan rápidamente accesibles. Deben ser del tipo de fuego ABCD.

2.6.4.2. Lavaojos

En el laboratorio debe existir una estación de lavaojos que proporcionan un tratamiento efectivo en el caso de que un producto químico entre en contacto con los ojos. Deben estar claramente señalizados y se debe poder acceder con facilidad. Se deben situar próximos a las duchas. Las duchas de ojos deben inspeccionarse cada seis meses y deben tener cubiertas protectoras.

2.6.4.3. Duchas de seguridad

En el laboratorio, junto a los lavaojos las duchas de seguridad proporcionan un tratamiento efectivo cuando se producen salpicaduras o derrames de sustancias químicas sobre la piel o la ropa. Deben estar señalizadas y fácilmente disponibles para todo el personal.

Las duchas deben operarse asiendo una varilla triangular sujeta a una cadena. Se deben quitar la ropa y zapatos mientras se está debajo de la ducha.

Debe proporcionar un flujo de agua continuo que cubra todo el cuerpo. Deben inspeccionarse cada seis meses para controlar el caudal, la calidad del agua y el correcto funcionamiento del sistema.

2.6.4.4. Duchas de seguridad y fuentes lavaojos

La instalación debe estar a menos de 8 m de los puestos de trabajo, con el propósito de que una posible proyección o salpicadura a los ojos sea atendida en menos de 15 segundos. Debe ser fácilmente visible y accesible. Debe estar libre de materiales, aparatos y productos. No deberá tener en sus proximidades enchufes ni aparatos eléctricos. Debe estar situado en dirección a la salida habitual del laboratorio. El agua suministrada deberá ser potable y su temperatura de salida estar entre 20 y 40 °C. Se debe comprobar diariamente que hay agua en la ducha y la fuente lavaojos.

2.6.5. Diseño del mobiliario

2.6.5.1. Generalidades

El mobiliario debe ser modular y flexible. Su requisito es ser funcional, variable y con un diseño ergonómico.

El mobiliario podrá ampliarse y modificarse, y a la vez debe ser compatible entre sí. Las ampliaciones eléctricas o de fluidos deben ser posibles sin modificar ningún circuito o conducto, manteniendo en todo momento la versatilidad del diseño.

2.6.5.2. Mesas de trabajo y pasillos de apartados

Tanto las mesas centrales como murales, estarán formadas mediante combinación de unidades modulares en forma de C o U o en línea recta. Cada unidad modular se formará mediante una estructura con dos soportes y separadores de unión, disponiendo de paneles traseros y laterales. Los soportes para las mesas estarán soldados eléctricamente en atmósfera inerte. Las soldaduras, cortes y bordes estarán pulidos de forma limpia y perfilada.

2.6.5.3. Superficies de trabajo

La profundidad de todas las superficies de trabajo debe ser de 67.5 cm como mínimo. Se recomienda que las superficies sean de acero inoxidable, a falta de inversión económica, se recomiendan las siguientes características: Placa maciza a base de resinas sintéticas termoestables, homogéneamente reforzadas con fibra de celulosa, perfectamente polimerizada en todo su espesor.

2.6.5.4. Características

Debe tener una densidad de 1.430 kg/m^2 , resistencia a la tracción $> 90 \text{ kg/m}^2$, flexión $> 115 \text{ kg/m}^2$, dureza $> 600 \text{ N/mm}^2$, espesor de 16mm y temperatura de choque térmico de $180 \text{ }^\circ\text{C}$. Debe tener resistencia química: debe ser resistente al ataque de ácido sulfúrico al 20%, ácido sulfúrico al 50%, ácido nítrico al 20%, ácido nítrico al 50%, amoniaco, ácido clorhídrico al 36%, ácido acético al 30%, ácido acético al 80%, ácido acético químicamente puro, hidróxido sódico (sosa cáustica al 10%), hidróxido sódico (sosa cáustica al 50%), agua oxigenada, acetona, benceno, violeta de genciana $0,02 \text{ g/L}$, fucsina básica $0,02 \text{ g/L}$, azul de metileno y fenolftaleína.

2.6.5.5. Estanterías

Se recomienda que sean fabricados con doble pared en acero zincado y con revestimiento epoxi. En caso de incendio, el interior del armario tarda un mínimo de 90 minutos en alcanzar una temperatura máxima de 200 °C.

2.6.5.6. Fregaderos

Deben suministrarse lavaderos de dos escurridores; estarán fabricados en acero inoxidable, resina epoxi o polipropileno de una sola pieza.

2.6.5.7. Mesas anti vibratorias

Las mesas anti vibratorias para balanzas deben estar hechas con sistemas elásticos, con una frecuencia de vibración cercana a 10 Hz. Estos sistemas deberán actuar como filtros, amortiguando un alto porcentaje de la amplitud para aquellas vibraciones de frecuencia superior a 12 Hz que llegan al sistema. Esta zona debe ser fabricada con una gran masa montada sobre amortiguadores y rematada por un tablero de granito de 480 x 390 mm.

2.6.6. Sistema preliminar de tuberías

Procedimiento de diseño de tuberías:

- Establecimiento de las condiciones de diseño incluyendo presión, temperaturas y otras condiciones, tales como la velocidad del viento, movimientos sísmicos, choques de fluido, entre otras.
- Determinación del diámetro de la tubería, el cual depende del caudal, la velocidad y la presión del fluido.

- Selección de los materiales de la tubería con base en corrosión, fragilización y resistencia.
- Selección de las clases bridas y válvulas.
- Cálculo del espesor mínimo de pared para las temperaturas y presiones de diseño, de manera que la tubería sea capaz de soportar los esfuerzos tangenciales producidos por la presión del fluido.
- Establecimiento de una configuración aceptable de soportes para el sistema de tuberías.

2.6.6.1. Tuberías de gas propano

Se utilizarán tuberías de cobre o hierro fundido (dúctil o laminar según las presiones aplicadas), dependiendo del tipo de instalación, aunque si son de un material metálico es necesario realizar una conexión a la red de toma de tierra. Se utiliza la norma internacional ASME B31.8, Conducciones de gas.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

El estudio que se realizó en el presente trabajo de investigación es de tipo cualitativo, lo cual delimitó los parámetros de investigación a variables del mismo tipo. En cuanto al diseño del laboratorio realizado durante el trabajo, se implementaron metodologías de análisis fisicoquímicos y microbiológicos basados en normas de calidad vigentes en el país.

Se buscó trabajar las siguientes variables:

- Métodos e instrumentación de ensayos fisicoquímicos
- Métodos e instrumentación de ensayos microbiológicos
- Aspectos ambientales significativos a considerar en el diseño del laboratorio según ISA–RP52.1–1975

3.2. Delimitación de campo de estudio

El proceso de fabricación de productos lácteos es un proceso industrial complejo, en cuanto a aspectos de análisis fisicoquímicos y microbiológicos debido a que de esto depende la entrega de un producto de calidad a los consumidores.

Se realizó un estudio del fundamento teórico y experimental del proceso de fabricación de los lácteos. Este se consideró el universo de estudio en el que se realizó la selección de ensayos fisicoquímicos y microbiológicos basados en

las normas de calidad de la COGUANOR, para el cumplimiento de los requisitos. Con base en estas normas se realizó la selección de equipo para los ensayos respectivos.

El proceso de diseño, no constituye un análisis cuantitativo de las muestras a tomar durante el proceso. Los puntos referidos a la toma de muestra fueron los diseñados y propuestos para constituir el primer paso de los métodos analíticos de laboratorio a aplicar. Por lo que las variables son de tipo cualitativo según los métodos seleccionados para formar parte del diseño.

Así mismo se realizó el proceso de diseño preliminar de regulaciones recomendadas para construir el laboratorio en cuanto a acústica, iluminación y vibración; también el diseño de la iluminación, control de temperatura, voltaje, campo eléctrico y magnético, control de humedad, control de presión en el laboratorio, para que se cumpla con los estándares dictados por normas internacionales.

3.3. Recursos humanos disponibles

- Investigador / tesista: Rocío Elizabeth Reyna Rodríguez
- Asesor Ing. Qco. Estuardo Monroy Benítez
- Jefe de Producción Ing. Guillermo Morán
- Jefe de laboratorio Br. Mario Mijangos
- Colaborador diseño general: Arq. Eduardo Ariel Escobar Sazo

3.4. Recursos materiales disponibles

- Área delimitada disponible para el diseño e implementación del laboratorio de calidad (7.61x12.26x3.45 m, en la cual se realiza el diseño)
- Normas guatemaltecas COGUANOR, referidas a productos lácteos para la selección de métodos e instrumentación
- Programa de computadora *Microsoft Office Visio Professional 2007* para la realización del diagrama de flujo del proceso
- Software utilizado: Autocad Map 2D 2010

3.5. Técnica cualitativa

La investigación que se realizó está enfocada en la obtención de un plano, que es parte del diseño del laboratorio fisicoquímico y microbiológico. Para la obtención de este plano se seleccionaron los ensayos y los requerimientos normalizados físicos y ambientales del laboratorio, que la empresa como institución competitiva de calidad busca implementar para un mejor posicionamiento en el mercado. Estos métodos se basan en parámetros que la empresa fabricante de productos lácteos necesita cuantificar dentro de un rango de magnitudes para proporcionar su aceptabilidad o rechazo.

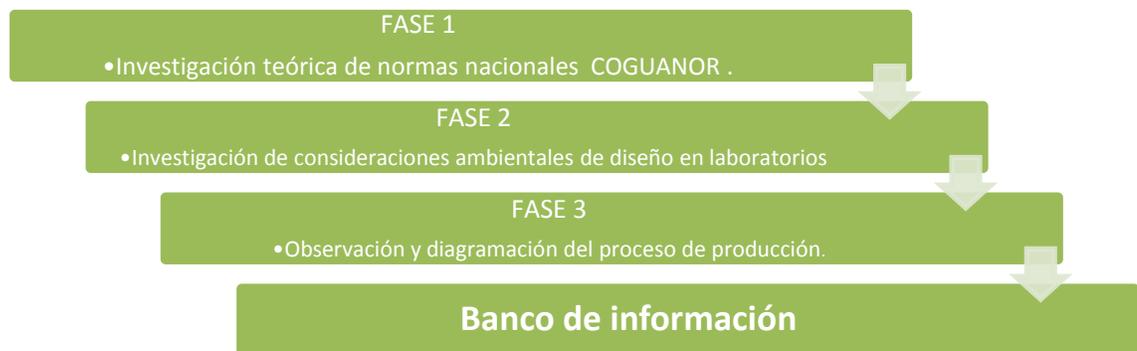
La investigación realizada se fundamentó en la variable cualitativa de la selección de ensayos fisicoquímicos y microbiológicos, así como instrumentos y equipo basados en las normas a implementar y escoger para el logro de los objetivos de este trabajo de investigación. Esta estrategia cualitativa permitió conocer los hechos y procesos con que se realiza la manufactura de productos lácteos para luego estructurar una solución al problema planteado.

Al igual que la técnica cuantitativa, se siguió el modelo del método científico ya que se realizó una observación, identificación y planteamiento del problema, una formulación y diseño de la solución que concierne a este trabajo de graduación y su respectiva interpretación.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

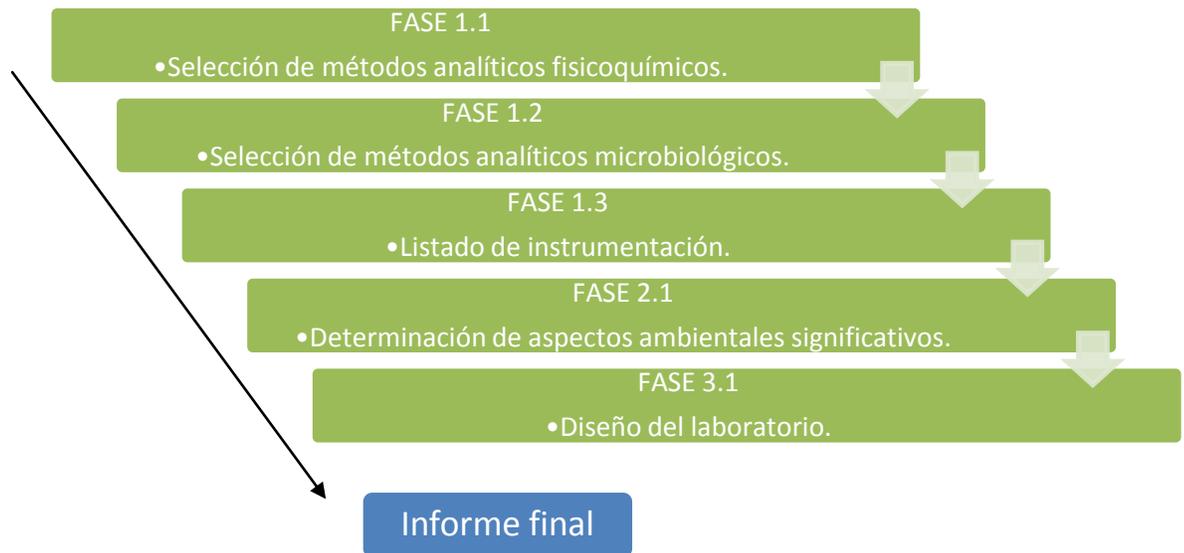
Para alcanzar los objetivos fue necesario disponer de la información suficiente y adecuada, cuya denominación se reconoció como parte documental. Para esto se planteó la dinámica de recolección y ordenamiento de la información de la manera siguiente:

Figura 3. Ordenamiento de la Información



3.7. Ordenamiento y procesamiento de la información

Figura 4. Ordenamiento de la información



De acuerdo a la recolección de datos planteada, la parte metodológica del trabajo de graduación consistió en la clasificación de la información obtenida, evaluando las mejores posibilidades y condiciones de diseño. También se buscó la selección correcta de los ensayos para posteriormente evaluar el cumplimiento o incumplimiento con las normas de la calidad vigentes en el país.

3.7.1. Selección de ensayos analíticos fisicoquímicos

De acuerdo a las normas referidas en la parte documental de recolección de información, se realizó una selección de los ensayos que se aplicarán a las muestras, en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas para determinar su aceptación según parámetros normalizados. Así también los métodos analíticos aplicados al agua potable utilizada, las especificaciones para envases y aditivos según normas correspondientes.

3.7.2. Selección de ensayos analíticos microbiológicos para aplicar en las muestras de control

De acuerdo a las normas referidas en la parte documental de recolección de información, se realizó una selección de los ensayos que se aplicarán a las muestras, en cuanto a sus propiedades microbiológicas para determinar su aceptación según parámetros normalizados. Así también los métodos analíticos aplicados al agua potable utilizada, las especificaciones para envases y aditivos según normas correspondientes.

3.7.3. Selección de equipo e instrumentos

Se realizó un proceso de selección del equipo para la determinación de los parámetros de aceptabilidad en las muestras de los productos lácteos. Así también la instrumentación que haga posible la realización del análisis de laboratorio.

4. RESULTADOS

4.1. Puntos críticos de control para la toma de muestras en el proceso de fabricación de productos lácteos

Tabla III. Identificación de los puntos críticos de control para la toma de muestras

Proceso	Color	Tipo de análisis	
		Fisicoquímico	Microbiológico
Preparación de la leche (fresca y pasteurizada)		<ul style="list-style-type: none"> • Densidad relativa • Acidez titulable • Determinación de cenizas • Determinación de proteínas • Determinación de sólidos totales • Determinación de impurezas macroscópicas • Determinación de punto de congelación 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de <i>Escherichia Coli</i> • Detección y recuento de <i>Staphylococcus Aureus</i> • Determinación de la reductasa • Determinación de la fosfatasa, método de <i>Scharer</i> • Recuento total en placa

Continúa tabla III

<p>Queso Fresco y Queso de capas</p>		<ul style="list-style-type: none"> •Determinación de grasa en quesos •Acidez titulable 	<ul style="list-style-type: none"> •Determinación de <i>Escherichia Coli</i> •Detección y recuento de <i>Staphylococcus Aureus</i>. •Determinación de la fosfatasa residual en quesos •Determinación de la fosfatasa método de <i>Scharer</i> •Recuento total en placa
<p>Queso duro</p>		<ul style="list-style-type: none"> •Determinación de grasa en quesos •Acidez titulable 	<ul style="list-style-type: none"> •Determinación de <i>Escherichia Coli</i> •Detección y recuento de <i>Staphylococcus Aureus</i> •Determinación de la fosfatasa residual en quesos •Determinación de la fosfatasa método de <i>Scharer</i> •Recuento total en placa
<p>Crema comercial</p>		<ul style="list-style-type: none"> •Determinación de grasa en quesos •Acidez titulable 	<ul style="list-style-type: none"> •Determinación de <i>Escherichia Coli</i> •Detección y recuento de <i>Staphylococcus Aureus</i>. •Determinación de la fosfatasa residual en quesos •Determinación de la fosfatasa método de <i>Scharer</i> •Recuento total en placa

Continúa tabla III

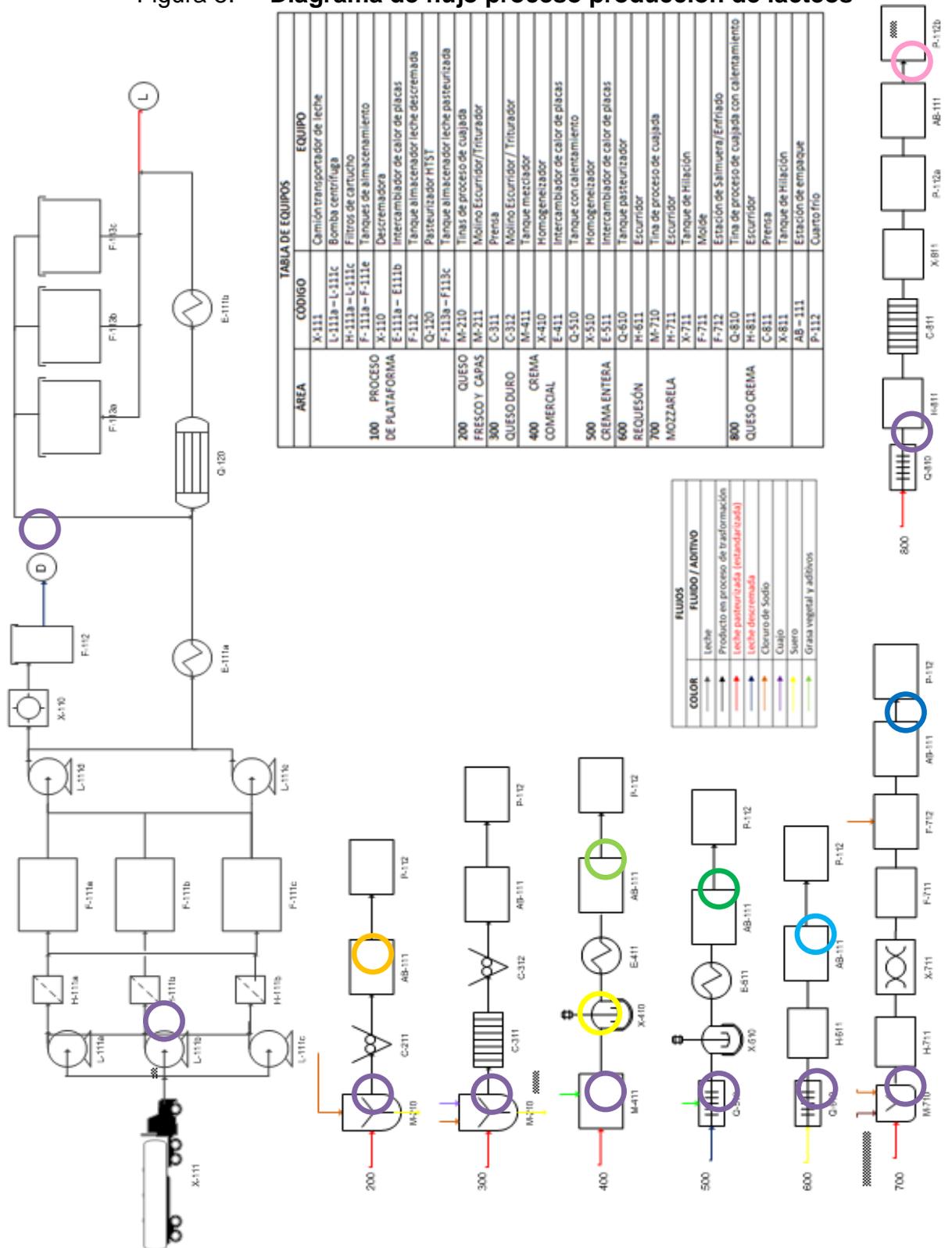
Crema especial		<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de grasa en quesos • Acidez titulable 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de <i>Escherichia Coli</i> • Detección y recuento de <i>Staphylococcus Aureus</i> • Determinación de la fosfatasa residual en quesos • Determinación de la fosfatasa método de <i>Scharer</i> • Recuento total en placa
Requesón		<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de grasa en quesos • Acidez titulable 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de <i>Escherichia Coli</i> • Detección y recuento de <i>Staphylococcus Aureus</i> • Determinación de la fosfatasa residual en quesos • Determinación de la fosfatasa método de <i>Scharer</i> • Recuento total en placa
Mozzarella		<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de grasa en quesos • Acidez titulable 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de <i>Escherichia Coli</i> • Detección y recuento de <i>Staphylococcus Aureus</i> • Determinación de la fosfatasa residual en quesos • Determinación de la fosfatasa método de <i>Scharer</i> • Recuento total en placa

Continúa tabla III

Queso Crema		<ul style="list-style-type: none">• Determinación de grasa en quesos• Acidez titulable	<ul style="list-style-type: none">• Determinación de <i>Escherichia Coli</i>• Detección y recuento de <i>Staphylococcus Aureus</i>• Determinación de la fosfatasa residual en quesos• Determinación de la fosfatasa método de <i>Scharer</i>• Recuento total en placa
----------------	--	---	---

Ver figura 5 para localización de los puntos críticos de control.

Figura 5. Diagrama de flujo proceso producción de lácteos



4.2. Métodos para el análisis de muestras del proceso de fabricación de productos lácteos

4.2.1. Método de toma de muestra

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer los procedimientos para la toma de muestras de leche y de productos elaborados a partir de leche, que serán sometidos a inspección por muestreo.

- Normas COGUANOR a consultar

COGUANOR NGO 4010, Sistema Internacional de Unidades (SI)

COGUANOR NGO 34 046 h1, Toma de muestras

- Número de unidades de muestreo

Para determinar el número de unidades de muestreo por lote inspeccionado en la planta de lácteos, se considera un nivel de inspección I según la norma a consultar. De la tabla referida de la norma COGUANOR NGO 34 046 h1 se obtuvo lo siguiente:

Tabla IV. **Número de muestras a tomar por lote y presentación de producto**

Producto	Presentación	Tamaño del lote	Número de muestra por lote de presentación	Número de muestras total fisicoquímico	Número de muestras total microbiológico por presentación
Queso fresco (super)	1 lb, 1 ½ lb, 0.65 lb (baby) , 2 ½ lb	1500	6	24	44
Queso de capas	1 ½ , 1.2 lb, 0.65 lb (baby)	150	6	18	33
Queso duro	¼ lb, 1 lb	4800	13	39	23
	5 lb	2800	13		18
Crema comercial	½ L, 1 L	300	6	37	16
	1/8 L	24,000	13		18
	¼ L	1000	6		11
	5 L	300	6		11
Crema especial	¼ L, ½ L, 1L	3000	6	18	21
Requesón	½ lb	50	6	12	11
	10 lb	50	6		11
Mozzarella	1 lb	100	6	12	11
	8 lb	50	6		11
Queso crema	¼ lb, ½ lb	7000	13	26	23

Para el muestreo aleatorio se utilizan las tablas contenidas en norma COGUANOR NGO 34 046 h1, Toma de muestras, tabla de números aleatorios.

4.2.2. Métodos de análisis fisicoquímico

4.2.2.1. Determinación de acidez titulable

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar la acidez titulable en la leche fresca, leche pasteurizada y leche en polvo.

- Norma para consulta

COGUANOR 34 046 h09 Leche y productos lácteos, Determinación de la acidez titulable

- Reactivos

- Solución de fenolftaleína, al 0.5% en alcohol etílico de 95% (V/V)
- Solución de hidróxido de sodio, 0.1 N

4.2.2.2. Determinación de densidad relativa

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para la determinación de la densidad relativa de la leche fresca y de la leche pasteurizada.

- Norma para consulta

COGUANOR 34 046 h11 Leche y productos lácteos, Determinación de la densidad relativa

4.2.2.3. Determinación de cenizas

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para la determinación de las cenizas en la leche fresca y leche pasteurizada.

- Norma a consultar

COGUANOR 34 046 h7, Leche y productos lácteos, Determinación de cenizas

4.2.2.4. Determinación de proteínas

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar el contenido de proteínas en la leche fresca y leche pasteurizada.

- Norma a consultar

COGUANOR 34 046 h5, Leche y productos lácteos, Determinación de proteínas

- Reactivos necesarios

- Oxido mercurico (HgO)
- Sulfato de potasio
- Acido sulfúrico concentrado
- Solución de sulfuro alcalino
- Solución concentrada de hidróxido de sodio
- Granallas de zinc
- Indicador de rojo de metilo
- Solución de ácido sulfúrico 0.1 N
- Solución de hidróxido de sodio 0.1 N

4.2.2.5. Determinación de sólidos totales

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para la determinación de los sólidos totales en la leche fresca y leche pasteurizada.

- Norma a consultar

Norma COGUANOR 34 046 h4, Leche y productos lácteos, Determinación de los sólidos totales.

4.2.2.6. Determinación del contenido de grasa (método de *Babcock*)

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar el contenido de grasa en la leche fresca o en la pasteurizada, por el método de Babcock.

- Norma a consultar

NORMA COGUANOR NGO 34 046 h3, Leche y productos lácteos, Determinación del contenido de grasa (método de *Babcock*)

- Reactivos necesarios

- Acido sulfúrico concentrado

4.2.2.7. Determinación de las impurezas macroscópicas (sedimentos)

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar el contenido de impurezas macroscópicas, o sedimento, en la leche.

- Normas a consultar

- Norma COGUANOR 34 046 h14, Leche y productos lácteos, Determinación de las impurezas macroscópicas (sedimento)
- Norma COGUANOR 7001 Tamices de ensayo y cribas metálicas o zarandas

- Reactivos necesarios

- Solución de aerosol OT (Dioctil sulfosuccinato de Sodio) aproximadamente al 0.1%
- Solución de goma de celulosa, al 0.75% (m/v)
- Solución de Sacarosa, al 50% (m/m)
- Solución de formaldehído, al 40% (m/v) o 37% (m/m); $d = 1.075 - 1.085$
- Alcohol etílico, al 95% (v/v)

4.2.2.8. Determinación del punto de congelación de la leche

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar la depresión del punto de congelación de la leche a fin de estimar si esta ha sido adulterada con agua.

- Norma a consultar

Norma COGUANOR 34 046 h10 Leche y productos lácteos, Determinación del punto de congelación de la leche

4.2.2.9. Determinación de grasa en quesos

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar el contenido de grasa en quesos no madurados, quesos madurados y quesos procesados.

- Normas COGUANOR a consultar

- COGUANOR NGO 4 010, Sistema Internacional de Unidades (SI) segunda revisión
- COGUANOR NGO 34 046 h1, Leche y productos lácteos, Toma de muestras
- COGUANOR NGO 34 046 h27, Leche y productos lácteos, Determinación de grasa en quesos

- Reactivos
 - Hidróxido de amonio 28 a 30% en masa de NH_3
 - Acido clorhídrico concentrado 36.5 a 38% en masa de HCl
 - Alcohol etílico al 95% (v/v)
 - Éter etílico libre de peróxidos
 - Éter de petróleo con un punto de ebullición comprendido entre 30 y 60°C
 - Mezcla (1 + 1) de éter etílico y éter de petróleo
 - Perlas de vidrio, u otro material inerte

4.2.2.10. Determinación del índice de refracción en el suero acético de la leche

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar el índice de refracción del suero acético de la leche, con el fin de estimar si el producto ha sido adulterado con agua.
- Norma a consultar

Norma COGUANOR NGO 34 046 h27, Leche y productos lácteos, Determinación del índice de refracción en el suero acético de la leche
- Reactivos necesarios
 - Acido acético

Solución al 25% m/m ($d = 1.035$ a 15°C equivalente a 1.032 a 20°C)

4.2.3. Métodos de análisis microbiológico

4.2.3.1. Recuento de bacterias coliformes y *Escherichia Coli*

- Objeto
Esta norma tiene por objeto establecer el método para la determinación de bacterias coliformes y *Escherichia coli* en la leche y los productos lácteos.

- Normas COGUANOR a consultar
 - COGUANOR NGO 40 h010 Sistema Internacional de Unidades (SI) 2° revisión
 - COGUANOR NGO 34 046 h23, Leche y productos lácteos, Recuento de bacterias coliformes y *Escherichía Coli*

- Reactivos o materiales
 - Agua de calidad microbiológica
 - Solución amortiguadora de fosfato.
 - Agua de dilución con fosfato
 - Alcohol etílico, al 70% (v/v)

- Agar rojo violeta bilis (Agar VRB)

Extracto de levadura	3.0 g
Peptona de carne o peptona de gelatina	7.0 g
Cloruro de sodio	5.0 g
Mezcla de sales biliares	1.5 g
Lactosa	10.0 g
Rojo neutro	0.03 g
Cristal violeta	0.02 g
Agar	15.0 g
Agua de calidad microbiológica	1.0 L

- Caldo al 2% de verde brillante lactosa bilis (Caldo BGB o BRILA)

Peptona de carne	10.0 g
Lactosa	10.0 g
Bilis de buey deshidratada	20.0 g
Verde brillante	0.01 g
Agua de calidad microbiológica	1.0 L

- Agar de Levine, eosina—azul de metileno (Agar L—EMB)

Peptona de carne	10.0 g
Lactosa	10.0 g
Fosfato dipotásico (K_2HPO_4)	2.0 g
Agar	15.0 g
Eosina Y amarillenta	0.4 g
Azul de metileno	0.06 g

- Caldo EC

Digerido pancreático de caseína	20.0 g
Mezcla de Sales biliares	1.5 g
Lactosa	5.0 g
Fosfato dipotásico (K_2HPO_4)	4.0 g
Fosfato monopotásico (KH_2PO_4)	1.5 g
Cloruro de sodio	5.0 g
Agua de calidad microbiológica	1.0 L

- Agua de triptona (caldo o solución de triptófano)

Digerido tríptico de caseína o peptona de caseína	10.0 g
Agua de calidad microbiológica	1.0 L

- Reactivo de *Kovacs*

Dimetilaminobenzaldehido	5.0 g
Alcohol amílico	75 mL
Acido clorhídrico concentrado	25 mL

- Caldo de glucosa amortiguado (tamponado), (caldo MR—VP)

Peptona de carne	7.0 g
Glucosa	5.0 g
Fosfato dipotásico (K_2HPO_4)	5.0 g
Agua de calidad microbiológica	1.0 L

- Reactivos de *Voges—Proskauer* (VP).
 - a) Solución alcohólica al 5% de α -naftol
 - b) Solución al 40% de hidróxido de potasio

- Solución indicadora de rojo de metilo

0.10 g de rojo de metilo en 300 mL de alcohol etílico al 95% (v/v) y se lleva a un volumen final de 500 mL con agua de calidad microbiológica.

- Caldo citrato de *Koser*.

Fosfato de sodio y amonio ($\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	1.5 g
Fosfato monopotásico (KH_2PO_4)	1.0 g
Sulfato de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0.2 g
Citrato de sodio	3.0 g
Agua de calidad microbiológica	1.0 L

4.2.3.2. Detección y recuento de *Staphylococcus Aureus*

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para la detección y recuento de *Staphylococcus aureus* en la leche y productos lácteos.

- Norma COGUANOR a consultar

- COGUANOR NGO 4 010 Sistema Internacional de Unidades (SI) segunda revisión
- COGUANOR NGO 34 046 h25 Leche y productos lácteos, Análisis microbiológico, Detección y recuento de *Staphylococcus Aureus*

- Reactivos o materiales

- Medios de cultivo
- Caldo tripticasa soya con dextrosa
- Caldo tripticasa soya con 10% de NaCl

- Caldo tripticasa soya con 20% de NaCl
- Agar *Baird - Parker*

a) Medio base

Triptona.....	10 g
Extracto de carne.....	5 g
Extracto de levadura.....	1 g
Piruvato de sodio	10 g
Glicina	12 g
Cloruro de litio (LiCl-6H ₂ O)	5 g
Agar	20 g
Agua destilada	950 mL

b) Medio de enriquecimiento

Se utiliza el enriquecimiento Bacto EY telurito comercial

c) Medio completo

d) Caldo de infusión de cerebro y corazón

Infusión de cerebro de ternero (véase nota).....	200.0 g
Infusión de corazón de vaca (véase nota).....	250.0 g
Proteosa peptona o gelisato.....	10.0 g
Cloruro de sodio.....	5.0 g
Fosfato disódico.....	2.5 g
Dextrosa	2.0 g
Agua destilada c.s.p.	1000 mL

e) Agar tripticasa soya

Tripticasa peptona	15 g
Fitona peptona	5 g
Cloruro de sodio	5 g
Agar.....	15 g
Agua destilada	1000 mL

f) Agar de triptona extracto de levadura manitol 0.5%

Triptona.....	10 g
Extracto de levadura.....	1 g
Manitol.....	5 g
Púrpura de bromocresol.....	0.04 g
Agar.....	2 g
Agua destilada.....	1000 mL

g) Agar azul de toluidina-DNA

Acido desoxirribonucleico (DNA).....	0.3 g
Agar.....	10.0 g
Cloruro de calcio anhidro.....	1.1 mg
Cloruro de sodio.....	10.0 g
Azul de toluidina 0.....	0.083 g
Tris (hidroximetil) amino metano.....	6.1 g
Agua destilada.....	1000 mL

- Plasma coagulasa con EDTA
- Plasma de conejo, fresco o desecado
- Plasma de porcino, fresco o desecado

○ Diluyente	
Peptona	1.0 g
Cloruro de Sodio.....	8.5 g
Agua destilada.....	1000 mL

4.2.3.3. Determinación de la reductasa

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para verificar en forma indirecta el grado de desarrollo microbiano en la leche.

- Norma COGUANOR a consultar

COGUANOR NGO 34 046 h13 Leche y productos lácteos, Análisis microbiológico, Determinación de la reductasa

- Reactivos necesarios

- Solución de azul de metileno

4.2.3.4. Determinación de la fosfatasa método rápido de *Scharer*

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar la eficiencia del proceso de calentamiento a que han sido sometidos la leche de vaca y los productos lácteos pasteurizados o para comprobar la contaminación de la leche pasteurizada con leche cruda.

- Norma COGUANOR a consultar

COGUANOR NGO 34 046 h13, Leche y productos lácteos, Determinación de la fosfatasa método rápido de *Scharer*

- Reactivos necesarios

- Solución tampón
- Solución tampón diluida
- Substrato tampón
- Reactivo de 2,6 dicloroquinona - cloroimida. (CGC)
- Catalizador
- 200 mg de sulfato de cobre, $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, en 100 cm^3 de agua destilada
- Alcohol n - butílico neutralizado
- Alcohol n – butílico, solución al 7.5% (v/v)
- Solución patrón de fenol
- Soluciones testigo

Se agregan a tres tubos de ensayo, similares a los que se van a emplear con las muestras las cantidades de agua y de solución diluida de fenol que se indican en la norma.

4.2.3.5. Recuento total en placa

- Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer el método para llevar a cabo el recuento total en placa en la leche y los productos lácteos.
- Norma COGUANOR a consultar
 - COGUANOR NGO 4 010 Sistema Internacional de Unidades (SI) segunda revisión
 - COGUANOR NGO 34 046 h25 Leche y productos lácteos, Recuento total en placa
- Reactivos o materiales
 - Agua de calidad microbiológica
 - Solución amortiguadora de fosfato
 - Agua de dilución con fosfato
 - Alcohol etílico, al 70% (v/v).
 - Agar para recuento en placa

Digerido pancreático de caseína.....	5.0 g
Extracto de levadura.....	2.5 g
Glucosa.....	1.0 g
Agar.....	15.0 g

4.2.3.6. Determinación de la fosfatasa residual en quesos

- Objeto

La presente norma tiene por objeto establecer el método para la determinación de la fosfatasa residual en quesos.

- Norma COGUANOR a consultar

- COGUANOR NGO 4 010 Sistema Internacional de Unidades (SI)
- COGUANOR NGO 34 046 h1 Leche y productos lácteos, Toma de muestras, primera revisión
- COGUANOR NGO 34 046 h26, Leche y productos lácteos, Determinación de la fosfatasa residual en quesos

- Reactivos o materiales

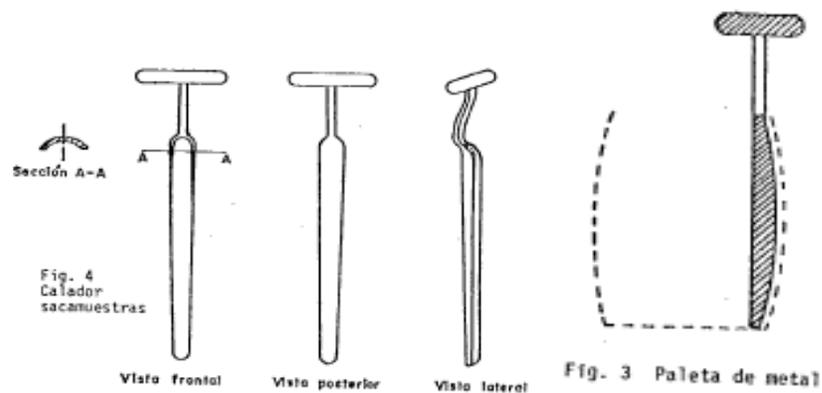
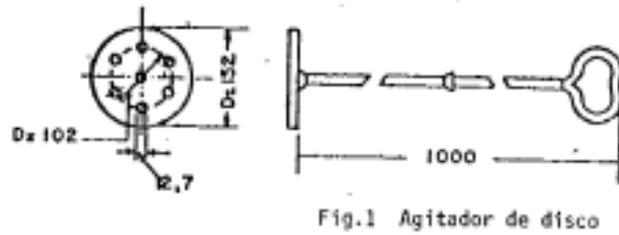
- Soluciones amortiguadoras de borato de bario-hidróxido de bario
- Solución 25—11, de pH 10.6 ± 0.15 a 25°C
- Soluciones 26-11, 27-11, 28—11 v 29-11
- Solución 25-11 con sustrato
- Soluciones 26-11, 27-11, 28-11 y 29-11, con sustrato
- Solución 0.5 N ó 1 N de NaCO_3
- Solución 0.5 N ó 1 N de HCl
- Soluciones precipitantes de proteína
- Solución precipitante 6.0-0.1
- Solución precipitante 6.0.
- Solución amortiguadora para desarrollar color, pH 9.8 ± 0.15 a 25°C.
- Solución BQC (reactivo de *Gibbs*)
- Soluciones estándares de fenol
 - a) Solución patrón 1 mg/mL

- b) Soluciones de trabajo
 - Alcohol n—butilico, con punto de ebullición entre 116 y 118°C
 - Solución amortiguadora para diluir el color
 - Solución al 0.05% de sulfato de cobre

4.3. Equipo y aparatos

- Equipo para la toma de muestras
 - Agitadores de disco
 - Cucharón para extracción de muestras
De una capacidad no menor de 85 mL
 - Paletas de metal
 - Varilla cilíndrica metálica
De aproximadamente 1.5 m de longitud y de por lo menos, aproximadamente, 10 mm de diámetro
 - Sacamuestras para productos en polvo. (ver figura 6)
De longitud apropiada tanto para su uso como para su esterilización
 - Calador sacamuestras
De acero inoxidable, con buen filo, de no menos de 350 mm de longitud
 - Calador sacamuestras (ver figura 6)
De acero inoxidable, con buen filo, de no menos de 130 mm de longitud
 - Cuchillos
De acero inoxidable, con buen filo
 - Espátulas o cucharas
De acero inoxidable o de aluminio
 - Instrumental de laboratorio

Figura 6 **Equipo para toma de muestras**



Fuente: COGUANOR NGO 34 046 h1, Toma de muestras

4.3.1. **Determinación de acidez titulable**

- Aparatos necesarios
 - Balanza analítica de precisión (límite de detección 0.1 mg)
 - Erlenmeyer de 100 cm³
 - Matraz aforado de 500 cm³
 - Pipeta aforada de 50 cm³

4.3.2. Determinación de la densidad relativa

- Aparatos necesarios
 - Lactodensímetro
Con graduaciones de 0.0005 a 20°C, u otra graduación que permita una aproximación mayor a esta misma temperatura
 - Termómetro de mercurio
Graduado en grados *Celsius*
 - Probeta
De 200 a 250 cm³, de medidas tales que permitan el libre movimiento del lactodensímetro y la inmersión total del vástago graduado
 - Recipiente de fondo plano
Que pueda utilizarse como baño de agua, que permita introducir la probeta mencionada

4.3.3. Determinación de cenizas

- Aparatos necesarios
 - Balanza analítica de precisión
Que aprecie 0.1 mg
 - Cápsula de platino de fondo plana
 - Baño María
 - Mufla
 - Desecador
 - Estufa con regulador de temperatura

4.3.4. Determinación de proteínas

- Aparatos necesarios
 - Matraz *Kjeldahl*
De 1000 cm³
 - Aparato completo de *Kjeldahl*
 - Erlenmeyer
De 450 cm³
 - Bureta
De 50 cm³

4.3.5. Determinación de sólidos totales

- Aparatos necesarios
 - Cápsula de fondo plano
De un diámetro no mayor de 5 cm
 - Baño María
 - Estufa eléctrica
Que opere a una temperatura comprendida entre 98 y 100°C a la presión atmosférica
 - Estufa eléctrica al vacío
Que opere a una temperatura de 100 °C
 - Desecador
 - Balanza analítica de precisión
Que aprecie 0.1 mg
 - Pipeta aforada
De 10 cm³

4.3.6. Determinación del contenido de grasa (método de *Babcock*)

- Aparatos necesarios

- Botella normalizada de *Babcock* para análisis de leche.

Es un recipiente de vidrio de fondo plana, el cual tiene un cuello vertical cuando está colocado sobre una superficie horizontal. La altura total de la botella es de 150 a 165 mm.

- Bulba

Puede ser cilíndrica a cónica; si es cilíndrica, el diámetro externo debe ser entre 34 y 36 mm; si es cónica el diámetro externo de la base debe ser entre 31 y 33 mm y el diámetro máximo entre 35 y 37 mm.

- Cuello

El cuello tiene forma cilíndrica y un diámetro uniforme desde por lo menos 5 mm por debajo de la marca de graduación inferior hasta 5 mm por encima de la marca más alta.

- Pipeta

- Medidor de ácido

Consiste de una probeta o de una pipeta graduada para descargar 17.5 cm³ conectada a una botella para ácido. Dicha botella debe estar provista de una perilla de hule para insuflar aire a presión y cargar así la probeta o pipeta.

- Centrifugadora.
- Divisores o calibradores
- Baño María

4.3.7. Determinación de las impurezas macroscópicas (sedimentos)

- Aparatos necesarios
 - Estufa
Con regulador de temperatura
 - Cápsulas de porcelana
 - Mortero
 - Matraces aforados
De 100 cm³ y de 1 litro L
 - Vasos de precipitados
De 250 cm³ y de 1500 cm³
 - Agitador eléctrico
 - Pipeta volumétrica
De 10 cm³
 - Tamices COGUANOR Nos. 20, 40 y 230
 - Desecador
 - Discos de algodón para la retención del sedimento

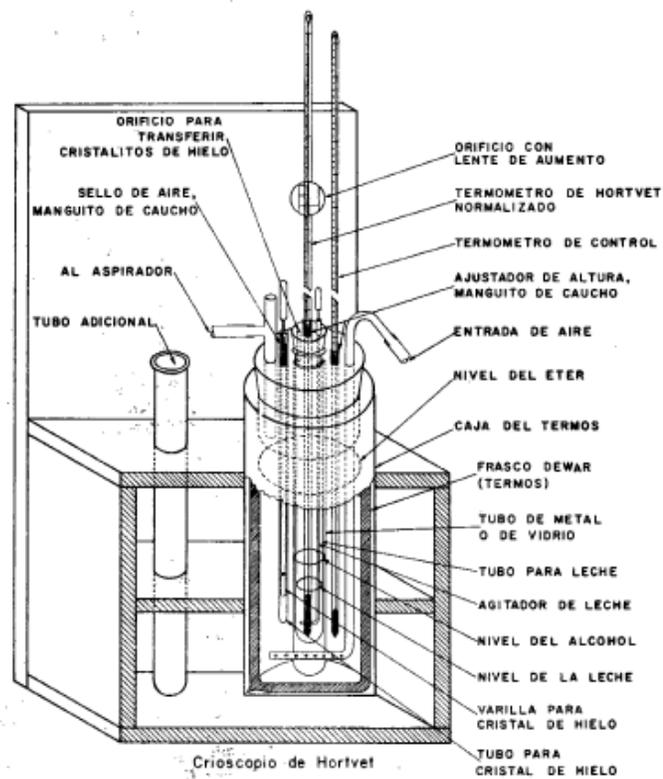
Estos son discos normalizados hechos de papel filtro de fibra de algodón ("lintina"), de 31.5 mm de diámetro, los cuales se colocan en el aparato de filtración sobre un tamiz plano de alambre, y exponen un área de filtración de un diámetro de 28.6 mm o 10.2 mm.

- Aparato de filtración
- Área filtrante de 28.6 mm de diámetro
- Área filtrante de 10.2 mm de diámetro

4.3.8. Determinación del punto de congelación de la leche

- Aparatos necesarios
 - Crioscopio de *Hortvet* (ver figura 7)

Figura 7 Crioscopio de *Hortvet*



Fuente: Norma COGUANOR 34 046 h10, Leche y productos lácteos, Determinación del punto de congelación de la leche

- Termómetros
- Termómetro de control
- Termómetro de *Hortvet*

4.3.9. Determinación de grasa en quesos

- Aparatos
 - Balanza analítica de precisión
Que aprecie 0.1 mg
 - Trituradora de alimentos
 - Licuadora de alta velocidad
 - Baño de agua hirviendo
 - Baño de vapor
 - Horno
Regulado a $120 \pm 2^{\circ}\text{C}$, u horno de vacío regulado a $70 - 75^{\circ}\text{C}$ y a una presión absoluta menor de 6.7 kPa (< 50 mm Hg)
 - Centrifugadora
Con motor trifásico
 - Vasos de precipitados altos
De pequeña capacidad, cubiertos con vidrio de reloj
 - Pipetas graduadas de 10 mL
 - Pipetas volumétricas de 1, 2, 10 y 25 mL
 - Matraces o tubos para extracción de grasa
 - Cápsulas metálicas o pesafiltros
 - Instrumental de laboratorio

4.3.10. Determinación del índice de refracción en el suero acético de la leche

- Aparatos necesarios
 - Refractómetro de inmersión *Zeiss*
Puede emplearse también un refractómetro de *Bausch and Lomb*
 - Vaso de precipitados, de 200 cm³
 - Baño María
 - Termómetro
Graduado en 0.1°C

4.3.11. Recuento de bacterias coliformes y *Escherichia Coli*

- Aparatos
 - Balanza analítica de precisión
 - Autoclave
Regulada a 121°C
 - Esterilizador operado con aire caliente
Regulado a 170°C
 - Incubadoras
Para mantener las placas inoculadas a 32 ± 1°C y a 35 ± 1°C
 - Baño de agua cubierto
Provisto de un sistema para mantener temperatura de 45.5 ± 0.2°C
 - Baños María
Regulados entre 20 y 25°C y entre 44 y 46°C, y otro baño regulado a aproximadamente 40°C
 - Campana de flujo laminar
Provista de filtros que eliminen partículas hasta de 0.5 µm

- Cortador de disco
- Contador de colonias
Del tipo *Quebec* u otro similar con visibilidad y aumento equivalentes
- Frascos de dilución
De aproximadamente 150 mL de capacidad, de vidrio al borosilicato, con tapa hermética de rosca o tapón de hule
- Pipetas graduadas
Especiales para muestras de leche y crema, con una capacidad de 1 mL
- Cajas de Petri
- Tubos de cultivo
De 16 mm x 150 mm
- Tubos de ensayo
De 16 mm x 150 mm conteniendo tubos de fermentación invertidos de 10 mm x 75 mm
- Asa de inocular
De 3 mm de diámetro
- Asa en punta
De nicrón o platino-iridio
- Instrumental de laboratorio

4.3.12. Detección y recuento de *Staphylococcus Aureus*

- Aparatos
 - Picadora mecánica de carne
Provista de una placa cribada con orificios de diámetro no mayor de 4 mm

- Licuadora
Que opere a no menos de 1 050 rad/s (10 000 rpm) y no más de 1 260 rad/s (12000 rpm)
- Autoclave
Para esterilización de material de vidrio, vasos mezcladores, medios de cultivo y diluyentes
- Gabinete de secado o incubadora
Para secado de las superficies de las placas de agar, mantenido preferentemente a una temperatura de 50°C
- Incubadora
Para mantener las placas inoculadas a una temperatura entre 35°C y 37°C
- Baños de agua
Para calentar y enfriar soluciones y medios de cultivo a las temperaturas apropiadas
- Balanza semianalítica
Con precisión de 0.1 g
- Asa circular
De 3 mm de diámetro
- Material de vidrio
El material de vidrio debe ser de vidrio al borosilicato
- Tubos y frascos de cultivo
- Pipetas graduadas
Con una capacidad nominal de 1.0 mL y 10.0 mL
- Cajas de Petri
- Esparcidores de vidrio
Hechos con varillas de vidrio de aproximadamente 3.5 mm de diámetro y 200 mm de longitud

4.3.13. Determinación de la reductasa

- Aparatos necesarios
 - Pipeta volumétrica
De 10 cm³
 - Tubo de ensayo
De 180 mm por 18 mm, estéril
 - Pipeta volumétrica
De 1 cm³, estéril
 - Tapones de hule
 - Baño María
Regulado a 37 ± 0.5°C

4.3.14. Determinación de la fosfatasa método rápido de *Scharer*

- Aparatos necesarios
 - Tubos de ensayo
 - Tapones de caucho libres de fenol
 - Pipetas
De 5 cm³ graduadas en 0.1 cm³
 - Incubadora o Baño María
Controlados por termostato a ± 1°C, con un margen de temperatura comprendido entre 37°C y 45°C
 - Termómetro
De 0°C a 110°C

- Frasco cuentagotas
De vidrio color ámbar de unos 8 cm³ de capacidad, con cuentagotas calibrado para proporcionar 50 gotas por cm³
- Fuente de luz y filtro
El cual consiste en una luz fluorescente diurna de 14 a 22 W y un filtro de luz, de vidrio o de plástico, de 10 cm de alto por 30 cm de ancho.
- Tubos testigo para medición de color
Pueden prepararse las soluciones tipo o testigo de fenol, o bien, se pueden obtener los tubos de 1.0, 2.0 y 5.0 unidades
- Homogeneizador o mezclador mecánico
- Cristalería de laboratorio
Necesaria para el muestreo y preparación de las soluciones
- Balanza analítica de precisión
Que aprecie 0.1 mg
- Autoclave
Regulada a 121°C
- Esterilizador operado con aire caliente
Regulado a 170°C
- Incubadora
Para mantener las placas inoculadas a 32 ± 1°C
- Baño de agua
Regulado entre 44 y 46°C y otro baño de agua en ebullición o de vapor
- Campana de flujo laminar
Para el análisis de muestras envasadas en envases metálicos con sello hermético
- Cortador de disco

- Contador de colonias
Del tipo *Quebec* u otro similar con visibilidad y aumento equivalentes
- Frascos de dilución
De aproximadamente 150 mL de capacidad, de vidrio al borosilicato con tapa hermética
- Pipetas volumétricas
De 0.1 y 1 mL, especiales para productos lácteos
- Pipetas
Apropiadas para descargar 11 mL de leche o productos lácteos en estado líquido
- Cajas de Petri
- Instrumental de laboratorio

4.3.15. Determinación de la fosfatasa residual en quesos

- Aparatos
 - Balanza analítica de precisión
Que aprecie 0.1 mg
 - Fotocolorímetro
Provisto de un filtro para obtener máxima transmitancia a 610 nm
 - Centrifugadora
 - Vidrio de reloj
De 5 cm de diámetro
 - Tubos de cultivo
De 16 ó 18 mm x 150 mm
 - Varilla de vidrio
De aproximadamente 8 x 180 mm
 - Baño de agua con hielo

- Baño de agua hirviendo
- Baño de agua
- Pipetas volumétricas
De 1 y 5 mL
- Pipetas graduadas
De 10 mL
- Termómetro
Apropiado para medir 85°C
- Embudos
De 5 cm de diámetro
- Tubos de ensayo
Preferiblemente graduados a 5 y 10 mL
- Instrumental de laboratorio

4.4. Planos

4.4.1. Diseño general

- Software utilizado: Autocad Map 2D 2010
- Escala 1:50

4.4.1.1. Pisos

Piso cerámico con juntas alisadas de color blanco, esquinas redondeadas. Aspecto normado en el reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) Artículo 16 párrafo 1 (ver anexo 3).

4.4.1.2. Techo

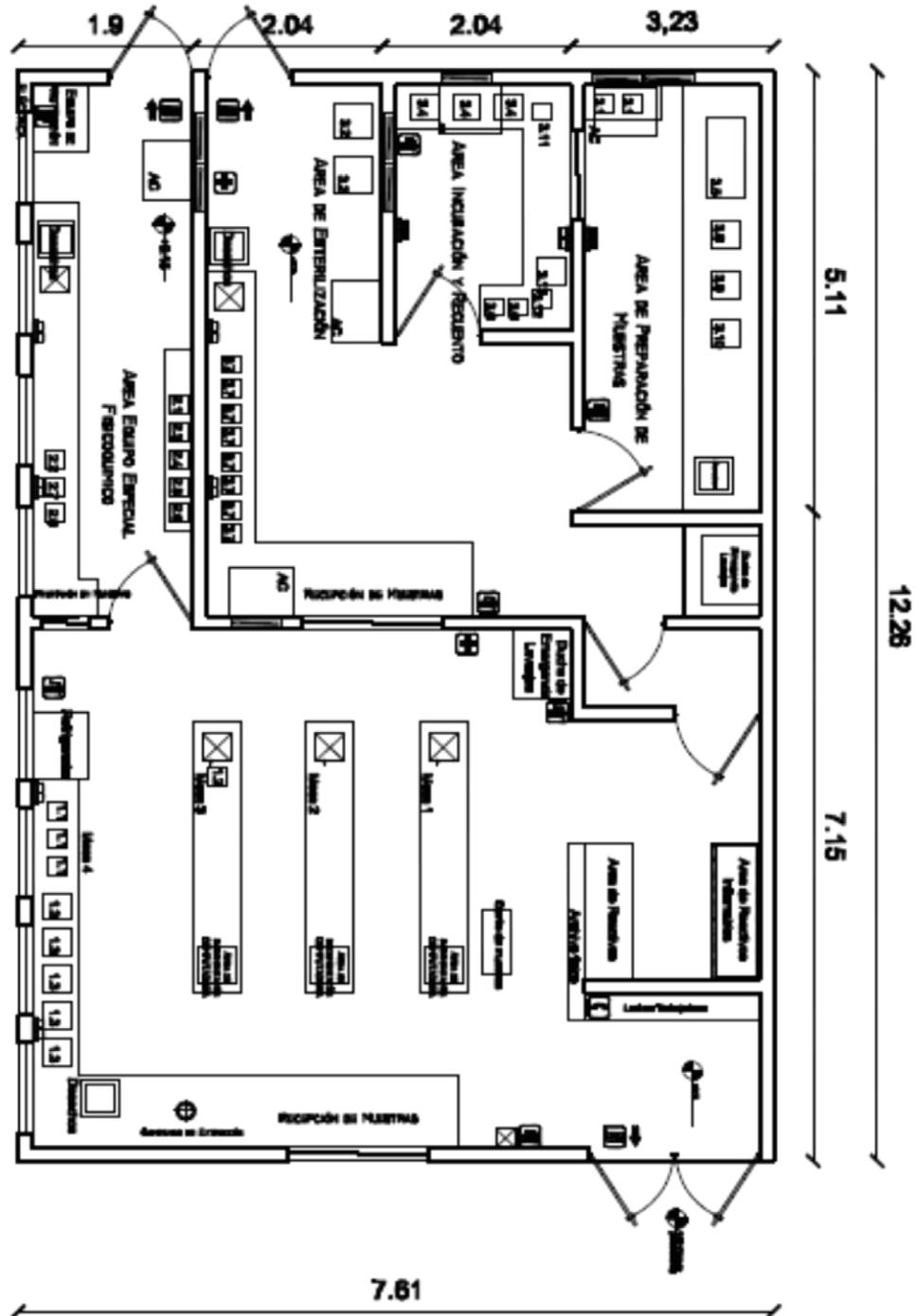
El cielo raso debe ser liso en todas las dependencias del laboratorio y pintados de color blanco, anti acústicos (para lo que se instalará recubrimiento fibra de vidrio) e impenetrables a gases y vapores.

Los techos deben estar recubiertos por superficies de tablayeso para que facilitar su limpieza, evitar la acumulación de polvo o materiales tóxicos.

4.4.1.3. Distribución de equipo y mobiliario

Ver figura 8 para plano y tablas V, VI y VII para equipo señalado.

Figura 8 Planta amoblada



4.4.1.3.1. Área fisicoquímica

Tabla V **Equipo área fisicoquímica**

No.	Equipo
1.1	Balanza analítica de precisión
1.2	Estufa
1.3	Baño María

4.4.1.3.2. Área fisicoquímica especial

Tabla VI **Equipo área fisicoquímica especial**

No.	Equipo
2.1	Estufa eléctrica al vacío
2.2	Mufla
2.3	Aparato completo de <i>Kjeldahl</i>
2.4	Agitador eléctrico
2.5	Trituradora de alimentos
2.6	Licuada de alta velocidad
2.7	Horno
2.8	Baño de vapor

4.4.1.3.3. Área microbiológica

Tabla VII **Equipo área microbiológica**

No.	Equipo
3.1	Balanza analítica
3.2	Autoclave
3.3	Esterilizador con aire caliente
3.4	Incubadoras
3.5	Campana de flujo laminar
3.6	Contador de colonias
3.7	Baño maría
3.8	Picadora mecánica de carne
3.9	Licuada
3.10-	Fuente de luz y filtro
3.11	Homogeneizador o mezclador mecánico
3.12	Fotocolorímetro
3.13	Centrifugadora

- Área de reactivos

La separación de los diferentes grupos de productos con incompatibilidades químicas debe ser según la figura 2. Se deben instalar estanterías dobles de pared de acero zincado.

Los reactivos en *stock* para el área microbiológica deben permanecer junto a los reactivos en el área fisicoquímica. Los reactivos en uso de Microbiología deben ser almacenados bajo los baños maría en la misma área. Las vitrinas deben ser fabricadas con fórmica.

- Equipo de seguridad

Cada área posee:

- Duchas de emergencia
- Extintores para fuego ABCD
- Lavaojos
- Campanas extractoras: de sobremesa, es decir, con la base a la altura de las restantes superficies de trabajo del laboratorio (90 cm).

4.4.2. Diseño de sistemas auxiliares

Software utilizado: Autocad Map 2D 2010

4.4.2.1. Sistema preliminar drenajes y tuberías de fluidos

Este sistema, debe ser un circuito secundario exclusivamente para la alimentación del laboratorio, se conectará como un ramal independiente al circuito general de drenajes o al circuito de drenajes del área, los cuales, a la vez, deben estar conectados a los sistemas de tratamiento o a la línea de drenajes del municipio.

- Tuberías de fluidos

Se deben instalar tuberías de hierro fundido laminar, según ASME B31.8. El sistema de tuberías se encuentra considerado en el reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) Artículo 62 (ver anexo 3). Ver figura 9 para plano.

- Drenajes

Los desagües de pilas, fregaderos y demás puntos se acometen al punto colector existente en cada punto de servicio, mediante conductos de polietileno o Polipropileno, de al menos 50 mm de diámetro y accesorios del mismo material.

Los sifones de fregaderos deben ser de polipropileno, con juntas y abrazaderas resistentes a los disolventes ácidos y álcalis. Los sifones de las piletas serán de polipropileno. La conducción de desagüe se realizará en polietileno o polipropileno tipo PNG, soldado a testa o roscado. Ver figura 10 para plano.

Figura 9 Plano planta: hidráulicas

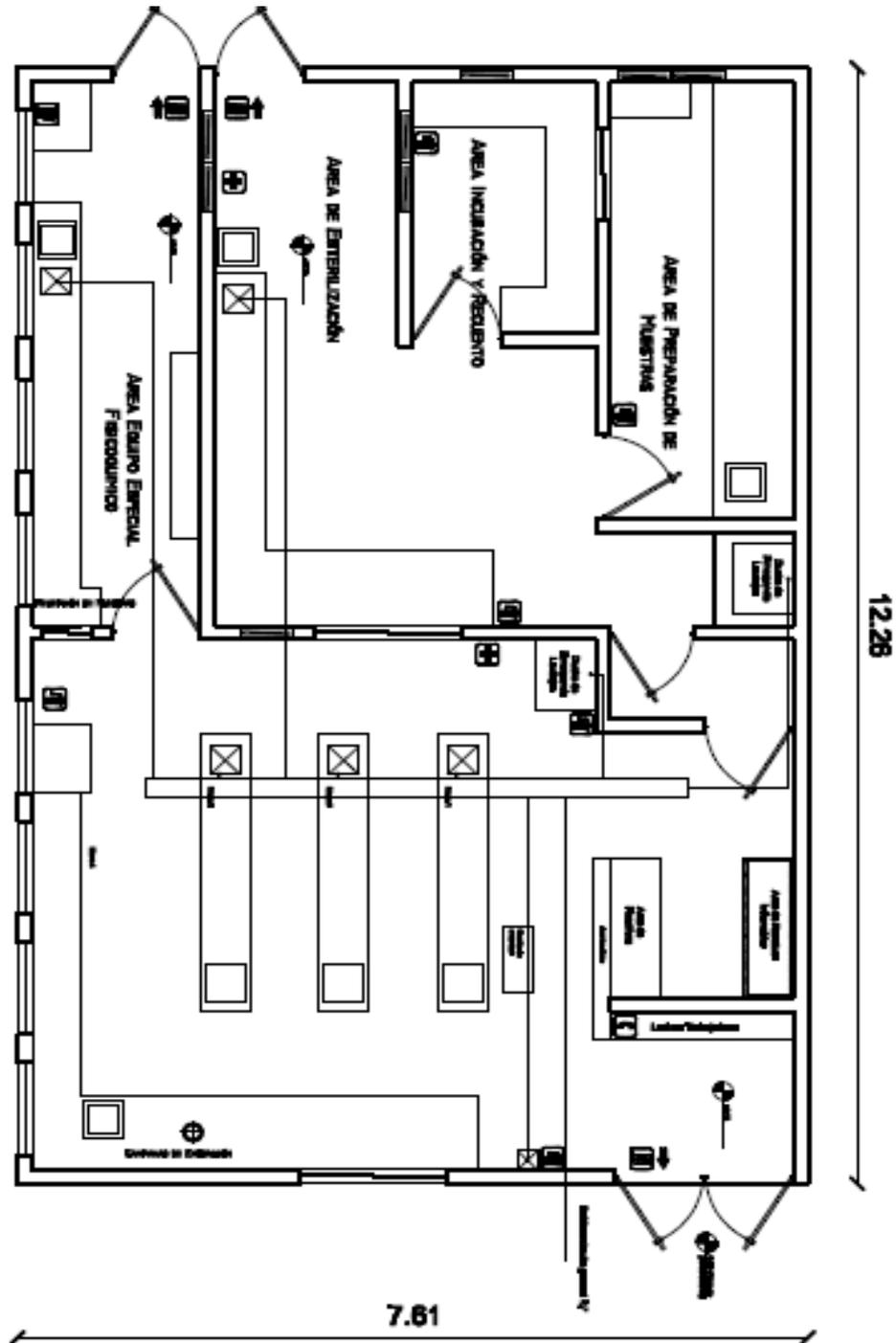
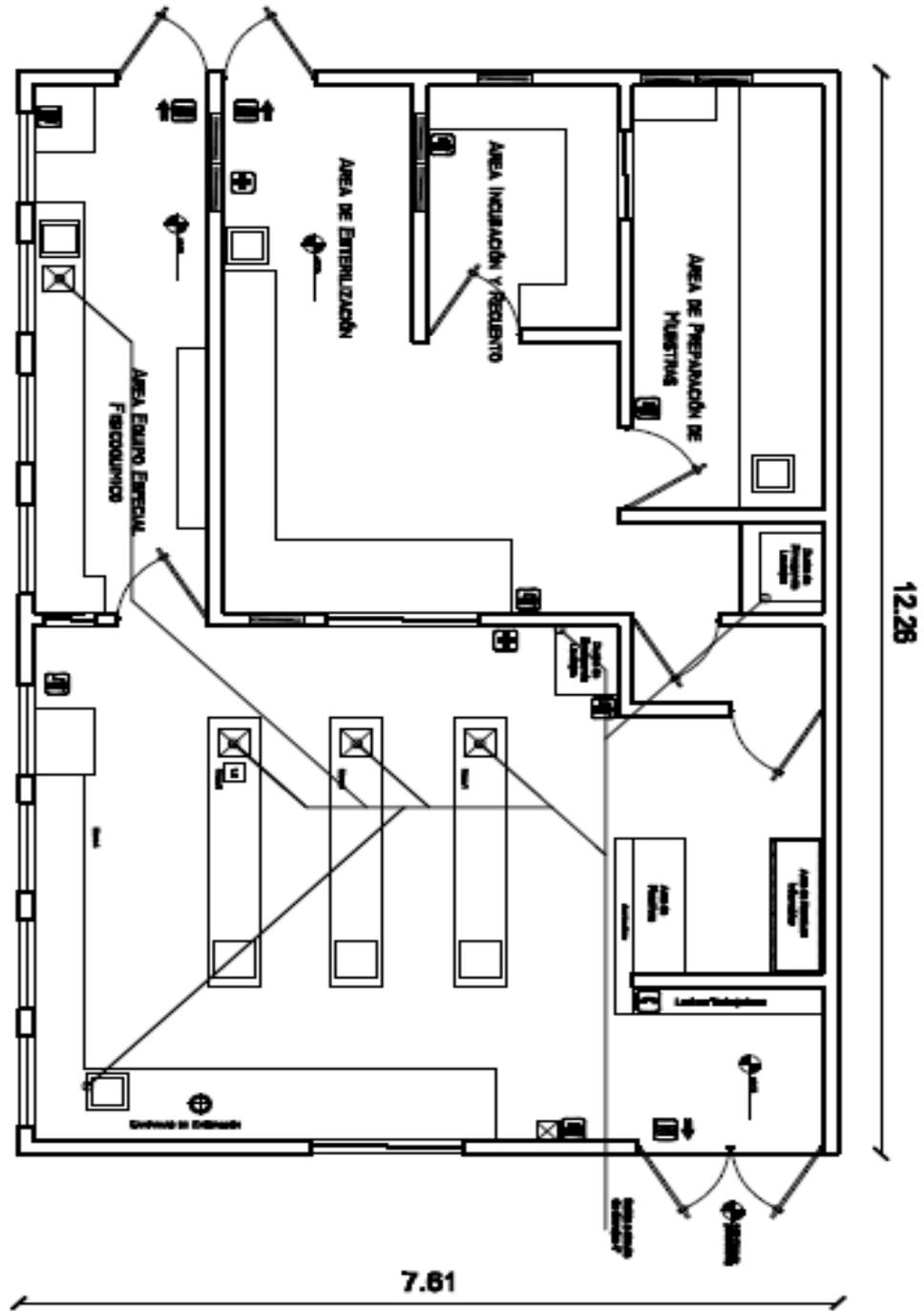


Figura No. 10 Plano planta drenajes



4.4.3. Sistema eléctrico

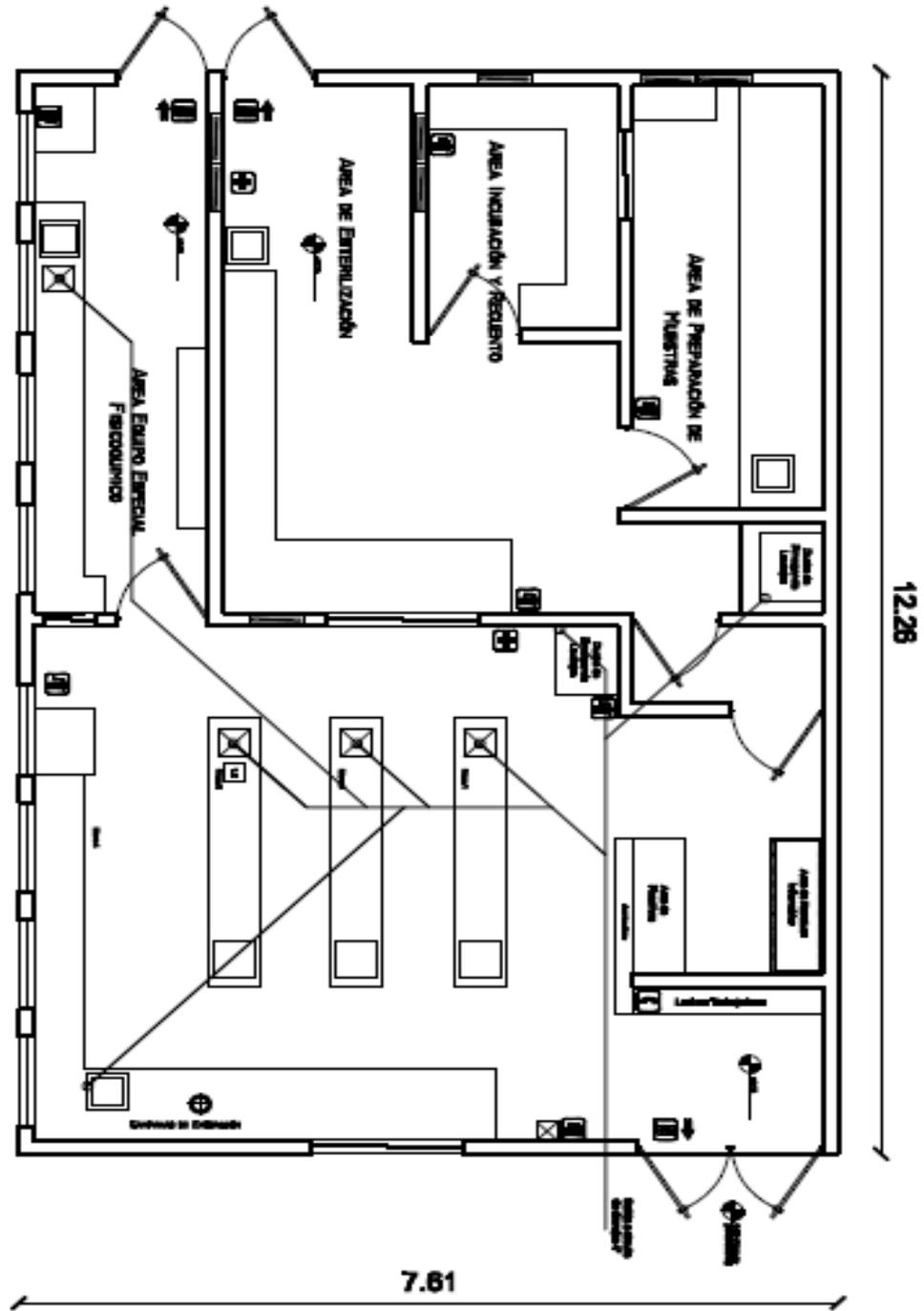
4.4.3.1. Instalación eléctrica

Por cada 50 cm de mesa mural o su correspondiente tramo de mesa central, se deben instalar 2 tomas eléctricas tipo *Shucko* de 16, entradas a 110 V, y por cada 4 entradas de 110V, se instala una de 220 V. La instalación interior de mesa se debe instalar mediante manguera flexible de 1 kV de 3 x 2,5 mm o cable de 2,5 y 4 mm de sección así como cajas de derivación y protecciones correspondientes.

Los sistemas de servicios, deben incorporar los mecanismos, módulos eléctricos o canaletas eléctricas situados en ellos. Las bases instaladas en las mesas serán de 16 A tipo *Shucko* y protección mínima IP 44.

Todas las instalaciones eléctricas, incluyendo el alambrado y accesorios, aparato, iluminación, sistemas de señal, cumplen con NFPA 70, el Código[®] Nacional Eléctrico. Ver figura 11 para plano.

Figura 11 Plano eléctricas-fuerza



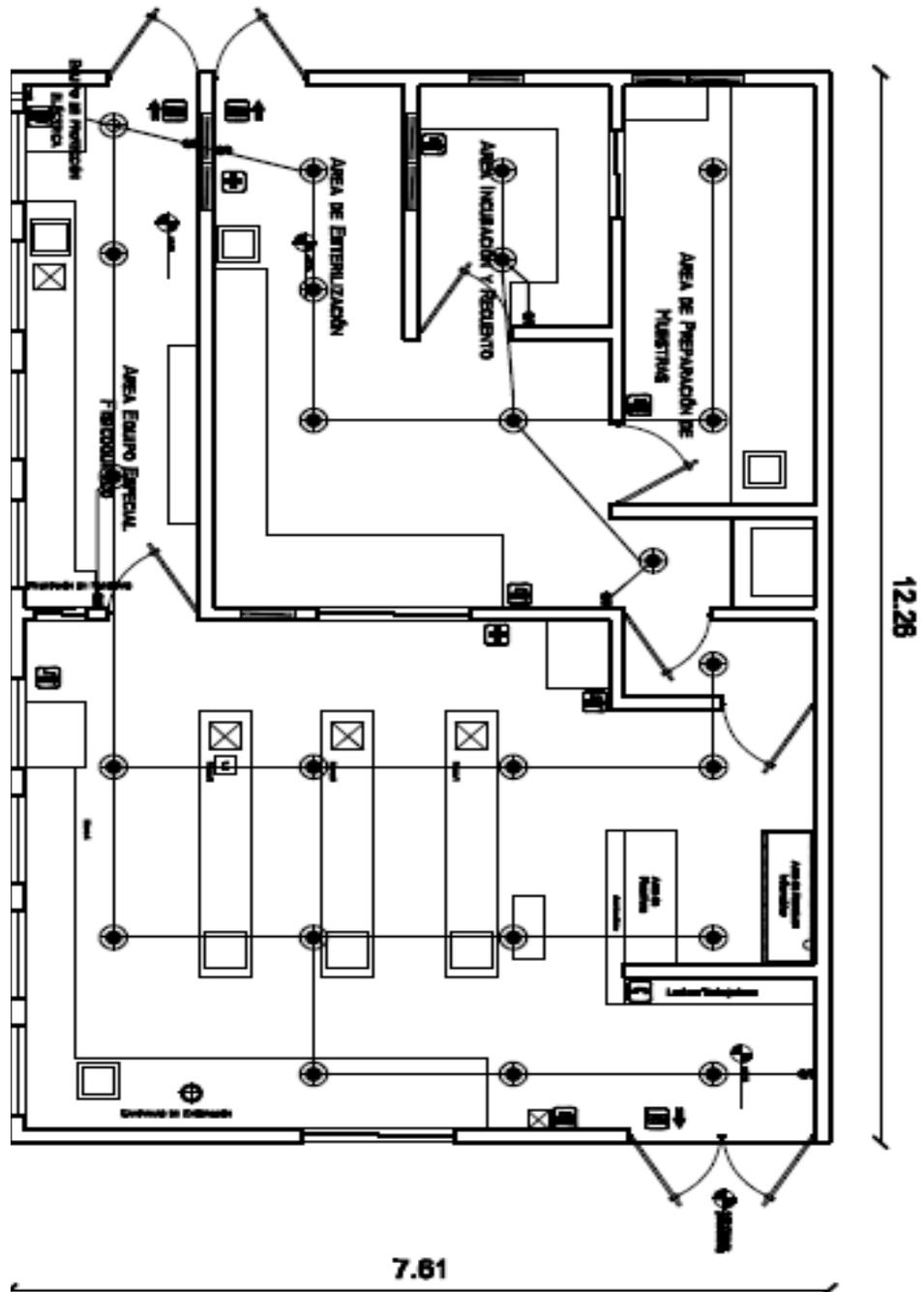
4.4.3.2. Iluminación

El proyecto de iluminación se basa en el reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social en su título II, capítulo I (ver anexo 3).

Se deben usar lámparas fluorescentes estándar luz de día por el gran tiempo de vida útil de 18,000 horas y una cantidad relativamente grande de lúmenes iniciales (3,200 lúmenes iniciales).

Se necesitan 20 luminarias fluorescentes de 2 tubos cada una distribuidas según la figura 12 y apéndice 1.

Figura 12 Plano planta iluminación

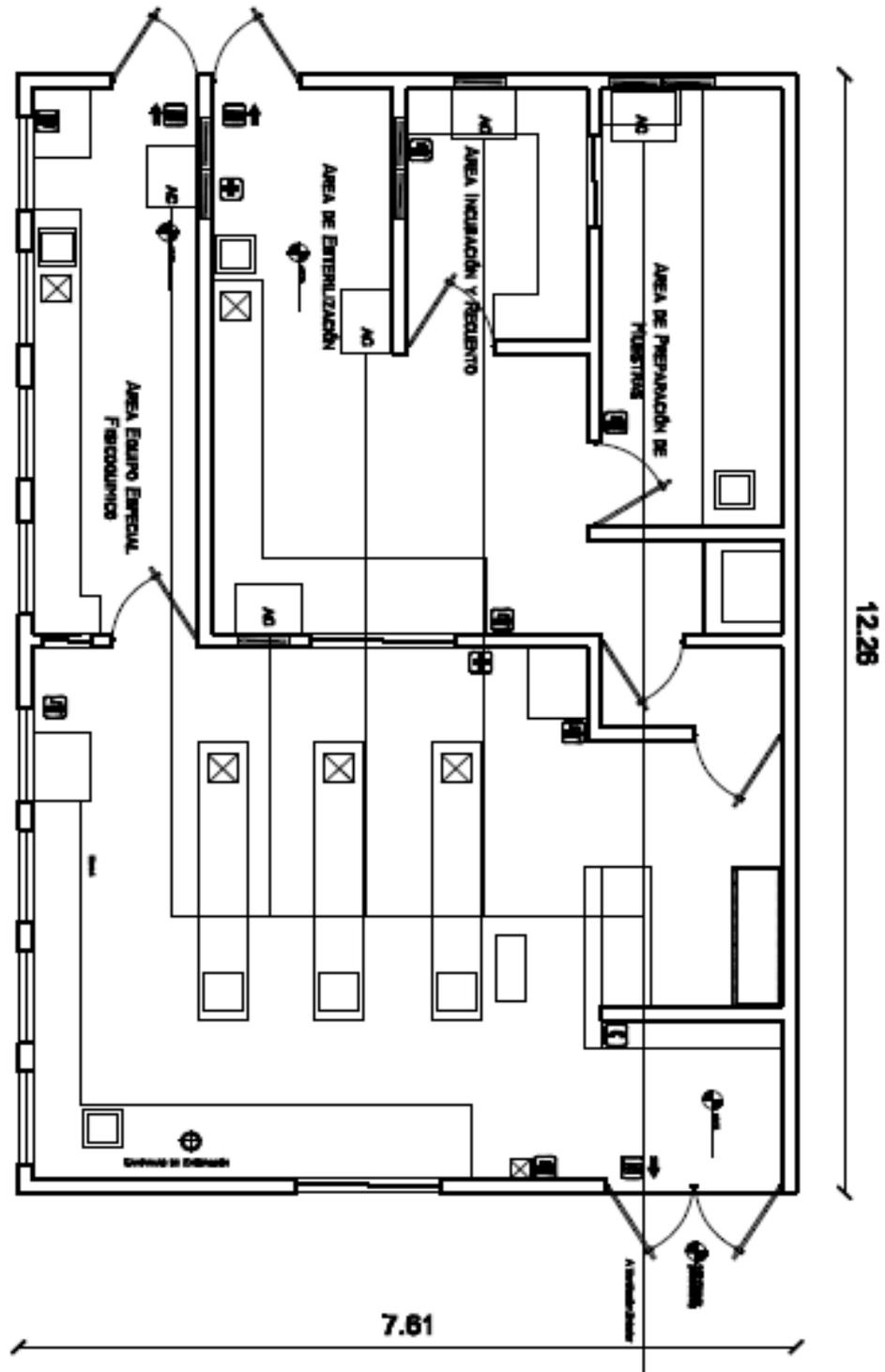


4.4.4. Ventilación y aire acondicionado

El sistema de aire acondicionado debe cumplir con la norma USP30. La regulación de aspectos sobre ventilación también se encuentra dictaminado en el reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social en su título II, capítulo I y en las normas NFPA 45 y 101 (ver anexo 3).

Se tienen 5 ventiladores-extractores centrifugos, marca *York* distribuidos uniformemente en cada área del laboratorio. Se instalará filtros HEPA distribuidos según el funcionamiento y localización de las áreas. Ver figura 13 para plano.

Figura 13 Plano planta: sistema ventilación y aire acondicionado



4.5. Especificaciones para consideraciones ambientales

Se presentan en las siguientes figuras y tablas: parámetro de cumplimiento, equipo con que se medirá el cumplimiento y sus especificaciones.

4.5.1. Sonido

Figura 14 **Sonómetro**



Fuente: equipos de medida para el sector industrial <http://www.pce-iberica.es/>.

- El máximo nivel de sonido es de 45 dB

Tabla VIII **Especificaciones técnicas: sonómetro**

Variable	Especificación
Precisión	$\pm 1,4$ dB
Frecuencia	31,5 Hz, 8k Hz
Temperatura operativa	0 - 40 °C, <80 % H.r.

Fuente: equipos de medida para el sector industrial. <http://www.pce-iberica.es/>.

4.5.2. Conteo de partículas de polvo

Figura 15 Contador de partículas de polvo



Fuente: equipos de medida para el sector industrial. <http://www.pce-iberica.es/>.

- Para el efecto se instalará filtro HEPA en las instalaciones del laboratorio
- Menos de 7×10^6 partículas mayores de $1\mu\text{m}$ por metro cúbico y menos de 4×10^7 partículas mayores de $0.5 \mu\text{m}$ por metro cúbico

Tabla IX Especificaciones técnicas: contador de partículas

Variable	Especificación
Pantalla	LCD de 20 dígitos y 4 líneas
Alimentación	4 x baterías AA NiMH o alcalinas, adaptador AC (100 - 240 V)
Condiciones ambientales	10 - +30°C, 20-.90% H.r. (no condensado)
Dimensiones	108 x 196 x 68 mm
Peso	680 g

Fuente: equipos de medida para el sector industrial.<http://www.pce-iberica.es/>.

4.5.3. Iluminación

Figura 16 Luxómetro



Fuente: equipos de medida para el sector industrial. <http://www.pce-iberica.es/>.

- 1000 lux (lumen por metro cuadrado), a un nivel de mesa o superficie de lectura

Tabla X Especificaciones técnicas: luxómetro

Variable	Especificación
Indicación de sobre rango	OL = <i>Overload</i>
Secuencia de medición	cada 2 segundos
Condiciones ambientales de uso	0 - 40 °C
Pantalla	Pantalla LCD de 5 dígitos
Alimentación	Batería de 9 V
Dimensiones	33 x 54 x 196 mm

Fuente: equipos de medida para el sector industrial. <http://www.pce-iberica.es/>.

4.5.4. Presión

- Manómetro digital, marca BioTek, modelo DPM-2 Plus, serie126831.
Figura 17

Figura 17 **Manómetro**



Fuente: equipos de medida para el sector industrial. <http://www.pce-iberica.es/>.

- Presión positiva de 10 Pa en el laboratorio de ensayo

Tabla XI **Especificaciones técnicas: manómetro**

Variable	Especificación
Coeficiente de temperatura	-10 °C a 10 °C y de 30 °C a 50 °C, 0,002 % del valor final
Prueba de interruptores	Abierto / cerrado, corriente de medición 2 mA

Fuente: equipos de medida para el sector industrial. <http://www.pce-iberica.es/>.

4.5.5. Humedad

Figura 18 Termo higrómetro



Fuente: equipos de medida para el sector industrial. <http://www.pce-iberica.es/>.

- El requerimiento es de 45% de humedad relativa como máximo a una temperatura regulada de aproximadamente 20°C

Tabla XII Especificaciones técnicas: termo higrómetro

Variable	Especificación
Resolución	0,5 % H.r. / 0.5 °C
Precisión	±2 % H.r. (entre 30 y 80 %) sino ±3 % H.r. / ±1 °C
Determinación del punto de rocío	a través del nomograma que se encuentra en el contenido del envío

Fuente: equipos de medida para el sector industrial. <http://www.pce-iberica.es/>.

4.5.6. Temperatura

Figura 19 Termómetro



Fuente: equipos de medida para el sector industrial. <http://www.pce-iberica.es/>.

- El requerimiento es de $20 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$
- Tester-termómetro, marca *Fluke*, modelo 189, serie 87260154. (deberá colocarse en cada habitación del laboratorio)

Tabla XIII Especificaciones técnicas: termómetro

Variables	Especificaciones
Precisión	$\pm 2^{\circ}\text{C}$ o $\pm 2\%$, válido el valor superior ($-10 -35^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$)
Tiempo de respuesta	$< 300\text{ ms}$
Temperatura operativa	$0 \dots +50^{\circ}\text{C}$
Dimensiones	$40 \times 75 \times 20\text{ mm}$
Pantalla	pantalla LCD

Fuente: equipos de medida para el sector industrial. <http://www.pce-iberica.es/>.

4.5.7. Voltaje

Figura 20 **Multímetro**



Fuente: equipos de medida para el sector industrial. <http://www.pce-iberica.es/>.

- Que no exista haya variación en el voltaje por más de 0.1% a una frecuencia de 60 Hz
- Multímetro digital, marca *Fluke*, modelo 189

Tabla XIV **Especificaciones técnicas: multímetro**

Tensión de prueba	Rango de medición	Resolución	Precisión
	1,00 G Ω - 2,00 G Ω	10 M Ω	$\pm(5 \% + 5 \text{ dígitos})$
Corriente de cortocircuito	2,0 mA		
Alimentación	6 x baterías de 1,5 V		
Dimensiones	97 x 202 x 46 mm		
Condiciones ambientales	0-40°C, máx. 75% H.r. (por debajo de 31°C), máx. 50% H.r. (por encima de 31 °C)		

Fuente: equipos de medida para el sector industrial. <http://www.pce-iberica.es/>.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el proceso de fabricación de productos lácteos se tienen diferentes subprocesos, especificados en los resultados figura 5. Se inicia con la recepción y el tratamiento de la leche, con su debida pasteurización HTST (*High Temperature, Short Time*), el almacenamiento y dependiendo del subproceso se hace circular por diversos equipos ilustrados en el Diagrama de Flujo del proceso.

El departamento de control de calidad, a través de un laboratorio fisicoquímico y microbiológico, debe cumplir con el propósito de declarar la liberación del producto según sean los resultados de los análisis hechos en él. El laboratorio contará con los requisitos especificados en normas COGUANOR aplicadas a los métodos de ensayo.

Existen sitios dentro del proceso que son importantes para mantener la conformidad final del producto, estos son los puntos críticos de control señalados en el diagrama de flujo del proceso (figura 5), de acuerdo al color que representa cada subproceso. De la misma manera se indica en la Tabla No. 3, la cantidad de muestras que deben ser tomadas por parte del laboratorio de control de calidad en cada punto crítico de control, según la norma COGUANOR NGO 34h1, para un laboratorio de inspección tipo I.

En seguida se listan los análisis fisicoquímicos y microbiológicos que son requerimientos mínimos de la COGUANOR, pues se necesitan diferentes ensayos para la leche cruda, leche pasteurizada y queso o crema al culminar el

proceso. Así también se da una explicación objeto de cada análisis y se hace referencia a la norma con el código correspondiente. Se extraen los reactivos utilizados para los análisis, por lo que se tiene el listado de lo necesario para realizar cada prueba.

Por último se lista el equipo necesario para cada ensayo y se hace mención detallada de la cantidad, rango, capacidad, incerteza y equipo necesario. En algunos casos se hace una descripción del equipo necesario para la prueba, en caso de poder armarlo con instrumentación disponible en el laboratorio. Se deja a elección la marca de cada equipo para optimizar recursos por parte del personal encargado de su requisición. No se elabora un presupuesto de compra de equipo debido a la naturaleza cambiante de los precios con el tiempo.

- Diseño

En el plano diseñado, el laboratorio se encuentra dividido en dos grandes áreas, la fisicoquímica y la microbiológica, que se encuentran unidas por una exclusiva de intercambio de muestras. El área fisicoquímica cuenta con un área de recepción de muestras que funciona por medio de una exclusiva al exterior. Cada muestra, luego de su clasificación, es llevada al área correspondiente, según el tipo y los ensayos que se requieren. Así también, las muestras del área microbiológica, se trasladan donde corresponde.

El piso del laboratorio será cerámico liso antideslizante de color blanco con juntas alisadas, de alta resistencia a los reactivos. Se toma en cuenta la normativa del el reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) artículo 16.

El cielo raso será liso en todas las dependencias del laboratorio será recubierto por superficies de tabla yeso con el objetivo de evitar la acumulación de polvo o materiales tóxicos; será anti acústico e impermeable a los gases y vapores.

En el área fisicoquímica especial se encuentra el equipo a usar en ensayos específicos, como por ejemplo, muflas, agitadores, hornos, aparato de *Kjeldahl* y otros similares. Esta área posee una exclusiva para intercambio de muestras con el área fisicoquímica general.

El área microbiológica está conectada con el área fisicoquímica por una exclusiva en donde los laboratoristas adquieren la vestimenta apropiada para ingresar (cambio de bata, cofia, mascarilla), además de la utilizada en el área fisicoquímica.

Para mayor control y organización, el área microbiológica se divide en tres sub áreas. El área de esterilización, donde se prepara todo el equipo e instrumentos para los análisis; el área de preparación de muestras; y el área de incubación y recuento, lugar en el que se obtienen los resultados finales de los ensayos microbiológicos aplicados.

Es también en el área fisicoquímica donde existe un espacio para almacenar reactivos, para lo que se utilizan vitrinas resistentes a la corrosión con instalación eléctrica antideflagrante. Cada vitrina debe estar destinada a una familia de compuestos. Si es posible, al implementar el diseño, se colocarán espacios libres o se utilizaran sustancias inertes como separadores entre las sustancias que presentan incompatibilidades

Se coloca equipo de seguridad, en el área fisicoquímica y otra en el área microbiológica: ducha de seguridad, lava ojos, y extintores para fuego ABCD; así como en otros lugares estratégicos.

El sistema auxiliar de las tuberías, se diseña para el transporte de fluidos, y se utiliza como base el Artículo 62 del reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), además las tuberías deben estar fabricadas con resistencia a soluciones salinas, según la ASME B31.8. Existe un punto colector al que se unen las tuberías de desechos de los drenajes. Asimismo, se dota de una llave de corte del servicio de agua, o en su caso de cualquier fluido, en cada mesa. Para la distribución se aprovecha el espacio existente entre la base del laboratorio y la base del segundo nivel (15 cm).

El sistema auxiliar eléctrico permite el suministro de energía eléctrica a todos los equipos que lo necesiten dentro del laboratorio así también proporciona la especificación de luminarias dentro del mismo. En la instalación del mobiliario se incluyen líneas eléctricas desde puntos existentes hasta los puntos de consumo, bajo canaleta de PVC o tubo de PVC de sección adecuada con tabique de separación electricidad / señal telefonía informática, incluidos codos y derivaciones en el mismo material.

Desde ellos se deriva hasta alimentar las mesas y demás puntos que se relacionen. Además, también se implementa la protección para todo el equipo.

Según el cálculo del anexo 3, utilizando el método de cavidad zonal, se determinó que se necesitaran 10 lámparas fluorescentes de 4 tubos cada una.

Pero, debido a la distribución del local, para mantener una intensidad luminosa equivalente en todos los puntos, así como por motivos de costo, se distribuyen 20 lámparas fluorescentes de dos tubos cada una, según el plano de la figura 12.

Para los aspectos de ventilación se toma como fundamento el Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el trabajo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) en su título II, capítulo I y en las normas NFPA 45 y 101.

Se tiene un sistema de aire acondicionado independiente para cada área del laboratorio, entre el área fisicoquímica general y el exterior se tiene el diferencial de presión requerido por las condiciones ambientales establecidas en los resultados, del mismo modo entre el área microbiológica y el área fisicoquímica general. Se llega a las condiciones ambientales necesarias por medio del sistema de aire acondicionado.

Los sistemas de aspiración para la utilización de reactivos volátiles son campanas extractoras del laboratorio en donde el aire procedente de los laboratorios no será reciclado. Los sistemas de extracción son independientes, el aire extraído debe ser procesado por filtros y nunca emitirse sin filtrar a zonas aledañas.

Como base se cumple con las condiciones ambientales normalizadas en la ISA-RP52.1-1975: sonido, número de partículas de polvo, iluminación, presión, humedad, temperatura y voltaje; para cada una de estas variables. Los valores fueron estipulados para un laboratorio grado II en dicha norma. Para dar cumplimiento con los valores de sonido, se aíslan las paredes con un

recubrimiento interno de fibra de vidrio y se dará seguimiento con mediciones hechas con un sonómetro. La limpieza constante y reducción de partículas de polvo es controlada con un filtro HEPA según se necesite en cada área, y se mide el cumplimiento a través de un contador de partículas.

El sistema de ventilación proporcionará los parámetros requeridos en la norma ISA, y la medición del cumplimiento de dichos parámetros, debe ser hecha con un manómetro para la presión, un termómetro para la temperatura y un termo higrómetro para la humedad. Se debe controlar el voltaje suministrado al sistema eléctrico e instrumentos por medio de UPS y reguladores de voltaje individuales en el caso de balanzas analíticas, haciendo mediciones continuas con un multímetro para controlar el valor normado.

CONCLUSIONES

1. Se tienen 17 puntos críticos de control en donde se toman muestras, específicamente de leche cruda, del inicio de cada subproceso y del producto terminado.
2. Las normas nacionales de normalización de la COGUANOR NGO 041 34, permiten establecer los métodos analíticos fisicoquímicos y microbiológicos según el subproceso de producción de derivado lácteo producido.
3. La lista de equipos e instrumentación utilizada en cada análisis correspondiente a las muestras, es consistente con las normas aplicables COGUANOR NGO 041 34.
4. Los diseños preliminares de los sistemas auxiliares son ajustables a la ergonomía de la planta, también son coordinados con el esquema del funcionamiento del laboratorio y las metodologías analíticas.
5. Se tienen 7 consideraciones ambientales significativas cuya variable de control debe cumplir con los parámetros ISA-RP52.1-1975, así también por medio de dispositivos de medición se realizará el control de las mismas.

RECOMENDACIONES

1. Tener un control de inocuidad de los aditivos utilizados en la elaboración de productos lácteos, en particular se recomienda norma COGUANOR NGO 34 192 “Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano”; se recomienda el inciso 14.3.11 de la norma “Cloruro de calcio como coadyuvante de elaboración” y el inciso 14.3.12 de la norma “Cuajo como coadyuvante de elaboración” (según las prácticas correctas de fabricación en el inciso 5.2.1.). Si fuese necesario, para el ensayo del cuajo o renina referirse a la norma del CODEX. Si se usan otros aditivos, localizar especificaciones necesarias en las normas señaladas como la norma del CODEX para los productos a base de caseína alimentaria, CODEX STAN 290-1995.
2. Tener un control sobre la forma y recipiente de almacenamiento, para el efecto se recomienda en particular, la norma COGUANOR NGO 49007, “Envases plásticos para productos alimentarios”. De acuerdo a la lista de reactivos a utilizar según los análisis basados en la norma COGUANOR, se debe leer la etiqueta o consultar las fichas de seguridad de productos antes de utilizarlos por primera vez.

3. Implementar dispositivos de detección de humo o fuego que se ubiquen en diferentes zonas de la estructura que al estar conectados en forma electrónica, permitirán determinar cuál es el área en la que se inicia un incendio y así evitar su propagación.
4. Realizar una evaluación de los costos de los reactivos, equipo, mobiliario, instrumentación y materiales para la construcción del laboratorio, para obtener el presupuesto adecuado, que incluya una inversión óptima y de calidad.
5. Contar con un plan de emergencia del laboratorio en caso de cualquier incidente o eventualidad que ponga en peligro la integridad de los trabajadores, este plan debe contar con las rutas adecuadas de evacuación, acciones a tomar en casos específicos, así como los primeros auxilios que se deben brindar.
6. Los laboratoristas deben contar y utilizar el equipo de protección y seguridad personal siguiente: bata, zapato cerrado de cuero, lentes, guantes, mascarilla N95, y cofia (esta última dentro del área del laboratorio microbiológico).
7. Implementar la norma OSHA para laboratorios de ensayo, así como la guía *Stanford* para diseño de laboratorios de ensayo de campanas de extracción.

BIBLIOGRAFÍA

1. FARRAL, Arthur W. *Ingeniería para la industria lechera*. 2ª edición. México: Editorial Herrero, S.A. 1996. 789 p.
2. GONZÁLEZ, Francisco. *Manual de Iluminación*. Guatemala ciudad: Editorial Universitaria. 2005. 393 p.
3. KOENIGSBERGER, Rodolfo. *Ingeniería Eléctrica 2*. 15ª edición. Guatemala ciudad: Editorial Universitaria. 2004. 167 p.
4. MADRID, Vicente Antonio. *Curso de Industrias Lácteas*. Madrid, España: AMV Ediciones Mundi-Prensa. 1996. 489 p.
5. MONZÓN GARCÍA, Samuel Alfredo. *Introducción al proceso de la investigación científica*. Guatemala ciudad: Editorial Tucur, 1993. 158 p.
6. RASE Howard, F. *Diseño de plantas*. México D.F., México: Editorial México. 1973. 210 p.
7. ISA *The Instrumentation, Systems, and Automation Society. Recommended Environments for Standards Laboratories*. (Consideraciones ambientales para laboratorios de ensayo). ISA–RP52.1–1975. North Carolina, Estados Unidos. 30 de junio de 1975.

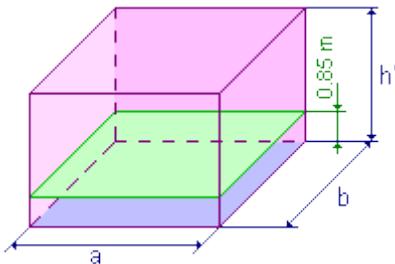
8. Guatemala. *Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo*. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Palacio Nacional, 28 de diciembre de 1957.
9. Estados Unidos. *Normas NFPA*. National Fire Protection Association. (2000).
10. PCE Group. *Equipos de medida para el sector industrial* [En línea]. 25 de mayo de 2004. Tobarra, España. [ref. de 29 de diciembre de 2010]. Disponible en Web: <http://www.pce-iberica.es/>.

APÉNDICE

APÉNDICE 1. Método cavidad zonal, cálculo de luminarias

Datos de entrada

Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo). Normalmente de 0.85 m.



$$a=7.61$$

$$b= 12.26$$

$$h'= 3.45$$

Nivel de iluminancia media (em)

Según la norma ISA–RP52.1–1975 1000 Luxes.

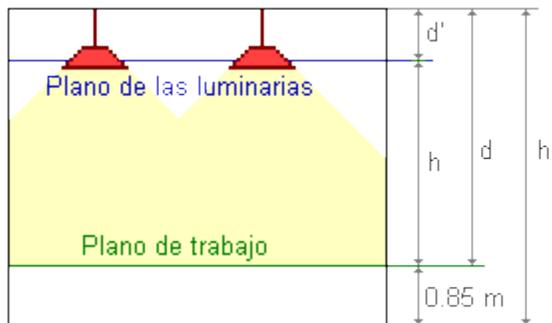
Tipo de lámpara

Industrial: Luminarias situadas a baja altura (≤ 6 m):
fluorescentes

Sistemas de alumbrado

Alumbrado general

Altura de suspensión



- h : altura entre el plano de trabajo y las luminarias
- h' : altura del local
- d : altura del plano de trabajo al techo
- d' : altura entre luminarias y techo

Altura óptima:

$$h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$$

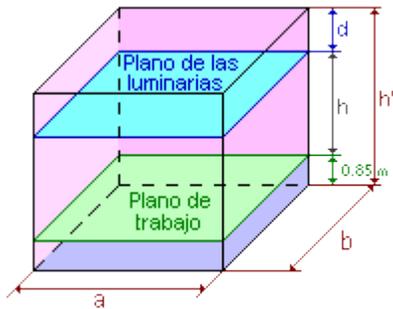
$$h = \frac{4}{5} * (3.45 - 0.85)$$

$$h = 2.08$$

$$d = 2.6$$

$$d' = 0.52$$

Índice del local (k)



$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$k = \frac{7.61 \cdot 12.26}{2.08 \cdot (7.61 + 12.26)} = 2.26$$

Coefficientes de reflexión

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
Paredes	claro	0.5
Suelo	claro	0.3

Determinar el factor de utilización

FU = 0.485 (determinado en tabla)

Factor de mantenimiento (f_m) o conservación

Considerando el laboratorio, como un ambiente limpio.

Factor de mantenimiento (f_m)
0.8

Cálculos

- Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula

$$\Phi_r = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Donde:

- Φ_r es el flujo luminoso total [lúmenes]
- E es la iluminancia media deseada [lux]
- S es la superficie del plano de trabajo [m^2]
- η es el factor de utilización
- f_m es el factor de mantenimiento

$$\Phi_r = \frac{1000 * (7.61 * 12.26) * (0.4)}{0.485 * 0.8} = 96184.1237$$

Cálculo del número de luminarias

$$N = \frac{\Phi_r}{n \cdot \Phi_L}$$

Redondeado por exceso

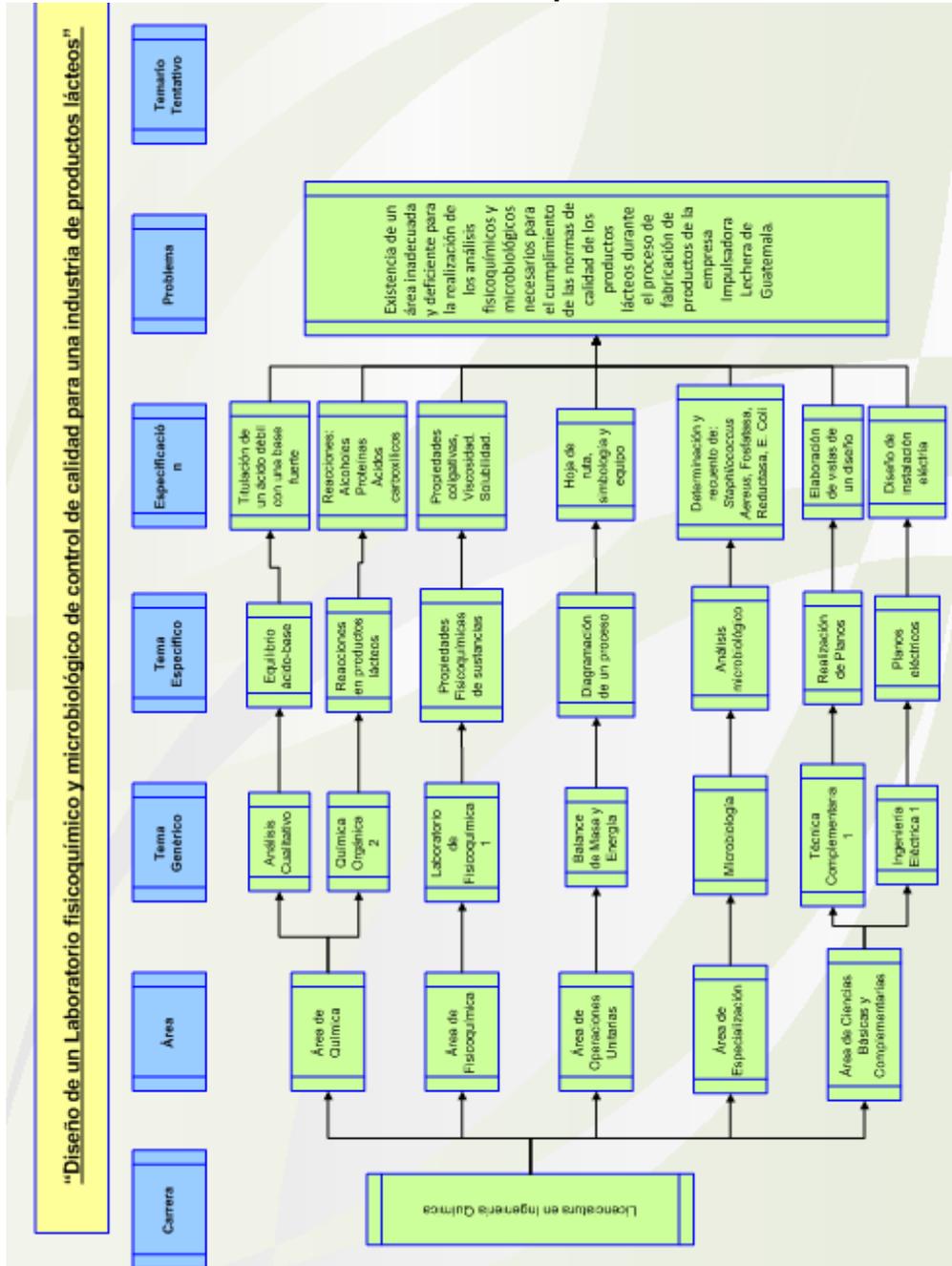
Donde:

- N es el número de luminarias
- Φ_r es el flujo luminoso total [lúmenes]
- Φ_l es el flujo luminoso de una lámpara [lúmenes]
- n es el número de lámparas por luminaria

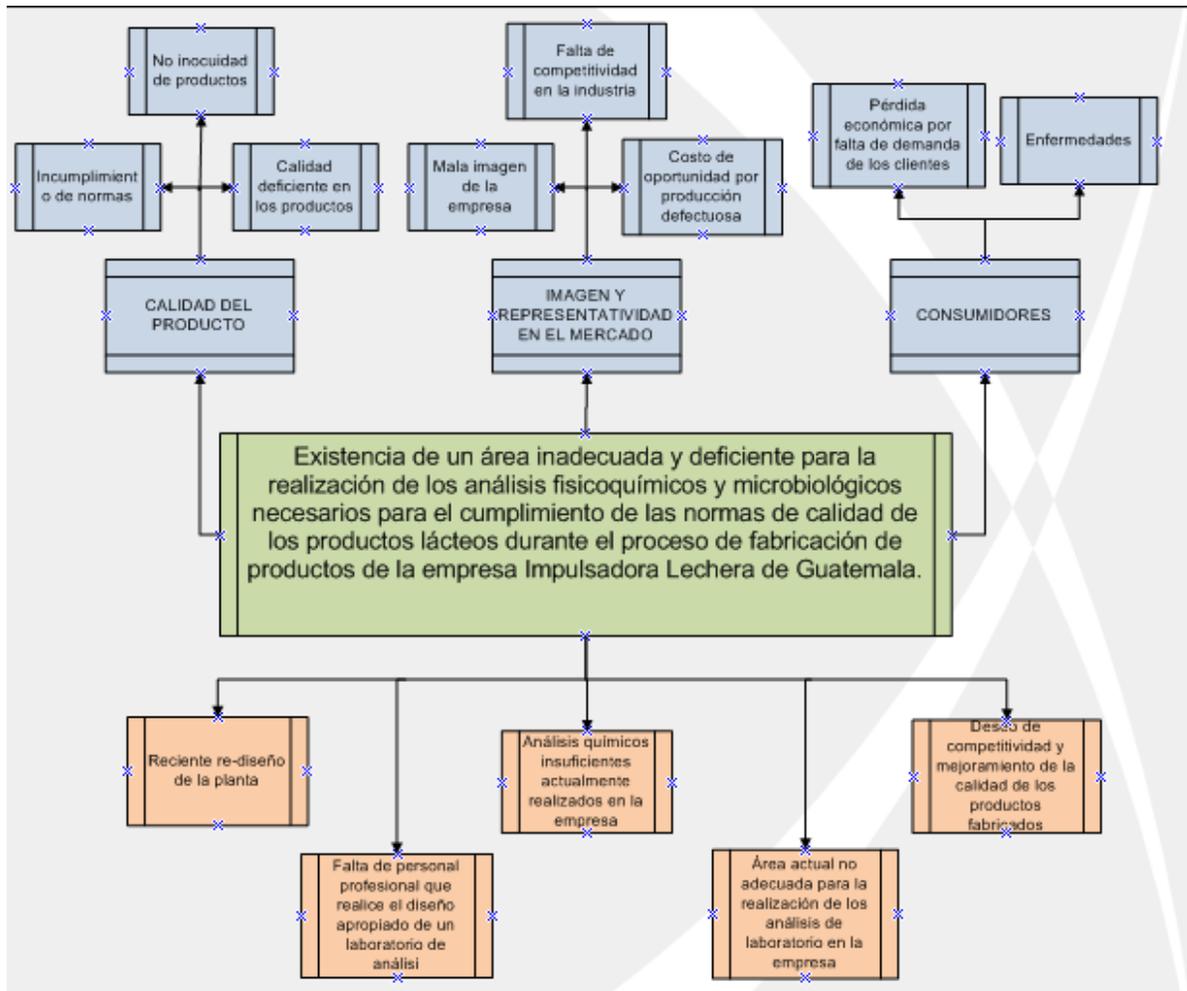
$$N = \frac{96184.1237}{3 * 3200} \approx 10$$

ANEXOS

ANEXO 1. Tabla de requisitos académicos



ANEXO 2. Diagrama de Ishikawa



**ANEXO 3. REGULACIONES REGLAMENTO GENERAL SOBRE HIGIENE
Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO DEL IGSS**

- **Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)**

**Título II
Capítulo IV**

Sustancias peligrosas

Polvo, gases o vapores inflamables o insalubres

Artículo 55

Los locales de trabajo en los que se desprendan polvo, gases o vapores fácilmente inflamables, incómodos o nocivos para la salud, deben reunir las condiciones máximas de cubicación, aeración, iluminación, temperatura y grado de humedad. El piso, paredes y techo, así como las instalaciones deben ser de materiales no atacables por los agentes indicados y susceptibles de ser sometidos a la limpieza y lavados convenientes. Dentro de los centros de trabajo, estos locales deben aislarse con el objeto de evitar riesgos a la salud de los trabajadores entregados a otras labores.

Artículo 16

El piso debe constituir un conjunto de material resistente y homogéneo, liso y no resbaladizo, susceptible de ser lavado y provisto de declives apropiados para facilitar el desagüe.

Artículo 62

Los aparatos que por la índole de las operaciones que en ellos se realicen o por el peligro que los mismos ofrezcan, sean herméticos, deben someterse a constante vigilancia para evitar las posibles fugas. En caso de que éstas se presenten deben ser contenidas y reparadas inmediatamente. Lo mismo debe hacerse con las tuberías y conducciones de vapor por donde circulen fluidos peligrosos o altas temperaturas. Aquellas que ofrezcan grave peligro por su simple contacto, deben tener carteles en que conste destacadamente las palabras: "PELIGRO", "NO TOCAR".

Título II

Capítulo I

Condiciones generales de los locales y ambiente de trabajo

Artículo 23

Los locales de trabajo deben tener la iluminación adecuada para la seguridad y buena conservación de la salud de los trabajadores. La iluminación debe ser natural, disponiéndose una superficie de iluminación proporcionada a la del local y clase de trabajo, complementándose mediante luz artificial.

Cuando no sea factible a iluminación natural, debe sustituirse por la artificial en cualquiera de sus formas y siempre que ofrezca garantías de seguridad, no vicie la atmósfera del local, ni ofrezca peligro de incendio o para la salud del trabajador. El número de fuentes de luz, su distribución e intensidad, deben estar en relación con la altura, superficie del local y trabajo que se realice.

Los lugares que ofrezcan peligro de accidente deben estar especialmente iluminados. La iluminación natural, directa o refleja, no debe ser tan intensa que exponga a los trabajadores a sufrir accidentes o daños en su salud. Una iluminación correcta debe ser adecuada a las necesidades del trabajo y debidamente instalada tiene las siguientes ventajas:

- Más precisión, lo que da mejor calidad al producto, menor desperdicio y menores repeticiones
- Mejor aprovechamiento de la superficie de pisos
- Mejor visión, lo que da mayor eficiencia
- Limpieza e higiene del laboratorio
- Mejor supervisión
- Mayor seguridad