

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE GRAGEAS
DE
GOMA PARA MASCAR**

TESIS

Presentación a la Junta Directiva de la
FACULTAD DE INGENIERÍA

Por

FRANCISCO GERARDO MARTÍNEZ TURCIOS

Al Conferirle el título de

INGENIERO QUÍMICO

Guatemala, septiembre de 1997

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

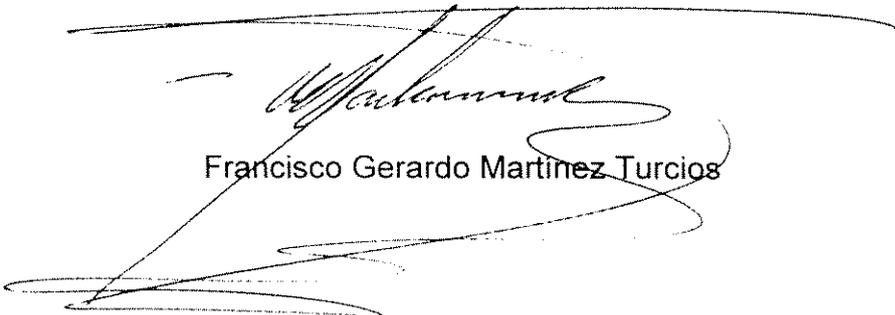
T(4203)
c.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE GRAGEAS
DE GOMA PARA MASCAR**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 15 de noviembre de 1996.



Francisco Gerardo Martínez Turcios

Guatemala, 27 de enero 1,997

Ing. Julio Rivera Palacios
Area de Operaciones Unitarias
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ing. Rivera:

Por este medio le informo que he revisado el trabajo de tesis del señor Francisco Gerardo Martínez Turcios, sobre el tema **"PRODUCCION INDUSTRIAL DE GRAGEAS DE GOMA PARA MASCAR"**.

Cumpliendo con los requisitos que estipula la Escuela de Ingeniería química, el trabajo en mención fué revisado y corregido en algunos aspectos, de acuerdo a mis requerimientos, por lo que hago constar que el mismo cuenta con mi aprobación y conformidad en su contenido.

Sin otro particular, le saluda.

Atentamente,



Mirella Pinto de Avila
Ingeniero Químico



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 17 de junio de 1,997.

Ingeniero
Julio Chávez Montúfar
Director Escuela Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente.

Estimado Ingeniero Chávez.

Hago de su conocimiento que he revisado el Informe Final de Tesis del Estudiante Francisco Gerardo Martínez Turcios, titulado PRODUCCION INDUSTRIAL DE GRAGEAS DE GOMA PARA MASCAR, dejo constancia de aproación del respectivo trabajo.

Agradeciendo la atención que se sirva dar a la presente, le saluda.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio Rivera Palacios
REVISOR



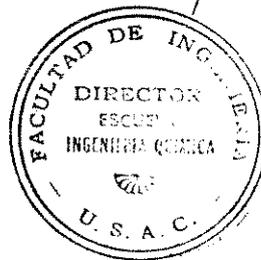
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Química, Ingeniero Julio Chávez Montúfar
después de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Jefe de
Departamento, al trabajo del estudiante Francisco Gerardo Martínez Turcios,
titulado: **PRODUCCION INDUSTRIAL DE GRAGEAS DE GOMA PARA MASCAR**, procede a la
autorización del mismo.


Ing. Julio Chávez Montúfar
DIRECTOR
ESCUELA INGENIERIA QUIMICA



Guatemala, 4 de septiembre de 1,997.



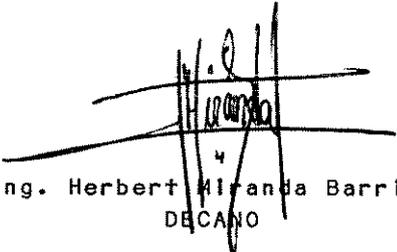
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de Tesis titulado: **PRODUCCION INDUSTRIAL DE GRAGEAS DE GOMA PARA MASCAR**, de estudiante Francisco Gerardo Martínez Turcios, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert Miranda Barrios
DECANO

Guatemala, 4 de septiembre de 1,997.



ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES: FRANCISCO (+) E IRLANDA

A MIS HERMANOS: HILDA PATRICIA, CRISTINA AMALIA,
GUSTAVO ADOLFO, MARÍA TERESA Y
LUIS MARIO

A MIS ABUELOS: AMALIA (+), ADELINA (+), RAFAÉL (+),
Y RAMIRO

A LA FAMILIA: RIVERA TURCIOS

A MIS AMIGOS Y CONSEJEROS: ILMO. MONSEÑOR TOMÁS BARRIOS
SÁNCHEZ,
REV. PADRE JORGE TORUÑO
LIZARRALDE, S.J.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS: GUSTAVO, RAÚL, HÉCTOR, CAROLINA,
MARCO ANTONIO, JULIO, LUIS,
FRANCISCO ESTUARDO Y VANESSA
ANLEU

AL COLEGIO SAN SEBASTIAN

Y A

USTED

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	:	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
VOCAL 1°	:	ING. MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ GUERRA
VOCAL 2°	:	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLÓRZANO
VOCAL 3°	:	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRÍA MÉNDEZ
VOCAL 4°	:	BR. VÍCTOR RAFAEL LOBOS ALDANA
VOCAL 5°	:	BR. WAGNER GUSTAVO LÓPEZ CÁCERES
SECRETARIO	:	ING. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	:	ING. JORGE MARIO MORALES GONZÁLEZ
EXAMINADOR	:	ING. JORGE EDUARDO AQUINO MATAMOROS
EXAMINADOR	:	ING. ROSA MARÍA GIRÓN RUÍZ
EXAMINADOR	:	ING. JULIO RIVERA PALACIOS
SECRETARIO	:	ING. EDGAR JOSÉ BRAVATTI CASTRO

INDICE GENERAL

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	iv
GLOSARIO	v
INTRODUCCIÓN	vii
1. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE GOMA DE MASCAR.	
1.1 Productos de confitería	1
1.2 Orígenes de la goma para mascar.....	1
1.3 Presentación	2
1.4 Grageas	3
1.5 La base de goma y los aromas	3
1.6 El proceso de producción de goma para mascar	7
1.6.1 Proceso de producción	7
1.6.2 Departamento de amasado y mezclado	10
1.6.3 Departamento de molinos.....	13
1.6.4 Departamento de cocción.....	14
1.6.5 Departamento de extrusión y troquelado.....	15
1.6.6 Departamento de grageado	18
1.6.7 Departamento de barnizado	22
1.6.8 Departamento de empaquetado	23

2.	EL GRAGEADO DE CENTROS DE GOMA PARA MASCAR	
2.1	Proceso de grageado.....	25
2.2	Procedimiento de grageado	25
2.2.1	Grageado duro	26
2.2.2	Grageado blando.....	26
2.3	Jarabes (soluciones de azúcar)	26
2.4	El grageado de bolita de goma para mascar	31
2.5	Colorido de goma para mascar en grageas	35
2.6	Técnicas para aplicar el recubrimiento.....	37
2.7	Abrillantado de grageas de goma para mascar	45
3.	TRATAMIENTO DE RESIDUOS EN LA PRODUCCIÓN DE GRAGEAS DE GOMA PARA MASCAR	
3.1	Generación de residuos	47
3.2	Reciclaje de residuos	48
3.3	Goma para mascar no adhesiva	51
3.4	Desarrollo y perspectivas del grageado de goma para mascar	53
4.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	
4.1	Determinación de la relación peso capa de grageado-peso producto final en grageas de goma para mascar	55
4.2	Determinación del diámetro de las grageas de goma para mascar con respecto a las cargas de jarabe aplicado.....	56

4.3	Influencia de la temperatura y humedad relativa de la sala de grageado en el tiempo de grageado de un lote de grageas ...	57
4.4	Estimación del tiempo de grageado con base a la concentración de azúcar en el jarabe de grageado.....	58
5.	DETERMINACIÓN DE VARIABLES DE PROCESO A PARTIR DE DATOS EXPERIMENTALES	
5.1	Estimación de las cantidades necesarias de azúcar en el proceso de grageado a partir de la variación del diámetro de la gragea por cada carga de jarabe aplicada	59
5.2	Estimación del tiempo de grageado de un lote de centros de goma para mascar a partir de variables experimentales	65
5.3	Estimación del tiempo de grageado en función del porcentaje de agua y la velocidad de rotación de la paila grageadora.....	70
	CONCLUSIONES	viii
	RECOMENDACIONES	ix
	BIBLIOGRAFÍA	x
	Apéndice No. 1 (Datos experimentales).....	xi
	Apéndice No. 2 (Tablas utilizadas en la fabricación de productos de confitería)	xvi
	Apéndice No. 3 (Datos calculados).....	xxiv

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

- °Be** = densidad expresada en grados baumé.
- °C** = temperatura expresada en escala Celsius.
- cc** = centímetro cúbico.
- cp** = viscosidad de un fluido en centipoise.
- d** = densidad expresada en g/ml ó g/cc.
- db** = intensidad de una onda sonora en decibeles.
- D.E.** = equivalente de dextrosa.
- g** = gramo.
- Kg** = Kilogramo.
- ml** = mililitro.
- mm** = milímetro.
- pH** = abreviatura de potencial de hidrógeno.
- rpm** = revoluciones por minuto.
- FDA** = Siglas en inglés de la oficina federal de drogas y alimentos de los Estados Unidos de América.
- UE** = Siglas de la Unión Europea.

GLOSARIO

BAUMÉ: escala utilizada para designar la densidad de soluciones viscosas.

BRIX: escala usada para expresar la concentración de azúcar en una solución. La escala Brix expresa el porcentaje en peso de azúcar, es decir kilogramos de azúcar por cada 100 kilogramos de solución.

CAMELIZACIÓN: proceso en el cual los azúcares son sometidos a la acción de altas temperaturas por largo tiempo transformándose en sustancias con olor característico y un color marrón.

CARBOHIDRATO: sustancia química formada por carbono, oxígeno e hidrógeno.

Ejemplo: azúcares, almidón y celulosa.

DEXTROSA: monosacárido, forma dextrorrotatoria de la glucosa, llamada azúcar de las uvas por encontrarse naturalmente en las uvas.

EQUIVALENTE DE DEXTROSA: medida del contenido de azúcares reductores de un edulcorante calculado como dextrosa y expresado como porcentaje sobre sustancia seca.

HIDROLISIS: proceso de dividir una molécula en partes más pequeñas por reacción química con el agua.

HIDROLIZADO: producto resultante de la hidrólisis.

HIGROSCÓPICO: que absorbe ó retiene humedad.

HUMECTANTE: un acondicionador de la humedad ó estabilizante de la misma.

INGENIERÍA QUÍMICA: rama de la ingeniería que se define como la aplicación de los principios de las ciencias fisicoquímicas junto a los principios de economía y relaciones humanas al campo de la industria del proceso, en la cual se trata a la materia con el objeto de modificar su estado, contenido de energía ó composición química.

LIPOFÍLICO: que tiene atracción por las grasas y en consecuencia es soluble en las mismas.

MONOSACARIDO: azúcar de estructura molecular simple.

pH: forma de expresar la concentración de ión hidrógeno. Es decir qué tan ácida o alcalina es una solución; un pH 7 indica una sustancia neutra; mayor de 7 alcalino y menor de 7, ácido.

OPERACIONES UNITARIAS: son aquellos procesos que transforman físicamente la materia sin alterar su composición química.

POLIMERIZAR: proceso químico que combina dos ó más moléculas de la misma clase llamados monómeros en proporciones iguales, formando un compuesto llamado polímero que posee un peso molecular mayor y diferentes propiedades físicas.

PROCESO: es cualquier conjunto de etapas que genera modificaciones en la composición química, cambios físicos ó ambos en el material que se prepara, procesa, separa ó purifica.

SACAROSA: azúcar refinado de caña ó remolacha.

VISCOSIDAD: resistencia de una sustancia a fluir.

INTRODUCCIÓN

El tema de estudio de esta investigación es la producción industrial de grageas de goma para mascar, incluyendo la descripción detallada de cada una de las etapas del proceso, como lo son: el mezclado, extrusado, troquelado, grageado, brillado, barnizado y empaque.

La información presentada, es el resultado de la práctica profesional por un período de un año, en una empresa dedicada a la producción y comercialización de bolitas grageadas de goma para mascar y a la investigación bibliográfica en textos especializados en confitería.

Este campo industrial, es manejado en Guatemala en forma totalmente empírica, careciéndose además de fuentes bibliográficas actualizadas que orienten a los nuevos profesionales, a través de experimentación científica, acerca de las variables a controlar para obtener productos de alta calidad y bajo costo.

Siendo éste un campo fértil de investigación y desarrollo tecnológico, y tomando en cuenta que la industria local carece de orientación científica y especializada, el presente trabajo además de plantear opciones que efficienten los conceptos de calidad y costo en la fabricación de bolitas grageadas de goma para mascar, pretende plantear posibilidades de fabricación novedosa y eficiente de dulces y confites.

1. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE GOMA PARA MASCAR

1.1 Productos de confitería

Se denomina productos de confitería a todos aquellos que contienen, en general, como componente característico al azúcar de caña, remolacha y/o azúcares diversos. Son, según esta definición, productos de confitería: masas de azúcar cocida y caramelos, goma para mascar, fondante y caramelos de fondante, frutas confitadas, crocantes, artículos gelatinados, gomitas y confites espumosos, entre otros. En esta investigación cuando se trate sobre azúcar, se hace referencia a la sacarosa específicamente.

1.2 Orígenes de la goma para mascar

La goma de chicle natural se obtiene del jugo lechoso del árbol *Latex Ficus* conocido generalmente como árbol de chicle y originario de los países americanos con selva tropical húmeda tal es el caso de Guatemala, en el departamento de Petén.

El principal constituyente de la goma para mascar, llamada base de goma, no está compuesta desde hace algún tiempo tan sólo con goma de chicle. En la actualidad el desarrollo de la industria química ha logrado el desarrollo de gomitas

sintéticas, el caucho y otras materias resinosas que han ampliado el campo de elección de los productores de goma para mascar desplazando al chicle natural. A pesar de lo anterior la goma para mascar es simplemente conocida como chicle.

Hacia 1869 aparecen en el mercado norteamericano los primeros productos de chicle, específicamente en Nueva York. Thomas Adam asistido por su hijo Adam produce pastillas azucaradas con goma para mascar y jarabe de glucosa. En los siguientes veinte años aparecen diversos productos de chicle aromatizados iniciándose de esta manera una industria que se desarrolló y expandió hacia otros países.

1.3 La presentación

La goma para mascar se presenta en el mercado de forma variada desde bolitas, tiras, cojincitos, tabletas o cualquier otra forma que satisfaga al consumidor. La goma para mascar hinchable conocida como "bubble gum" se ofrece al consumidor también en forma de tabletas, rodillos y piezas rectangulares sin gragear o bien en forma de bolas grageadas. La característica de este producto consiste en que la base de goma es preparada de forma que la masa de goma libre de azúcar se pueda inflar.

La goma para mascar grageada es la variedad de mayor volumen de producción en sus presentaciones de bola y cojincitos.

1.4 Grageas

Las grageas son productos de confitería, formadas por un centro recubierto de una capa protectora, por lo general de azúcar, lograda por un procedimiento de grageado en pailas de rotación sobre un eje oblicuo. El centro puede ser de interior líquido, blando ó duro como los centros de goma para mascar. Las grageas se recubren con frecuencia con una película antiadhesiva y brillante para su protección.

1.5 La base de goma y los aromas

Hoy en día, el productor de goma para mascar puede elegir bases de goma con diversa plasticidad según sus requerimientos. La composición química de la base es factor determinante en la fabricación de chicle.

La resina plástica es el elemento más importante de la base de goma ya que determina la mayor parte de las características del producto. La presencia de parafinas y ceras microcristalinas evita que la base de goma se pegue a los dientes, regulando su grado de plasticidad y resistencia. Para obtener una base aceptable se precisa de sustancias tan diversas como plastificantes, humectantes, antioxidantes según lo permitan la formulación y normas de fabricación.

El acetato de polivinilo, un polímero que debido a su bajo precio, elasticidad, insolubilidad en agua y ausencia de sabor y olor es la resina más utilizada en la fabricación de la base de goma.

El acetato de polivinilo, a pesar de las ventajas que presenta la base de goma obtenida, requiere de agentes plastificantes para controlar el grado de polimerización (medido en unidades de monómero) del acetato de polivinilo que oscila en el rango de 200 a 500 mientras que la resina presente en la base debe tener un grado de polimerización equivalente a 345.

Utilizar agentes plastificantes puede presentar el inconveniente que durante la masticación del producto final estos agentes se disuelvan con la saliva provocando irritación en la boca ó en el menor de los males, mal sabor.

Por ejemplo algunos de los plastificantes utilizados en el acetato de polivinilo se mezclan con el componente aceitoso de las esencias utilizadas alterando el sabor original.

La cantidad de agentes plastificantes varía dependiendo de las características de la resina y las condiciones físicas a las que se someterá la base de goma durante el proceso fabril, pero generalmente es utilizada una cantidad que se sitúa entre el 13 y el 15% del peso total de la base de goma.

Por medio de la modificación química del acetato de polivinilo se han superado algunos de los inconvenientes como lo demuestra la patente registrada en los Estados Unidos con el No. 3,063,844 del 13 de noviembre de 1962 (3) desarrollada por los científicos japoneses S. Meguro, T. Yasuhara, T. Shiobara y Y. Yoshihara de Kanegafuchi Spinning Co., Ltd. de Japón; donde por copolimerización del acetato de vinilo y 2- etilhexilacrilato se ha obtenido un copolimero que es apropiado para la manufactura de la base de goma. El uso de agentes plastificantes se reduce al 5% y la plasticidad del copolimero está determinada por el porcentaje de 2-etilhexilacrilato que a medida que aumenta con relación al acetato de vinilo, se incrementa la plasticidad de la goma, además este copolimero es inodoro, no tóxico, fácil de obtener y el grado de polimerización es constante. Muchos productores de goma de base combinan el acetato de polivinilo en proporciones iguales con otra resina como el ester de colofonio hidratado.

La base de goma que se tuvo como referencia para esta investigación tienen la siguiente composición porcentual promedio:

acetato de polivinilo.....	33.00%
ester de colofonio hidratado	33.00%
parafina 44/45	13.00%
eter lisobutílico de polivinilo.....	7.00%
carbonato de calcio	7.00%

El consumidor de goma para mascar desea sentir que se libera un sabor fresco y agradable en su boca mientras masca el producto, en base a esto el producto debe seleccionar los aromas ó esencias de calidad y afines a la base de goma utilizada.

El aroma ó esencia utilizada en la industria chiclera presenta propiedades lipófilas, debiendo existir un equilibrio entre la masa de goma para mascar, como fase orgánica, y la saliva como fase acuosa. Mientras que en la mayor parte de productos confiteros, los aromas se consumen con las sustancias digeribles, en el caso de la goma para mascar se trata que el sabor se mantenga largo tiempo aún después de agotarse la proporción de azúcar en la goma.

Una amplia variedad de aceites y sabores sintéticos son utilizados en la manufactura de la goma para mascar. Estos sabores ya sean naturales o artificiales son añadidos en un porcentaje no mayor al 1% del peso de la masa de goma para mascar.

Los sabores de fruta se obtienen a partir del jugo de la fruta, el mayor número de veces por destilación al vacío, la esencia se recupera al condensarse el vapor. En este proceso un alto porcentaje de la porción volátil del zumo se pierde, es por ello que el sabor de la esencia en algunos casos no es totalmente igual al

de la fruta. También se obtienen aromas de frutas mediante la producción en frío que es un proceso más complicado.

En algunos casos los sabores naturales son mezclados con sabores artificiales para lograr un sabor semejante al de la fruta. Esta misma combinación de sabores naturales y artificiales hacen más estable y resistente el saborizante frente a los incrementos de temperatura a los que se le somete durante la elaboración de la mezcla de goma para mascar.

Algunos sabores, generalmente los de cítricos, son reforzados durante el proceso de mezclado con la goma de base al añadirse pequeñas cantidades de ácido cítrico ó tartárico. La mayor parte de sabores de frutas son preservados diluyéndose en aceites volátiles, químicos aromáticos ó ambos.

Los sabores sintéticos son mezclas de químicos aromáticos elaborados para simular un sabor natural. Muchos sabores artificiales son superiores a sus homólogos de origen natural.

1.6 El proceso de producción de goma para mascar

1.6.1 Proceso de producción

Producir es crear bienes y servicios para los cuales existe una necesidad expresada en forma de demanda. Producir goma para mascar en forma de bolitas grageadas requiere de una planta de producción que esté integrada por los siguientes departamentos:

- ◆ departamento de amasado y mezclado
- ◆ departamento de molinos
- ◆ departamento de cocción
- ◆ departamento de extrusado y troquelado
- ◆ departamento de grageado
- ◆ departamento de barnizado
- ◆ departamento de empaquetado.

Con el fin que el artículo producido satisfaga los requisitos de los consumidores y se cumplan las normas ó especificaciones nacionales e internacionales sobre el producto, se sugiere que los departamentos mencionados anteriormente sean apoyados por un departamento de investigación, desarrollo y control de calidad.

El proceso fabril en mención, debe crear una gragea que presente las siguientes características que buscan la mayor parte de consumidores de goma para mascar:

- a) Superficies lisas que reflejan brillantez y colorido, que transmitan la sensación de un producto fresco y bien elaborado.
- b) Suavidad,
- c) Sabor agradable y de larga duración.

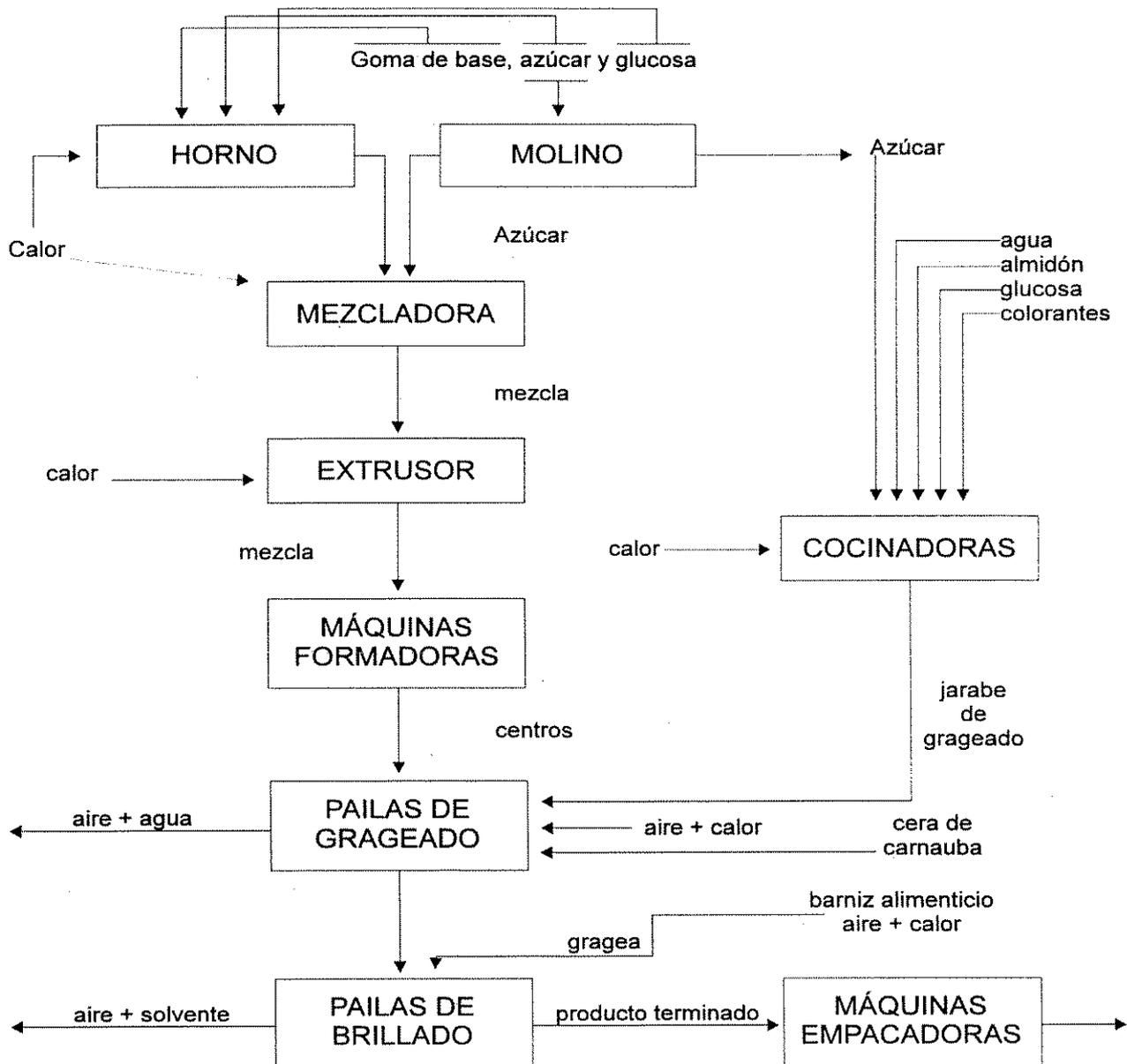


Diagrama de flujo de una fábrica de goma para mascar.

1.6.2 Departamento de amasado y mezclado

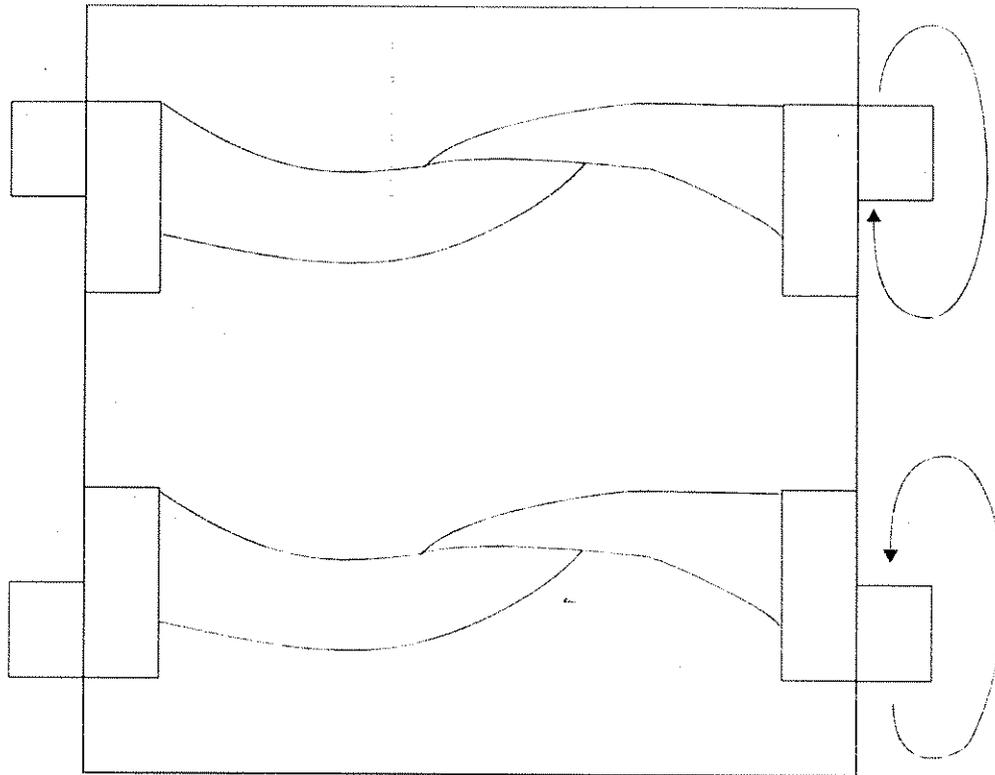
En este departamento la base de goma es previamente derretida a base de calor en hornos de tabique donde el calor se proporciona por medio de la radiación de elementos de resistencia eléctrica.

La base es tratada con calor durante 15 minutos con temperaturas que oscilan entre 75° a 120°C. Pasado este tiempo la base es trasladada a una mezcladora donde será amasada con ayuda de calefacción mezclándose íntimamente con el jarabe de glucosa, azúcar en polvo, esencia y dependiendo de la formulación que se utilice algún otro elemento como ácido cítrico y colorante. Esta etapa en la mezcladora tiene una duración de 15 minutos con temperaturas que se sitúan entre los 65° y 80°.

En el mezclador, para la masa obtenida son necesarias elevadas cantidades de potencia para dividir, doblar sobre sí misma y recombinar porciones del material con respecto a otras con el objeto de lograr el mezclado. Algunos mezcladores requieren chaquetas de enfriamiento para absorber el calor generado.

La mezcladora utilizada en una planta productora de goma para mascar es la amasadora de brazo doble. En este tipo de mezcladora la acción de mezclado es un movimiento de todo el volumen de la masa con estiramiento,

remoldeo, divisiones, dobleces y recombinación de superficies. El diseño más conocido utiliza dos brazos contrarrotativos de forma sigmoideal que giran a diferentes velocidades.



Esquema de un amasador sigmoideal

En esta fase de proceso, la calidad de la base de goma y el jarabe de glucosa son evaluadas por el tipo de mezcla obtenida; mezclas poco consistentes, sin integración son observadas al no cumplir la materia prima con los requerimientos solicitados por el productor o bien la base de goma fue sometida a un calentamiento excesivo.

La composición porcentual del peso de la mezcla de goma para mascar varía dependiendo del producto que se desea fabricar, al estudiar algunas formulaciones utilizadas por distintos productores de bolitas grageadas de goma para mascar, se puede establecer que estas se elaboran de la manera siguiente:

Base de goma	25 al 30%
Azúcar en polvo	50 al 60%
Jarabe de glucosa	20 al 25%
Aromas, colorantes y preservantes	menos del 1%

El jarabe de glucosa da consistencia a la mezcla de goma para mascar que se prepara en la mezcladora, recomendándose utilizar un jarabe con densidad de 45°Be (grados baumé) y un equivalente de dextrosa (D.E.) de 40.

El método más común de expresar la composición relativa de la glucosa líquida, glucosa sólida, azúcares de maíz o en general hidrolizados de almidón está basado en la determinación del Equivalente en Dextrosa (D:E:), que se define como el contenido en azúcares reductores totales expresados como dextrosa y calculado como porcentaje del total de sustancia seca. El método cromatográfico es utilizado para establecer con precisión el D.E.

El jarabe de glucosa tiene un elevado porcentaje de los llamados azúcares reductores que protegen los productos alimenticios de la acción nociva del oxígeno durante su conservación, así como propiedades humectantes ó emolientes.

Por su contenido en azúcares superiores, controla la cristalización de la sacarosa, proporcionando a la mezcla una viscosidad que impide a los pequeños cristales reordenarse para formar partículas de tamaño visible o sensibles al paladar.

1.6.3 Departamento de molinos

El azúcar es materia prima esencial a lo largo de todo el proceso fabril de la goma para mascar; en el mezclado para que el azúcar se integre con facilidad a los otros componentes es necesario transformarlo en un polvo extremadamente fino.

Para el productor de goma para mascar es más económico poseer sus molinos y moler el azúcar granulado que comprar azúcar en polvo. Los molinos utilizados generalmente, son los molinos de martillo.

1.6.4 Departamento de cocción

En este departamento son preparados los jarabes utilizados durante la producción de goma para mascar. Son utilizadas cocinadoras de alta tecnología que disuelven, mezclan, cocinan y dosifican automáticamente o bien simples peroles de hierro forjado con su respectiva hornilla conectada a la fuente de calor.

La cantidad y capacidad de las cocinadoras deben ser determinadas en base a la cantidad de jarabe utilizado diariamente. Debe tenerse en consideración que el calor suministrado a las cocinadoras permita una cocción rápida; la fuente de calor puede ser electricidad, gas o vapor; en nuestro medio se opta por razones económicas por las dos últimas alternativas que obligan a la instalación de tanques de almacenamiento, tuberías y en el caso de utilizar vapor, la instalación de una caldera es vital. El abastecimiento de agua es importante tanto en la preparación de los jarabes como para la limpieza de las cocinadoras.

Es importante que este departamento cuente con una ventilación adecuada o en su defecto una instalación de aspiración para la evaluación de los vapores generados durante la cocción. El calor producido en este departamento provoca que la temperatura del ambiente sea elevada por lo

que no debe almacenarse en esta área esencias, soluciones de colorantes y cualquier otro material que sea susceptible a cambios por acción del calor.

1.6.5 Departamento de extrusión y troquelado

La producción de grageas de goma para mascar con forma de bola requiere que la masa obtenida en el departamento de mezclado sea sometida a una alta acción de corte bajo presión para lograr una mejor consistencia, mediante la operación de extrusión.

Los extrusores de tornillo son ideales para este tipo de proceso ya que la forma del producto final es una de las consideraciones principales. En este tipo de extrusor la mezcla es sometida a una gran fuerza de compresión, reduciendo el volumen de la masa alimentada a medida que es transportada a través de la máquina, seguidamente la masa se fuerza por medio de una tobera donde se obtiene una barra cilíndrica. El espesor deseado se logra con el intercambio y reemplazo de los discos de la tobera.

Este tipo de extrusores requieren de enfriamiento para evitar que la corriente de proceso sea afectada por el calor desprendido o bien la máquina se sobrecaliente. El control de temperaturas del extrusor es importante, si la masa de la corriente de proceso se sobrecalienta, la base del bastón es achatada y al llegar a las máquinas troqueladoras pasará por estas sin

lograrse la forma deseada. Si por el contrario, la masa es demasiado fría se forman con frecuencia centros con agujeros difíciles de cubrir en la etapa de grageado.

El bastón que sale del extrusor es transportado hacia las máquinas troqueladoras por una banda transportadora hasta que la cuchilla incorporada a la máquina corte el bastón a la longitud determinada. Para evitar que el bastón vacío se desmorone, se inyecta hacia el interior una corriente de aire en forma constante. Generalmente un extrusor está en línea con dos máquinas troqueladores formando así una línea de producción.

Las máquinas troqueladoras se encuentran dispuestas una tras otra. Estas máquinas troquelan en rodillos, basados generalmente en el sistema Lichtenberg que utiliza tres rodillos. Los rodillos tienen un hueco de semiarco los cuales giran a una velocidad constante. Un rodillo funciona como soporte y sobre él cae el bastón que previamente ha sido cortado, mientras que los otros dos rodillos giran contra este produciendo una presión creciente que forma y corta las bolitas. En el momento que los dos rodillos formadores están casi en contacto estos se separan dejando caer las bolas en una bandeja receptora.

Las máquinas troqueladoras deben ser adaptadas para que tomen con ritmo alternado el bastón alimentado por el extrusor, los operarios deben

evitar que este bastón se estire o se acumule, esto con el objetivo de mantener el espesor de la pared del bastón. La revisión constante de los rodillos de las máquinas troqueladoras es importante ya que el desgaste de los mismos provoca defectos en la bola que dificultan el proceso de grageado. Las máquinas marca Comek de fabricación francesa están diseñadas para formar bolitas de goma de mascar con capacidades máximas de 150 kg/hora el modelo IAB.1 y 250 kg/hora el modelo IAB.2.

Al salir los centros de chicle de la línea de producción éstos deben reposar por lo menos 12 horas en las bandejas antes de pasar al departamento de grageado. Para evitar deformaciones de los centros mientras reposan es importante que no se amontonen dentro de las bandejas de almacenamiento. Para reducir el tiempo de reposo es adecuada la aplicación de aire frío al momento de salir de las máquinas troqueladoras.

El calor desprendido de los extrusores y de los centros que reposan, hacia el ambiente del local de producción durante una producción continua de 24 horas mantiene la temperatura ambiente a un promedio de 30°C, situación que afecta tanto al personal de la planta como al producto por lo que es recomendable la climatización del local con el objeto de mantener la temperatura ambiente a un promedio de 20°C.

1.6.6 Departamento de grageado

Conocido también como departamento de bombos por la forma de las pailas. El departamento está integrado por baterías de pailas conectadas a un sistema de alimentación y purga de aire que permite la operación de secado del material de recubrimiento.

La paila de grageado es una chapa de cobre o acero inoxidable laminada en una pieza cuya forma es la de un elipsoide generado por rotación de una elipse alrededor de su eje. La cúpula está cortada por un lado y la abertura circular producida se refuerza por rebordamiento; las pailas por lo general en su interior son lisas aunque en la actualidad algunas pailas en su interior tienen aplicadas aletas de volteo para asegurar una distribución uniforme de los materiales de recubrimiento.

La paila está montada sobre un eje provisto de piñón y corona, colocada en un ángulo de 45° (en algunas pailas modernas el grado de inclinación es ajustable), que es puesta en movimiento con la ayuda de un motor con un sistema para variar la velocidad de rotación a voluntad. Las pailas son puestas en movimiento por un motor acoplado o por transmisión cuando existen varias en paralelo.

El funcionamiento de la paila está fundamentado en la aplicación del principio de la conservación del ímpetu a las colisiones entre partículas. Durante el grageado la paila genera una fuerza impulsiva relativamente grande que actúa sobre las bolitas de goma para mascar que al colisionar unas con otras desarrollan fuerzas de arrollado y fricción haciendo del recubrimiento añadido una capa compacta que endurece a medida que el aire alimentado la seca.

El área donde se instale el departamento de grageado debe reunir características imprescindibles para lograr un trabajo uniforme y constante, independientemente de las condiciones atmosféricas imperantes. La temperatura del local debe ser un máximo de 24°C si allí se gragean centros de chicle ó productos similares; asimismo el control de la humedad relativa del ambiente es importante ya que ésta determina el tiempo de secado de cada carga de jarabe y también la calidad del brillado. La práctica y la literatura (2) coinciden en que la humedad relativa a la que se obtiene un producto de alta calidad es de 20%.

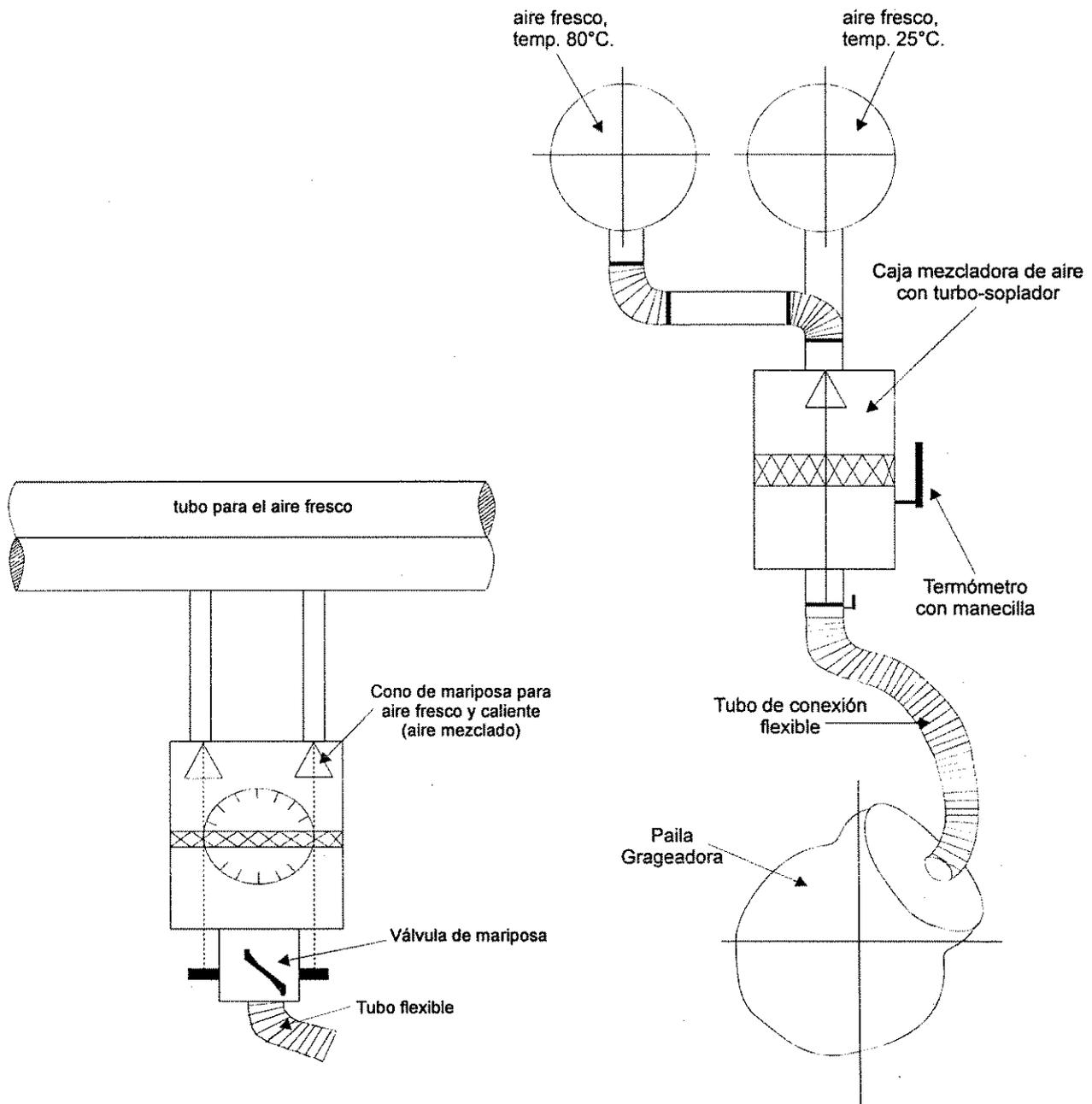
Este departamento se diseña con base en el número de pailas a utilizar y éste se determina con base en la capacidad de producción de los departamentos de mezclado, extrusión y troquelado así como al procedimiento de grageado aplicado.

Las pailas se instalan en baterías que por lo general están integradas por 6 a 10 unidades; al instalarse debe tenerse en cuenta que el borde inferior de la paila esté situado entre 1.00 y 1.20 metros del suelo, esta disposición es con el fin de facilitar al personal las operaciones de grageado manual y las operaciones de carga y descarga del producto. Es recomendable que el soporte sobre el cual descansan las pailas esté alejado de muros para facilitar las operaciones de mantenimiento y la distancia entre pailas se sugiere que sea de 20 cm. Para hacer eficiente la labor de los operarios es importante que las pailas de grageado se dispongan con sus aberturas frente a frente dejando un corredor que permita el libre tránsito.

En este mismo departamento se realizan los procesos de colorido y abrillantado de las grageas no así la operación de barnizado. La limpieza semanal de las pailas es una operación que no debe omitirse ya que la acumulación de residuos de jarabe en las paredes de la paila evita la formación de una capa de grageado lisa y uniforme. El ruido generado por el funcionamiento de las pailas como por el choque entre sí de los centros produce un ruido con intensidad de 120db, el cual es nocivo para el oído humano, los operarios deben contar con protección para sus oídos.

Se debe evitar la existencia de fisuras en todas las superficies del local donde se puedan acumular polvo, azúcar y grageas que puedan dar lugar a la

formación de ambientes ideales para el crecimiento y multiplicación de microorganismos nocivos.



Esquema de la instalación de una paila

1.6.7 Departamento de barnizado

La atracción que ejerce en el consumidor una bola de goma para mascar que brilla es importante; la gragea abrigantada debe mantener esta propiedad el mayor tiempo posible, ya que toda gragea que ha perdido su brillo no puede considerarse como fresca o de alta calidad.

Al finalizar la operación de grageado, coloración y abrigantado en el departamento de bombos, las grageas de chicle son trasladadas al departamento de barnizado.

El objetivo de barnizar las grageas es proteger el brillo que se le ha proporcionado así como evitar los efectos de la humedad, el oxígeno y la luz durante el almacenamiento.

El producto es barnizado en pailas de rotación, el barniz se aplica mientras la paila rota de forma que se distribuya uniformemente sobre las grageas; después de 1 minuto de rotación, la paila se detiene y se conecta el equipo de aspiración para desalojar el solvente del barniz que ha empezado a evaporarse sobre la superficie de las grageas endureciendo el barniz. La paila es accionada repetidamente en intervalos intermitentes de corta duración, en esta forma se obtiene la evaporación del solvente sin que la

fricción que provoca el choque de las grageas entre sí desprenda la capa de barniz recién aplicado.

Algunos barnices de grageado están elaborados a base de goma laca a baja concentración disueltos en alcohol etílico al 95%., estas soluciones pueden tener una concentración del 5-10% de goma laca. Para obtener de esta solución un efecto plastificante se añade en forma reducida aceite vegetal. La goma empleada deberá estar completamente libre de contaminantes como arsénico y deberá tener un contenido de cera; algunos fabricantes utilizan cera de abeja.

La información sobre la composición de la goma de laca es importante para el productor de goma para mascar ya que muchas veces él elabora la solución de barniz.

1.6.8 Departamento de empaquetado

Los productores y comerciantes necesitan de un tiempo entre las fechas de fabricación y la de consumo; es por ello la importancia del empaque.

La manufactura industrial de un producto debe proveer un empaquetado a máquina. El producto terminado es trasladado a las máquinas empacadoras donde el medio de empaque usado generalmente para las

bolas de goma de mascar son bolsas plásticas transparentes ó bien bomboneras donde se puedan apreciar la estética del producto.

Este departamento está formado por máquinas empacadoras que pesan y dosifican la cantidad de unidades para cada empaque y máquinas termoselladoras en el caso de usar bolsas plásticas. Después estas bolsas se trasladan a cajas de cartón para su almacenaje en bodega y posterior distribución.

Al diseñar una máquina de empaque hay que observar que no exista un largo trayecto de caída ó bien se disponga de elementos amortiguadores que eviten el inconveniente que la capa de grageado se esquirle durante la operación de empaque. Este detalle muchas veces se omite en virtud que las bolitas grageadas de chicle permiten un fácil empaque debido a su forma esférica y superficie lisa y brillante.

La variedad de los empaques es amplia, por ejemplo hoja de aluminio, plexiglass, acetato, cloruro de polivinilo, polietileno, etc. Determinado su elección el costo, tiempo estimado de almacenaje, normas sanitarias y técnicas de mercadeo.

2. EL GRAGEADO DE CENTRO DE GOMA PARA MASCAR

2.1 Proceso de grageado

Gragear significa cubrir una superficie mediante la adición de soluciones líquidas o materias sólidas. Este proceso se realiza en una paila rotativa donde mediante la alimentación y purga de aire se produce una operación de secado, que junto a los altos esfuerzos de corte, arrollado y fricción a que se ven sometidos los centros se favorece la formación de una capa protectora.

Algunos textos relacionados con la industria confitera definen el proceso de grageado simplemente como engrandecer en una paila rotativa un centro por adición de productos líquidos ó sólidos

Los solventes más conocidos de las soluciones utilizadas en el grageado son:

- a) solventes que se volatizan, usados raramente en la industria confitera
- b) solventes que se evaporan.
- c) Solventes que se aplican para absorber su humedad mediante sólidos.

2.2 Procedimientos de grageado

En la fabricación de goma para mascar se utilizan dos procedimientos:

- ◆ Grageado duro
- ◆ Grageado blando.

2.2.1 Grageado duro

Se basa en la evaporación del solvente de la solución de recubrimiento, por lo general agua. Este tipo de grageado utiliza preferentemente jarabes de azúcar, siendo el más utilizado en la fabricación de grageas de goma para mascar en forma de bola.

2.2.2 Grageado blando

Conocido como “grageado frío”. En este grageado, la humedad contenida en el jarabe de envoltura no se evapora sino que se absorbe usando materiales en polvo, generalmente azúcar pulverizada. Por su alto costo, es usado con poca frecuencia en la industria.

2.3 Jarabes (soluciones de azúcar)

Para el grageado de centros de chicle se utiliza por lo general, sacarosa (azúcar de caña ó remolacha). Al gragearse con azúcar, las soluciones deben ser saturadas. El azúcar debe formar una costra dura al eliminarse la humedad.

En las cocinadoras, inicialmente deberá disolverse el azúcar en agua fría y someterse a una agitación continua. Debe evitarse que los cristales de azúcar queden como residuos en las paredes de la cocinadora. Disuelto el azúcar se procederá a la cocción en la concentración deseada. La calidad del jarabe está determinada fundamentalmente por la calidad de la materia prima, es decir, la calidad del agua y el azúcar utilizados; en el caso de este último, mientras más refinado sea más pura será la solución.

Respecto del agua, ésta puede proceder del grifo debiéndose en esta circunstancia verificar potabilidad, dureza, cantidad de hierro y pH; mientras que si se utiliza agua desmineralizada hay que controlar el pH, este no debe ser menor que siete, ya que condiciones ácidas favorecen la formación de azúcar invertido que no es favorable para el grageado duro (1). Debe considerarse el tiempo de cocción, un largo tiempo de cocción es condicionante para la inversión del azúcar.

La cristalización de una solución afecta el proceso de grageado, los cristales al iniciarse el proceso de grageado en la paila se van depositando en la pared posterior de la misma, surgiendo una capa abrasiva que corruga la superficie de las grageas echando a perder la carga.

El control de la temperatura de la solución de azúcar es fundamental ya que un exceso de calentamiento de la solución provoca la caramelización de la solución

y si por el contrario se da un enfriamiento brusco, la cristalización de la solución se hará efectiva.

La concentración de jarabe depende del espesor que se le quiera dar a la capa que cubre el centro de chicle. Una concentración recomendada para preparar el jarabe utilizado en la elaboración de grageas esféricas de goma para mascar es de 75 a 80% de azúcar y 25 a 20% de agua y llevada a cocción de 105°C.

Otro problema que se ve en la preparación de los jarabes de grageado es el aumento de viscosidad a medida que se enfría la solución evitando una repartición regular del jarabe sobre los centros así como la deformación que sufren los centros al añadirse el jarabe recién preparado; para prevenir lo anterior debe enfriarse el jarabe antes de aplicarlo a las grageas sin permitir que la temperatura del jarabe sea menor que los 70°C, en este punto el jarabe tiene una viscosidad promedio de 25 centipoises y se distribuye regularmente entre los centros. También debe soplarse aire frío sobre las grageas antes de iniciar a aplicarse las cargas de jarabe.

El aplicar a los centros de chicle soluciones puras de azúcar presenta inconvenientes como:

La capa de grageado no siempre es completamente blanca, situación que es notoria al aplicar el color a la gragea.

Para lograr una capa de grageado completamente blanca así como darle consistencia se adicionan a la solución de azúcar: jarabe de glucosa, almidón y dióxido de titanio.

El jarabe de glucosa se añade para aumentar el poder aglutinante de la solución, evitar la recristalización del azúcar, reducir la retención de humedad en la costra. Algunos textos recomiendan que se use glucosa en proporciones variables entre el 0.5 y 1.0% del peso de azúcar utilizado. Mediante pruebas se determinó que el uso del 1% proporcionó una costra más aglutinada y menos quebradiza.

El dióxido de titanio utilizado como agente de blanqueado, se prepara como pasta, disolviéndose en agua caliente (100°C); la solución que se forma es añadida a la solución de azúcar. Esta solución debe someterse a agitación constante para evitar la separación de los componentes ya que el dióxido de titanio es insoluble en agua. El almidón actúa como agente de blanqueo y aglutinante ya que una proporción elevada del dióxido de titanio favorece la recristalización del azúcar.

Las formulaciones de los jarabes están condicionadas al espesor de la capa de grageado, blanqueado que desee darle el productor así como de la legislación que rige en el país con respecto a los productos de confiterías.

La densidad, el índice de refracción y el punto de ebullición de un jarabe variarán de acuerdo a la concentración de azúcar disuelta en agua. Estas propiedades permiten determinar la calidad de jarabe obtenido.

La densidad es una relación de masa por unidad de volumen; la determinación de esta variable permite conocer la concentración de azúcar (ver tabla 4, apéndice 1). Por ejemplo si se obtiene una solución con una densidad de 1.2371 g/ml se determinara que la concentración de azúcar es del 51%. La escala Baumé, muy utilizada en la industria confitera, fue originalmente creada para medir densidades de soluciones viscosas ó pesadas. Para utilizar la escala Baumé en confitería se utiliza la siguiente fórmula:

$$^{\circ}\text{B} = 145 \cdot (1 - 1/d)$$

La cual es aplicable para soluciones más pesadas que el agua, donde d =densidad expresada en gramos/ centímetros cúbicos.

Para determinar densidades de jarabes se utilizan areómetros que son aparatos que constan de un tubo cilíndrico generalmente de vidrio en cuya parte inferior se han colocado municiones o mercurio para lastrarlo, y cuyo vástago es fino y alargado para aumentar la sensibilidad. En este vástago existe una escala para realizar la lectura. Este medidor se fundamenta en el principio de flotación de modo que cuanto menor sea la densidad del líquido en que se le sumerge mayor

será la parte sumergida y contrario con los líquidos de mayor densidad. Sus escalas están graduadas según el uso, existen también los areómetros Baumé graduados en esa escala.

Para determinar inmediatamente la concentración de azúcar en el jarabe, es apropiado utilizar el índice de refracción es decir la propiedad que poseen ciertos cuerpos para desviar un rayo de luz que los atraviesa. De esta propiedad se hace uso en los refractómetros de laboratorio o de mano, siendo estos últimos los más apropiados para controlar el proceso de cocción, existiendo refractómetros graduados directamente en porcentaje de sacarosa, para una lectura directa.

A mayor concentración, el punto de ebullición será más alto, del conocimiento de esta propiedad se hace uso constante ya que permite obtener siempre el mismo contenido de sólidos en un grageado, mientras se concentra el jarabe hasta la misma temperatura de ebullición.

2.4 El grageado de centros de bolitas de goma para mascar

Las bolitas de goma para mascar, por lo general, son puestas a la venta, por el distribuidor final en expendedoras automáticas, bomboneras de cristal y plástico; razón por la cual la capa de grageado debe dar una presentación estética que atraiga al consumidor así como que sea resistente al manipuleo como a los efectos del medio ambiente.

Las capas de grageado en la goma de mascar tienen un peso que oscila entre el 15 y 20% del peso total de la gragea, según lo determino el muestreo realizado durante el grageado de distintos lotes de producto.

En la tabla No. 1 (de datos experimentales) se presenta el peso promedio de centros de un lote sin gragear, centro grageado y el % en peso de la capa de grageado de ese lote, estos resultados coinciden con los datos proporcionados en la bibliografía (5) para grageas de 2.0 cm de diámetro.

Antes de cargar un lote de centros para ser grageados en las pailas de rotación es importante conocer el peso de los centros así como estimar el peso final de las grageas para no sobrepasar la capacidad de las pailas grageadoras

Los centros de goma para mascar son susceptibles a los efectos del peso y el calor generado por la fricción ocasionada al chocar entre sí los centros al empezar a funcionar la paila de grageado, por lo que debe tomarse en cuenta estos factores al elegir el tamaño de la paila a utilizar ya que un peso alto de los centros cargados dentro de la paila, los deforma sin olvidar que el peso original de los centros se incrementa a medida que se añade la capa de grageado. Para gragear bolitas de goma para mascar se prefieren las pailas de 50 Kg como capacidad máxima, prefiriendo los productores instalar más pailas de rotación si se incrementa la producción.

Parece antieconómico la recomendación de instalar un número mayor de pailas, pero sobrecargar una paila significa incrementar el material de desecho ya que al deformarse los centros, el producto que se obtiene no es el óptimo y además se incrementa el tiempo de grageado.

El grageado estudiado es el duro, donde el tiempo de grageado dura aproximadamente 6 horas para formar, secar, colorear y brillar una capa que incrementa el diámetro del centro en 1mm., siempre y cuando las condiciones del jarabe, temperatura y humedad relativa de la sala de grageado y el aire alimentado para secar sean las óptimas, debiéndose cargar la paila entre 40 y 45 Kg. de centros para lograr un recubrimiento liso y brillante.

El tiempo de secado está condicionado a la cantidad de jarabe utilizado ya que las capas deben estar completamente secas antes de aplicar la siguiente capa. La formación de polvo en la paila mientras se seca la capa de grageado, es indicador de secado excesivo el cual no permite la aplicación de las últimas capas de jarabe y provoca la formación de fisuras en la capa de grageado que serán las causantes del desprendimiento del recubrimiento aplicado en las etapas sucesivas del proceso.

Para determinarse el secado óptimo habrá que realizar una inspección visual del producto, el cual debe de carecer de manchas grisáceas que denotan la

presencia de humedad, de ahí la importancia del blanqueo en el proceso de grageado ya que permite cualitativamente detectar la presencia de humedad en el producto.

La cantidad de jarabe debe calcularse de tal forma, que en cada carga las grageas sean recubiertas en forma regular y se obtenga una capa lisa. El exceso de jarabe favorece la formación de rugosidades que al aparecer incrementan el tiempo de grageado ya que es imperativo eliminarlas, pero si el tiempo se incrementa para eliminar estas anomalías, la capa ya formada se debilita, desprendiéndose a medida que se avance en el proceso de acabado.

El jarabe puede ser aplicado de forma manual ó automática, esta última aplica el jarabe por atomización.

Los resultados obtenidos durante la experimentación (Apéndice 1, tablas No. 2 y 3) muestran que el diámetro incrementado con cada carga de jarabe es de 0.127 mm como promedio. Cada carga se aplica de forma manual en intervalos de 5 a 10 minutos. El volumen aplicado por carga para una paila con capacidad de 50 Kg oscila entre 600 y 1000 ml de jarabe.

La velocidad de la paila debe mantenerse entre 10 y 15 rpm para que la fuerza de colisión entre los centros no esquirle las capas de grageado. Cuando las grageas presentan un aspecto porcelanizado, es el momento de iniciar la aplicación

de las cargas de jarabe con colorante, generalmente sucede al finalizar de aplicar la séptima carga de jarabe. Se debe evitar la formación de polvo deteniendo la paila por 30 minutos para que las grageas se sequen parcialmente antes de iniciar la aplicación del jarabe con colorante.

2.5 Colorido de la goma para mascar en grageas

Esta etapa del proceso de grageado se realiza al aplicar las últimas 3 capas de jarabe, este es preparado con la solución de colorante preparada previamente para obtener los tonos deseados, azúcar y jarabe de glucosa.

Aplicar color a una gragea no es difícil si se utilizan colorantes de calidad y composición constantes. La solución de colorante debe calcularse en función de la cantidad de azúcar seca utilizado para preparar el jarabe, debido a que el porcentaje de materia seca varía a diferentes grados de cocción. El uso de soluciones de azúcar poco concentradas, es una de las razones para que se decoloren las grageas.

Otra manera de usar el colorante, es formar una pasta que se añade al jarabe con el inconveniente que no se tiene la seguridad de disolver todos los componentes del colorante y lo difícil de dosificar la pasta.

Entre los colorantes alimenticios que se utilizan para colorear grageas se disponen de dos tipos de colorantes, solubles en agua y pigmentos ó lacas coloreadas. Cuando se aplican colorantes solubles en agua no siempre se obtienen tonalidades uniformes por lo que hay que recurrir a la aplicación de más cargas de jarabe. Las lacas coloreadas o pigmentos dan un recubrimiento con una tonalidad uniforme pero las grageas tienen un aspecto mate y el color es poco vivo, la razón es que los colorantes del tipo laca no son completamente solubles en agua debiéndose mezclar con substrato que por lo general son sales de aluminio ó bien carbonato de calcio. El contenido de colorante puro en las lacas coloreadas oscila entre 18 y 25% mientras que en los colorantes solubles la concentración de colorante puro es de 80%. Las lacas coloreadas son las más utilizadas en el grageado de goma de mascar entre estas lacas se encuentran los colores rojo 40, amarillo 5, amarillo 6, azul 1; que se pueden mezclar entre si para obtener otros colores y tonalidades diversa. Al preparar las soluciones de colorantes se añade en algunos casos dióxido de titanio para suavizar la intensidad del algún color. Para cumplir con normas nacionales e internacionales se deben utilizar colorantes certificados por la FDA (Food and Drugs Administration) de los Estados Unidos con el sello FD&C o sus similares de la Unión Europea (UE) así como dosificaciones según las normas y acuerdos de carácter nacional e internacional.

Los colorantes alimenticios utilizados en el grageado de goma para mascar muestran resistencia a la luz y poca sensibilidad a las variaciones de pH y resistencia a los incrementos de temperatura, propiedad de vital importancia para

preparar el jarabe con colorante, pruebas efectuadas al momento de la cocción de la solución coloreada mostraron que a 200°C los colorantes no presentaban alteraciones.

Al preparar las soluciones de colorante se obtienen mejores resultados al disolver los colorantes en agua destilada hirviendo dentro de un mezclador equipado con una propela para dar a la solución una fuerte agitación durante unos 30 minutos, la solución obtenida debe mantenerse en reposo 48 horas antes de utilizarse. Pasando este tiempo se dosifica y traslada la solución a recipientes de plástico para esperar el momento en que la dosis requerida sea disuelta en el jarabe.

2.6 Técnicas para aplicar el recubrimiento

El grageado de goma para mascar así como de otros productos de confitería y farmacéuticos se originaron en la aplicación de cargas de jarabe en forma sucesiva hasta obtener el recubrimiento deseado en forma manual. En la actualidad la aplicación manual de las cargas de jarabe durante el proceso de grageado de las bolas de goma para mascar es la técnica de recubrimiento más utilizado a pesar de existir plantas automáticas que realizan esta operación.

La aplicación de las cargas de jarabe manualmente en forma sucesiva requiere que el operario utilice un recipiente de reserva del cual extrae el jarabe a

utilizar en el proceso y un cucharón graduado. Si la producción de grageas de goma para mascar no es en gran escala, bastará un solo operario para servir hasta 10 pailas en forma sucesiva. Pero una mediana industria donde la producción es continua y se requiere de cuatro turnos diarios para lograr gragear los centros producidos y el departamento de grageado está compuesto de 50 pailas, distribuidas en 10 baterías de 5 unidades se requiere de un operario responsable para cada batería.

El jarabe es derramado sobre los centros en movimiento dentro de la paila, la dosis que se añade deberá ser suficiente para mojar la totalidad de los centros. Si se utiliza una solución muy concentrada no hay que dejar de carga en carga, el cucharón dentro del recipiente de reserva debido a que se cristaliza la solución de azúcar. A medida que se avanza en el proceso de grageado se reduce la dosis de jarabe. Al terminar de servir la solución en la última paila de la batería se procede a una nueva carga en la primera paila, este procedimiento requiere que se cumplan dos condiciones: un jarabe altamente concentrado y que cada paila disponga de una eficiente instalación de soplado y aspiración.

Las pailas de grageado tienen que presentar la mayor cantidad de opciones de funcionamiento para poder aplicar distintas técnicas de grageado. Un punto a ser considerado debe ser la variación del grado de inclinación de la paila, ya que este factor permite variar el proceso de frotamiento y de alisado así como mejorar la distribución del jarabe.

La existencia de diversidad de modelos de pailas permite al productor de grageas escoger el diseño que más convenga a sus necesidades. El uso de pailas de gran tamaño no favorece el uso del recubrimiento manual por no distribuirse regularmente el jarabe entre todas las grageas. Estas pailas utilizan instalaciones de atomizado así como aletas de volteo instaladas dentro de la paila con el fin de mejorar la distribución del jarabe automatizado así el proceso de grageado.

Cuando se utiliza plantas automatizadas para recubrir los centros de goma de mascar, el jarabe es atomizado por medio de aire comprimido. Una tubería alimenta la pistola de aire comprimido al mismo tiempo que otra tubería transporta el jarabe.

La pistola es abierta permitiendo el flujo del jarabe que es atomizado con el aire comprimido. El chorro que libera la pistola es esparcido como una lluvia de gotas finas que deben mojar todos los centros que se gragean. Cuando se atomiza con aire es necesario controlar que los extremos del chorro no sean muy pronunciados para evitar la formación de rugosidades. Una desventaja de gragear utilizando esta técnica es el enfriamiento prematuro del jarabe provocado por el mismo aire comprimido, para evitar esto el atomizador es colocado dentro de una envoltura caliente. Actualmente este equipo está equipado con dispositivos que automatizan su funcionamiento

Durante el grageado el proceso de secado se realiza poniendo los centros mojado con jarabe en contacto con aire caliente y el vapor de agua formado se elimina por medio del mismo aire.

El grageado de bolitas de goma para mascar es condicionado sensiblemente por la alimentación de aire fresco y purga de aire humedecido, de tal forma que cada paila debe contar con una tubería de soplado y succión conectada a una instalación central de ventilación y aspiración. El aire húmedo debe ser eliminado para reducir el tiempo de grageado, debiéndose evitar que se mezcle con el aire fresco que se alimenta. Si el aire se satura de humedad habiéndose aplicado las cargas de jarabe con colorante este no se adhiere completamente, observándose diversas tonalidades sobre la gragea.

El aire alimentado para secar las grageas dentro de la paila rotativa debe tener una temperatura que oscile entre los 40 y 60°C y tener una humedad relativa no mayor del 20% para lograr una grageado óptimo.

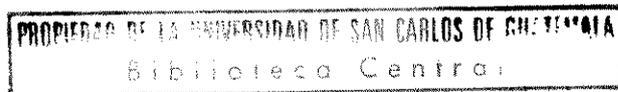
No es indispensable suspender el flujo de aire alimentado hacia la paila mientras se derraman las cargas de jarabe sobre los centros, como ya se mencionó, la distribución homogénea del jarabe depende del grado de inclinación de la paila, velocidad de rotación, viscosidad y dosificación del jarabe.

Para pailas con capacidad máxima de 50 Kg se estima que el aire alimentado debe oscilar entre 250 y 300 metros cúbicos por hora mientras que en una paila con capacidad de 150 Kg la cantidad de aire debe ser de 500 metros cúbicos por hora. La tubería correspondiente al aire de purga deberá tener una capacidad estimada del 30% mayor que la tubería de alimentación.

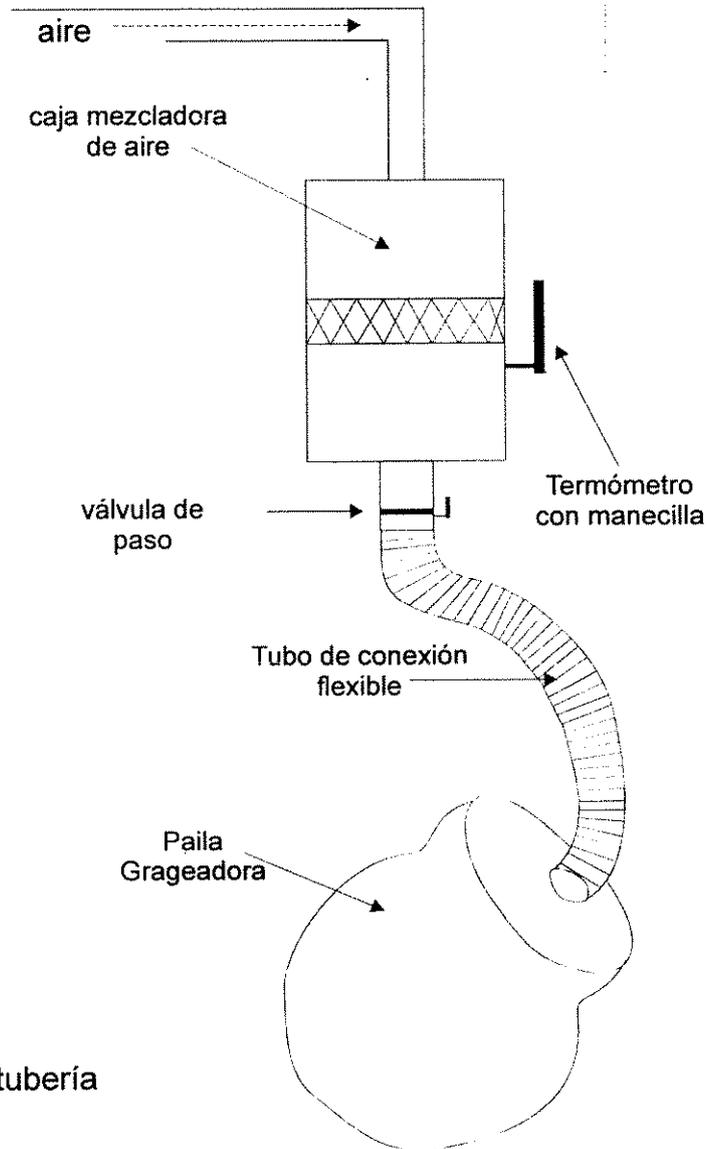
Si una tubería alimenta aire a una batería de pailas, es recomendable instalar una segunda tubería de alimentación; una de las tuberías transportará aire a 100°C por decir un ejemplo y la otra conducirá aire a 25°C. Sobre cada paila se encuentra una cámara provista de un motor y termómetro, de allí las dos corrientes se mezclan. La temperatura del aire se regula para cada paila y el volumen de aire que proviene de la cámara donde se mezclan las dos corrientes se regula mediante válvulas de mariposa.

El flujo de aire fresco es transportado al interior de la paila en rotación por medio de una instalación que puede diseñarse y situarse según los requerimientos y posibilidades del productor, ejemplos de estas instalaciones son:

- a) Una tubería lateral flexible, instalada a la entrada de la paila conduce el aire alimentado permitiendo que el flujo de aire pueda ser orientado a diferentes posiciones de las bolitas en rotación.

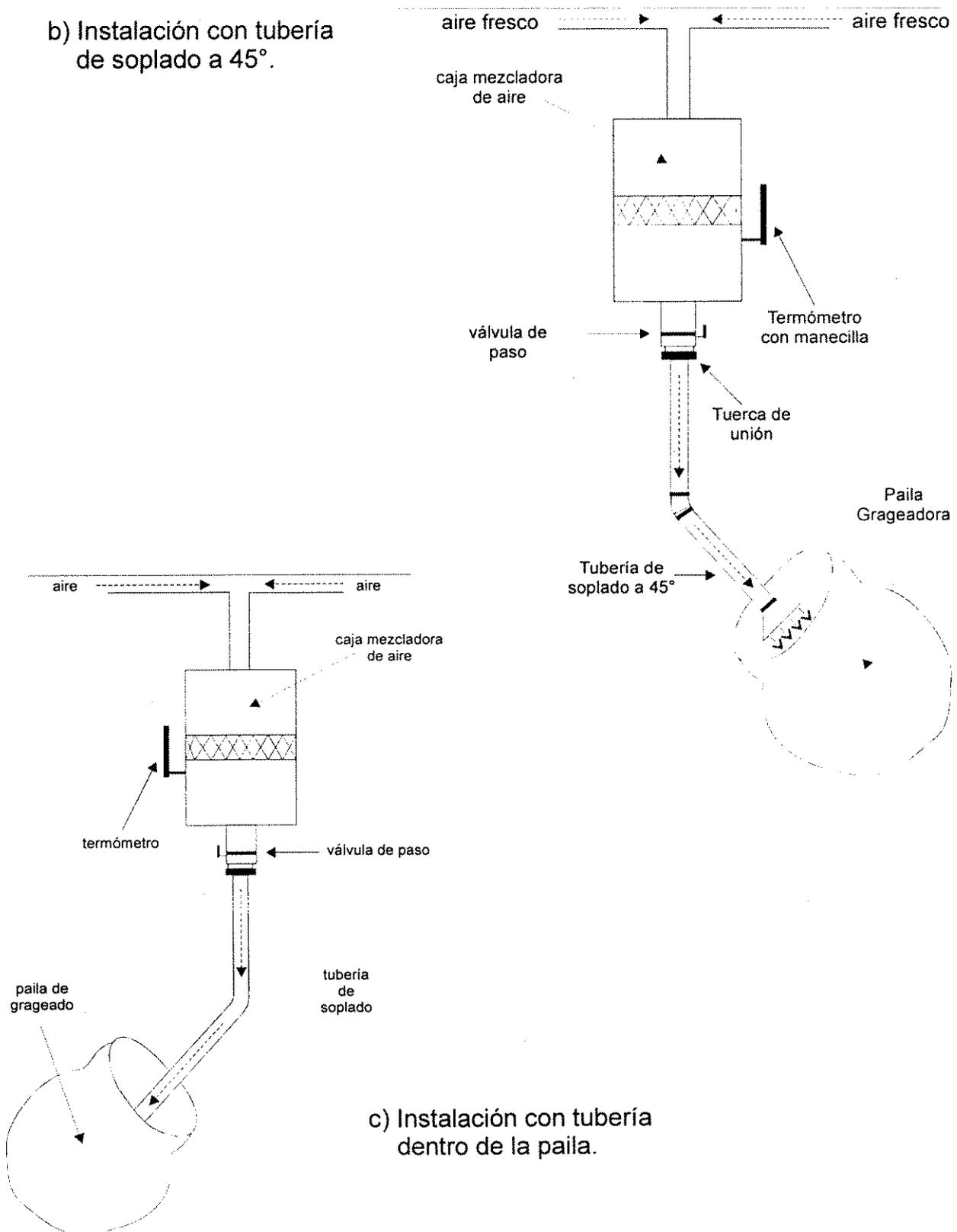


- b) La tubería se coloca perpendicularmente sobre la zona superior de la paila del grageado, el tubo entra en la paila y está conectado debajo de la válvula de paso por una tuerca de unión, permitiendo que el tubo pueda ser girado hacia cualquier lado y el flujo de aire pueda ser dirigido sobre las grageas con una tubería de soplado inclinada 45°.



a) Instalación con tubería lateral flexible.

b) Instalación con tubería de soplado a 45°.



c) Instalación con tubería dentro de la paila.

- c) La tubería es instalada perpendicularmente desde arriba y el extremo perpendicularmente desde arriba y el extremo de la misma es introducido dentro de la carga de grageas es decir que las bolitas de goma para mascar cubren la tubería dentro de la paila. El tubo que penetra en la carga tiene forma trapezoidal y tiene como objetivo también dirigir el sentido de giro de las grageas, esta tubería debe estar asegurada ya que es sometido a la fuerza de giro de las grageas.

Independientemente de que se usen técnicas de recubrimiento manual ó automatizado las variables de proceso que deben ser objeto de control y análisis durante la etapa de grageado son: peso de los centros a gragearse, velocidad de rotación de la paila, flujo, temperatura y humedad del aire, temperatura de la solución de grageado y ángulo de inclinación de la paila. A partir de la década de los cincuenta se ha estudiado cómo perfeccionar el proceso de grageado aplicando principios físicos y químicos pero hoy en día el grageado es un proceso de producción en el que todavía no se puede substituir con eficiencia el arte y la escrupulosidad del especialista por medios científicos y técnicos. Este fenómeno tiene su explicación por factores económicos y la ausencia de investigación del grageado de goma para mascar.

2.7 Abrillantado de grageas de goma para mascar

El complemento a la operación de grageado es el abrillantado de las grageas, esta operación se realiza en las mismas pailas de grageado al secar el recubrimiento aplicado. La razón de abrillantar la gragea es proporcionarle un revestimiento protector que por muy fino que sea actúa como un agente antiadherente. Lo anterior no significa que su función sea proteger la gragea de los efectos de la humedad del medio ambiente pues esto se logra con la capa de barniz que se aplica posteriormente.

El abrillantado se logra esparciendo cera en polvo sobre las grageas y haciendo rotar la paila durante treinta minutos aproximadamente, reduciendo la velocidad de rotación de la paila para evitar la rotura de la capa de grageado pero permitiendo que las grageas rueden, con lo cual la acción abrasiva de la frotación de unas contra otras logre un lustre efectivo. El brillo es una forma de nombrar a la reflectancia de una superficie, y depende de la formación de cristales finísimos cuyas caras planas permiten la reflexión de la luz, de ahí una de las razones por las que la capa de grageado debe ser lo más lisa posible.

Si la capa de grageado está excesivamente seca los materiales de abrillantado pueden experimentar problemas de adhesión, en caso contrario las grageas están húmedas se obtienen un brillo mate es decir que la gragea es opaca.

En el caso de bolitas de goma para mascar, la cera utilizada con frecuencia para abrillantar es una mezcla en polvo de ceras de abeja y carnauba. Debido al calor producido por la fricción la cera se derrite y se distribuye sobre la superficie de las grageas. La cera carnauba utilizada únicamente para masas de abrillantado tiene un alto punto de fusión, entre los 80 y 90°C, por lo que se le combina con cera de abeja cuyo punto de fusión es de 70°C.

Otras formas de lograr el abrillantado es utilizar ceras disueltas en solventes orgánicos. Una desventaja de usar las mismas pailas de grageado para abrillantar es que la acumulación de residuos no permite lograr un abrillantado adecuado, por lo que es recomendable contar con una paila recubierta de tela, preferiblemente fieltro, a donde se trasvasarán las grageas para obtener un brillo de alta calidad. El productor debe establecer la cantidad de cera a utilizar de acuerdo a la masa de productos dentro de la paila y al brillo deseado, esta última característica de tipo subjetivo; la saturación ó escasez de cera da por resultado una gragea opaca.

Si se considera que el período entre la producción y el consumo no es muy prolongado, las grageas abrillantadas con cera en polvo pueden empaquetarse directamente después del proceso de abrillantado omitiéndose la etapa de barnizado (descrita en la sección 1.6.7), cuyo objetivo es proteger el brillo de la gragea de los efectos del ambiente.

Logrado el brillo adecuado, se da por concluido el proceso de grageado.

3. TRATAMIENTO DE RESIDUOS EN LA PRODUCCIÓN DE GRAGEAS DE GOMA PARA MASCAR

3.1 Generación de residuos

Una producción industrial y continua de bolitas de goma para mascar genera residuos a lo largo del proceso, que por su misma naturaleza son reciclados y utilizados nuevamente; por ejemplo restos de goma de base no troquelada, restos de recubrimientos de azúcar, grageas descoloridas ó lastimadas, etc.

En los últimos años la atención que se ha puesto sobre los problemas ambientales generados por las plantas industriales ha obligado a los ingenieros a crear alternativas para que los desechos producidos sean manejados de tal manera que no contribuyan a la contaminación ambiental.

Aunque el tratamiento de residuos o desechos es objeto de estudio por parte de la ingeniería sanitaria, el ingeniero químico no debe ignorar este problema presente en toda planta industrial, por lo que debe diseñar alternativas que permitan el tratamiento de residuos así como mejorar los sistemas de producción para reducir la generación de desechos que a lo largo incidirán en los costos de producción.

Los materiales de desecho que son producidos por una planta industrial son clasificados como sólidos, gaseosos y líquidos. La producción de goma para mascar grageada genera mayormente desechos sólidos y en menor escala gases y líquidos.

3.2 Reciclaje de residuos

En la producción a escala industrial de grageas de goma para mascar la generación de desechos, en un alto porcentaje, se da en tres departamentos especialmente: mezclado, extrusado y grageado.

En esta industria la mayor cantidad de residuos son susceptibles de ser reciclados es decir sometidos nuevamente a proceso. El no cumplir con las formulaciones, mal funcionamiento de la mezcladora, extrusores y máquinas troqueladoras así como uso de goma de base que no cumple con los requisitos exigidos por el productor son la fuente de formación de material de desecho en los departamentos de mezclado y extrusado.

La mezcla de base de goma que se genera como desecho es nuevamente sometida al proceso de mezclado, durante esta etapa del proceso el desecho es mezclado con material nuevo en un porcentaje del 10% al 20% del peso total de la nueva mezcla y debe verificarse que producto de desecho coincida en sabor con la nueva mezcla. De esta forma el producto que ha sido descartado inicialmente en el

mezclado, extrusado y troquelado es decir mezcla de goma para mascar sin formar se recupera en un 100%.

Los residuos que se generan en el departamento de grageado se clasifican en dos grupos:

- a) El residuo que se genera en la pared de la paila.
- b) El residuo generado por la deformación y quiebre de grageas.

Ambas clases de residuos pueden ser clasificados y separados según su color y sabor para ser aprovechados en una forma efectiva.

Al aplicarse jarabe en forma excesiva durante el grageado, el exceso se adhiere a la pared de la paila dando origen a una costra de azúcar que a lo largo del proceso de grageado aumentará a medida que se apliquen las distintas cargas de jarabe. Esta costra de azúcar debe ser removida al finalizar el grageado de un lote y antes que se inicie el proceso de otro. Con la ayuda de espátulas la costra de azúcar es removida de la pared de la paila, trasladándose al departamento de molinos para obtener nuevamente azúcar en polvo que puede utilizarse en el departamento de mezclado. Esta costra de azúcar también puede ser usada en la cocción de jarabes de aplicación; para ello habrá que tomar en cuenta el porcentaje de componentes de los residuos y comparar con la receta utilizada para preparar el jarabe. Cuando se utiliza jarabe con residuos reciclados, este debe

aplicarse en las capas inferiores del grageado. Debe evitarse la cocción de residuos con elementos ácidos que favorezcan la formación de azúcar invertido.

La presencia de almidón o dióxido de titanio en los residuos a utilizarse para preparar jarabes de recubrimiento, obliga a que el uso de agua sea controlado para evitar derrames o formación de espuma durante la cocción. El uso de estos residuos en la preparación de jarabes modifica el punto donde la solución alcanza la cocción requerida; ante estos inconvenientes es preferible procesar los residuos en los molinos y en la mezcladora.

Cuando de la paila se extraen grageas deformes, lastimadas, descoloridas estas se transportan al departamento de molinos donde son trituradas y finalmente trasladadas al departamento de mezclado donde este residuo molido será reprocesado mezclándose con una mezcla nueva de acuerdo a las formulaciones que el productor utilice.

Otra etapa del proceso productivo de grageas de goma para mascar que genera residuos, pero en volumen no significativo, es el proceso de barnizado. En la misma forma que durante el proceso de grageado, el exceso de barniz aplicado a las grageas se adhiere a la pared de la paila de barnizado, este recubrimiento elástico que se forma es retirado de la paila por medio de espátulas. Este barniz seco se disuelve en una cantidad proporcional de alcohol etílico similar a la solución original y se somete a una agitación continua durante dos horas, la

solución que se obtiene es mezclada con una solución de barniz original sometiéndose esta mezcla a una agitación continua y puesta en reposo durante 48 horas antes de ser aplicada sobre las grageas.

Tomando en cuenta el reciclaje de los productos de desperdicio generados por el proceso de fabricación de grageas de goma para mascar, esta industria es una "industria no contaminante", aunque esto es relativo ya que los procesos donde hay calentamiento se forman vapores que son despididos a la atmósfera, por ejemplo el mezclado donde el solvente de los saborizantes y se volatiza, en la cocción si se utiliza gas como fuente de calentamiento existe formación de dióxido de carbono; durante el barnizado el solvente se volatiza y es descargado también hacia la atmósfera, esta emisión de vapores aunque mínima contribuye a la contaminación del aire.

3.3 Goma para mascar no adhesiva

Uno de los mayores problemas de contaminación ambiental generado por la goma para mascar sea en forma de bolitas grageadas o cualquier otra forma, es su fuerte adhesividad a casi todas las superficies cuando es eliminada por el consumidor al finalizar el proceso de masticación, dañando estas superficies y creando a la vez un ambiente de suciedad. Este problema de contaminación ambiental es causado por la propiedad adhesiva de la goma de base.

El efecto contaminante causado por el consumo de goma para mascar, por razones de costos, no es tomado en cuenta por los productores; previendo este problema ambiental los investigadores de la empresa Daiwa Chemical Ltd. desarrollaron una alternativa para reducir la propiedad adhesiva de la goma para mascar; el 15 de noviembre de 1966 les fue asignada la U.S. Patent 3,285,750.

La base de goma es mezclada con una poliolefina de alto peso molecular como polietileno y polipropileno, o un fluoruro que contenga alguna resina, pudiendo ser politetrafluoretileno o politrifluorocloroetileno, preferiblemente todos en polvo con forma irregular.

El polvo añadido no se integra íntimamente a la goma base, por lo que durante la masticación la tensión superficial que ejerce la goma, desplaza el polvo hacia la superficie exterior, formando una especie de capa protectora que no penetra hacia el interior de la base; en consecuencia se reduce la adhesividad de la base de goma. Durante la masticación las partículas se distribuyen sin afectar las propiedades físicas del producto. Estos agentes antiadhesivos deben ser insípidos, inodoros, no tóxicos, insolubles en la saliva y el agua y no ser notorios al contacto con la lengua. Los investigadores determinaron que el monto adecuado de agente antiadhesivo en la base de goma debe ser del 20% del peso de la base para obtener un producto de calidad superior y no adhesivo a las superficies, que al ser desechado se facilite su tratamiento.

3.4 Desarrollo y perspectivas del grageado de goma para mascar

Desde su aparecimiento la gragea, sea esta goma para mascar, caramelos, etc., ha sido un producto de confitería de alto precio si se compara con otros productos de confitería que pudieron aprovechar la tecnología y modernización de la producción. El grageado aún hoy en día es considerado por los productores de grageas como un procedimiento de producción en el que todavía no se puede substituir con eficiencia el arte por la tecnología. Es allí donde el ejercicio profesional del ingeniero debe contribuir a tecnificar esta industria para que sea eficiente y de menor costo.

Las bolitas de goma de mascar grageadas tienen su atractivo entre los consumidores, especialmente niños; por la lisa, brillante y colorida capa de grageado que se presenta a lo cual se suma las propiedades de la base de goma, sabores y calidad del azúcar utilizada por lo que su alteración para reducir costos puede afectar en la aceptación del producto. Es esta industria la forma de reducir costos es reduciendo el tiempo de grageado.

Esta reducción de tiempo se puede lograr recortando el espesor de la capa de grageado o sea reduciendo las cargas de jarabe. Pero para tomar esa decisión se debe considerar la resistencia y estabilidad de la capa de grageado que se obtenga. Como alternativa se encuentra modificar las fórmulas del jarabe de grageado así como modificar las condiciones del aire que se alimenta a la paila. Es

en estos casos donde la investigación y desarrollo no deben hacerse en forma empírica.

La instalación de sistemas que operan en continuo está permitiendo desarrollar nuevas técnicas de grageado y en grandes cantidades pero el alto costo de esta tecnología sumado al alto costo de las materias primas impiden que industrias medianas se modernicen totalmente.

Pero la globalización de la economía obligará que todas estas industrias se tecnifiquen para mantener su calidad y competitividad ante productos similares.

4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Con el objeto de contar parámetros de comparación y datos con los cuales desarrollar modelos matemáticos que permitan cumplir con uno de los objetivos de este trabajo se realizaron las siguientes pruebas experimentales:

- ◆ Determinación de la relación peso capa de grageado-peso producto final en grageas de goma para mascar.
- ◆ Determinación del diámetro de grageas de goma para mascar con respecto a las cargas de jarabe aplicado durante el proceso de grageado.

- ◆ Influencia de la temperatura y humedad relativa de la sala de grageado en el tiempo de grageado de un lote de grageas.

- ◆ Estimación del tiempo de grageado en base a la concentración de azúcar en el jarabe de grageado.

Los datos obtenidos en estas pruebas se presentan en las tablas del apéndice No. 1 (Datos Experimentales).

4.1 Determinación de la relación peso capa de grageado-peso producto final en grageas de goma para mascar

Se determinó la relación entre el peso de la capa de grageado y el peso del producto final de la manera siguiente:

- a) Diariamente, durante una semana, se escogieron 100 centros de goma para mascar sin gragear de una paila seleccionada al azar, a continuación esta muestra se pesó en una balanza electrónica.

- b) Al finalizar el proceso de grageado de la paila seleccionada en el paso anterior se tomó una muestra de 100 grageas la cual fue pesada en la balanza electrónica.

Con los datos recabados se determinó por diferencia de pesos el porcentaje en peso de la capa de grageado en el peso total del producto terminado.

En esta prueba se utilizaron centros esféricos de 1.9 cm. de diámetro que se utilizan para elaborar una gragea de 2.00 cm. de diámetro. El jarabe utilizado para recubrir los centros es de una concentración del 80% en peso de azúcar y cocido a 105°C, el grageado se realizó mientras la paila rotaba con una velocidad de 20 revoluciones por minuto. Se utilizaron muestras de 100 unidades ya que cada bolsa de producto terminado consta de ese mismo número de unidades.

4.2 Determinación del diámetro de las grageas de goma para mascar con respecto a las cargas de jarabe aplicado

Inicialmente se estableció el diámetro promedio de los centros de goma para mascar sin gragear antes de comenzar el proceso de grageado, para esta medición se utilizó un medidor de vernier. Cada muestra constaba de 25 unidades tomadas de 5 pailas seleccionadas al azar. Este procedimiento se repitió a lo largo de todo el proceso de grageado de un lote, tomando las muestras de las mismas pailas seleccionadas al inicio de la prueba; al finalizar el secado de cada carga de jarabe aplicado.

El jarabe aplicado a los centros era de una concentración al 80% de azúcar y cocido al 105°C mientras que los centros utilizados tenían un diámetro promedio de

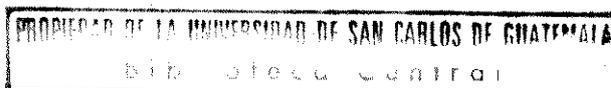
1.9 cm. La velocidad de rotación de las pailas era de 20 rpm. El producto final tiene un diámetro de 2.0 cm.

4.3 Influencia de la temperatura y humedad relativa de la sala de grageado en el tiempo de grageado de un lote de grageas

Al inicio del proceso de grageado de lotes distintos de centros de goma para mascar se procedió a medir las siguientes variables : temperaturas de bulbo seco y húmedo de la sala de grageado, humedad relativa de la sala de grageado, velocidad de rotación de las pailas y tiempo de duración del proceso de grageado.

Para medir las variables ambientales de la sala de grageado durante el proceso de grageado de los lotes analizados fue necesario hacer uso de termómetros de laboratorio, psicrómetro de honda y la carta psicrométrica.

En el caso de las velocidades de rotación de las pailas de grageado se utilizó un tacómetro para determinar dichas velocidades. En cada lote observado, la velocidad de rotación fue ajustada con el objetivo de determinar su influencia en el tiempo de grageado. En este último aspecto hay que hacer notar que las pailas utilizadas eran ajustables únicamente a tres velocidades de rotación 9, 15 y 20 rpm.



En todos los lotes se utilizó jarabe al 80% de azúcar para gragear centros esféricos de goma para mascar de un diámetro promedio de 1.9 cm y de esta manera obtener grageas esféricas con de 2.0 cm. de diámetro.

4.4 Estimación del tiempo de grageado con base a la concentración de azúcar en el jarabe de grageado

En esta prueba se midió el tiempo de grageado en cinco pailas donde los centros de goma de mascar fueron grageados bajo las mismas condiciones ambientales de la sala de grageado pero en cada paila se utilizó un jarabe de recubrimiento con distinta concentración de azúcar. En las cinco pailas la velocidad de rotación fue de 20 rpm y el proceso de grageado fue simultáneo.

Los jarabes de recubrimiento utilizados tenían las siguientes concentraciones de azúcar:

Jarabe #1	80%
Jarabe #2	75%
Jarabe #3	70%
Jarabe #4	65%
Jarabe #5	60%

Todos los jarabes fueron cocidos a 105°C. Las concentraciones de los jarabes fueron verificadas mediante el uso de un refractómetro de mano.

5. DETERMINACIÓN DE VARIABLES DE PROCESO A PARTIR DE DATOS

EXPERIMENTALES

5.1 Estimación de las cantidades necesarias de azúcar en el proceso de grageado a partir de la variación del diámetro de la gragea por carga de jarabe aplicada.

Uno de los problemas que enfrenta diariamente el productor de goma para mascar grageada radica en estimar exactamente la cantidad utilizada de azúcar para elaborar los jarabes de recubrimiento. En esta sección se presenta un camino para calcular el valor de esta variable de proceso a partir del conocimiento del espesor de la capa de grageado. En la solución de este problema se despreciará la pérdida por acumulación en las pailas.

Datos sobre la calidad del jarabe aplicado durante el grageado:

% en peso del azúcar en la solución: 80

Densidad de la solución: 1.148 gr/ml (tabla No. 3, apéndice #2)

Temperatura de cocción del jarabe: 105°C

Número de cargas aplicadas: 10/ cada 10 minutos.

Datos de la gragea:

Diámetro del centro: 1.9 cm (promedio)

Diámetro de la gragea (producto final): 2.0 cm (promedio)

Peso promedio del centro: 3.5 gr

De la tabla No. 3 (apéndice # 1, datos experimentales) se obtiene que el diámetro de la gragea se incrementa por carga a un promedio de:

$$D = 0.116 \text{ mm} \rightarrow r \text{ (promedio)} = 0.058 \text{ mm} = 0.0058 \text{ cm}$$

Con los datos anteriores y asumiendo que cada gragea es una esfera perfecta se puede estimar una razón de cambio de volumen (dv/dt)

$$V \text{ (gragea)} = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad (5.1.1)$$

Donde

$$R = \text{Radio del centro en cm} = 0.95 \text{ cm}$$

$R = (0.95 + r)$ donde r = radio incrementado por cada carga en cm por lo tanto el volumen de la gragea se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{4}{3} \pi (0.95 + r)^3 \quad (5.1.2)$$

Derivando V con respecto al tiempo se obtiene:

$$(dv/dt) = 4\pi (0.95 + r)^2 (dr/dt) \quad (5.1.3)$$

donde $(dr/dt) = 0.0058 \text{ cm}/10 \text{ minutos} = 5.8 \cdot 10^{-4} \text{ cm}/\text{min}$ y utilizando los datos experimentales que se encuentran en la tabla No. 3 del apéndice # 1, se obtiene que en la última carga aplicada

$$r = d/2 = 1.2 \text{ mm}/2 = 0.6 \text{ mm} = 0.06 \text{ cm}$$

Estos valores se substituyen en la expresión (5.1.3)

$$(dv/dt) = 4\pi (0.95 + 0.06)^2 \cdot (5.8 \cdot 10^{-4})$$

$$(dv/dt) = 7.43 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3/\text{min}$$

Determinándose que cada minuto al aplicarse el jarabe de grageado, la gragea incrementa su volumen en $7.43 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$ dentro de la paila de rotación.

Se asume que cada paila es cargada con 45 Kg de centros sin gragear los cuales tienen un peso promedio de 3.5 gr cada uno; con este dato se deduce que aproximadamente en una paila de grageado hay 13,000 centros.

Considerando los datos anteriores, se estimará el volumen total de jarabe utilizado (Q), la masa de jarabe utilizado (M) y finalmente la masa total de azúcar en el proceso de grageado (W).

$$Q = (7.43 * 10^{-3} \text{cm}^3/\text{min}) * (10 \text{ min/carga}) * (10 \text{ cargas})$$

$$Q = 0.743 \text{ cm}^3 * 13,000 \text{ centros}$$

$$Q = 9,659.00 \text{ cm}^3.$$

$$M = Q * \text{densidad de la solución de azúcar}$$

$$M = (9,659 \text{ cm}^3) * (1.148 \text{ gr/cm}^3)$$

$$M = 11,088.53 \text{ gr de jarabe utilizado para gragear el contenido de centros depositados en la paila de rotación.}$$

Las referencias bibliográficas (5) permiten conocer que las grageas duras, en este caso las grageas de goma para mascar, retienen entre 0.4 y 2.6% de humedad 24 horas después de finalizado el proceso de fabricación. Con esta información se puede estimar el peso de la capa de grageado (G). Antes de estimar el valor de (G) se procede a determinar la cantidad de azúcar seca utilizada para la preparación del jarabe (w) la cual se obtiene restándole el 20% de agua al peso de jarabe utilizado en el grageado (M).

$$W = 11,088.53 \text{ gr} - 11,088.53 \text{ gr} (0.20)$$

$W = 8,870.82 \text{ gr de azúcar} = 8.87 \text{ Kg de azúcar}$ utilizados en la preparación del jarabe de recubrimiento de los centros contenidos en una paila de rotación.

W es el contenido de azúcar seca en el jarabe de grageado pero se sabe que la capa de grageado retiene un porcentaje de humedad y se procede a calcular el peso total de la capa de grageado (G) de la manera siguiente:

$$G = 8,870.82 \text{ gr} + 8,870.82 \text{ gr} (0.026)$$

$$G = 9,101.46 \text{ gr} = 9.10 \text{ Kg de capa de grageado.}$$

Donde el valor 0.026 es el valor del porcentaje de humedad máximo permitido en una gragea, según la bibliografía consultada.

Con los valores anteriormente calculados, el peso total de las grageas dentro de las pailas de rotación (P), se calcula de la manera siguiente:

$$P = \text{peso de centros sin gragear} + \text{peso capa de grageado}$$

$$P = 45.00 \text{ Kg} + 9.10 \text{ Kg}$$

$$P = 54.10 \text{ Kg de producto terminado.}$$

Con el valor de P ya conocido se puede calcular el % en peso de la capa de grageado en el producto terminado:

$$\% \text{ en peso de la capa de grageado} = G/P * 100$$

$$\% \text{ en peso de la capa de grageado} = (9.10 \text{ Kg}/54.10 \text{ Kg}) * 100$$

$$\% \text{ en peso de la capa de grageado} = 16.82\%$$

El % calculado en el inciso anterior se encuentra dentro del rango sugerido por la bibliografía y los valores obtenidos en la tabla No. 1 del apéndice # 1 de datos experimentales.

Con los valores obtenidos en esta sección se encuentra dentro del rango sugerido por la bibliografía y los valores obtenidos en la tabla No. 1 del apéndice de datos experimentales.

Con los valores obtenidos en esta sección se puede definir el costo de la materia prima durante el proceso de grageado:

C = costo del azúcar utilizada

$$C = (8.87 \text{ Kg de azúcar seca/paila}) * (2.221 \text{ lb/Kg}) * (Q 110/100 \text{ lb})$$

C = Q 21.66/paila, si a este dato se agrega que la planta estudiada trabaja con 45 pailas de rotación, 24 horas, 6 días a la semana, produciendo 4 lotes de producto terminado el día; el costo total (CT) al mes será:

$$CT = (Q.21.66/\text{pailas}) * (45 \text{ pailas/lote}) * (4 \text{ lotes/día}) * (6 \text{ días/semana}) * (4 \text{ semanas/mes})$$

CT = Q.93,571.20/mes.

El dato anterior es el resultado de un proceso de cálculo iniciado con la determinación de un modelo matemático para representar la velocidad de cambio del volumen en función del tiempo (dv/dt) de una gragea:

$$(dv/dt) = 4\pi (R+r)^2(dr/dt) \quad (5.1.4)$$

5.2 Estimación del tiempo de grageado de un lote de centros de goma para mascar a partir de variables experimentales

La práctica y la teoría coinciden en mostrar que el tiempo de grageado de un lote de centros de goma para mascar está condicionado en gran medida por variables ambientales dentro de la sala de grageado (temperatura, humedad relativa) y la velocidad de rotación dentro de la paila. Otras variables como la temperatura del aire de secado y el ángulo de inclinación no deben ser descartados pero en el análisis que se presenta no son considerados ya que por las características técnicas del equipo utilizado estas variables permanecieron constantes no pudiéndose observar y medir su influencia en el tiempo de grageado de los distintos lotes de grageas medidos.

De los datos de la tabla No. 4 del apéndice # 1 se extraen los datos de temperatura de bulbo seco de la sala de grageado, % de humedad relativa en la

sala y la velocidad de rotación de la paila grageadora como variables independientes y el tiempo de grageado como variable dependiente para correlacionarlos todos en una ecuación de regresión múltiple, donde:

X = temperatura de bulbo seco (TBS) en °C

Y = % de humedad relativa en el aire de la sala de grageado.

Z = velocidad de rotación de la paila en rpm.

W = tiempo de grageado en horas.

La ecuación de regresión se obtiene aplicando el método de mínimos cuadrados en donde los puntos muestrales son:

$$(x_1, y_1, z_1, w_1), \dots, (x_n, y_n, z_n, w_n)$$

Por lo que los valores de w sobre el plano de regresión de mínimos cuadrados que corresponden a (x_1, y_1, z_1) ,....., (x_n, y_n, z_n) son respectivamente:

$$a + bx_1 + cy_1 + dz_1 , \dots, a + bx_n + cy_n + dz_n$$

Por lo que las desviaciones de w_1 ,....., w_n están dadas por

$$D_1 = a + bx_1 + cy_1 + dz_1 - w_1 , \dots, D_n = a + bx_n + cy_n + dz_n - w_n$$

Entonces la suma de los cuadros de las desviaciones es:

$$D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_n^2 = (a + bx_1 + cy_1 + dz_1 - w_1)^2 + (a + bx_2 + cy_2 + dz_2 - w_2)^2 \\ + \dots + (a + bx_n + cy_n + dz_n - w_n)^2$$

Ó bien

$$\Sigma D^2 = \Sigma (a + bx + cy + dz - w)^2$$

la cual es una función de a,b,c y d, es decir que:

$$F(a,b,c,d) = \Sigma (a + bx + cy + dz - w)^2 \quad (5.2.1.)$$

Cuyas derivadas parciales con respecto a a,b,c, y d son igualadas a cero para obtener un mínimo:

$$(dF/da) = \Sigma 2(a + bx + cy + dz - w), \quad (dF/db) = \Sigma 2x(a + bx + cy + dz - w)$$

$$(dF/dc) = \Sigma 2y(a + bx + cy + dz - w), \quad (dF/dd) = \Sigma 2z(a + bx + cy + dz - w)$$

donde:

$$\Sigma (a + bx + cy + dz - w) = 0$$

$$\Sigma (ax + bx^2 + cxy + dxz - xw) = 0$$

$$\Sigma (ay + bxy + cy^2 + dyz - wy) = 0$$

$$\Sigma (az + bxz + cyz + dz^2 - zw) = 0$$

Son las ecuaciones normales que permitirán calcular la ecuación de regresión múltiple al transformarlas:

$$\Sigma w = na + b\Sigma x + c\Sigma y + d\Sigma z$$

$$\Sigma xw = a\Sigma x + b\Sigma x^2 + c\Sigma xy + d\Sigma xz$$

$$\Sigma yw = a\Sigma z + b\Sigma xz + c\Sigma zy + d\Sigma z^2$$

Las sumatorias se tabulan y presentan en las tablas 1 y 2 del apéndice # 3 de datos calculados, transformándose las ecuaciones normales en el siguiente sistema de ecuaciones:

$$8a + 134b + 161c + 118d = 48.15$$

$$134a + 2412b + 2836c + 1880d = 845.85$$

$$161a + 2836b + 3475c + 2283d = 1008$$

$$118a + 1880b + 2283c + 1862d = 684.85$$

El cual es introducido en el programa de la calculadora Casio fx-5500I para su resolución, obteniéndose:

$$a = 2.57$$

$$b = 0.18$$

$$c = 0.05$$

$$d = -0.03$$

por lo que la ecuación de regresión múltiple que se obtiene es:

$$w = 2.57 + 0.18x + 0.05y - 0.03z \quad (5.2.2)$$

Con la cual se puede calcular el tiempo de grageado de un lote de grageas de goma para mascar a partir de las variables identificadas al inicio de esta sección y donde el ángulo de inclinación de las pailas es 45° y la temperatura del aire de secado es aproximadamente 55°C , según las especificaciones del equipo utilizado.

5.3 Estimación del tiempo de grageado en función del porcentaje de agua y la velocidad de rotación de la paila grageadora

En esta sección se hace una correlación de tipo múltiple entre el tiempo de grageado como variable dependiente, el porcentaje de agua en el jarabe de recubrimiento y la velocidad de rotación de la paila como variables independientes.

La ejecución del procedimiento descrito en la sección 4.4 de este trabajo proporciona los datos que se presentan en la tabla No. 5 del apéndice No. 1 y que se utilizan para el desarrollo de esta sección.

Se eligen como variables independientes, el porcentaje de agua en el jarabe de grageado por ser el agua el elemento a remover durante el proceso de grageado y la velocidad de rotación por ser la variable que proporciona el movimiento de las grageas que hace posible el proceso de grageado. Es de tomar en cuenta que en el proceso experimental utilizando la velocidad de rotación se mantiene constante al igual que otras variables pero puede ser modificada para todas las pailas sin alterar las otras variables que permanecen fijas.

La ecuación de regresión se obtiene aplicando el método de mínimos cuadrados al igual que en la sección anterior y la ecuación obtenida que representa esta nueva correlación múltiple es:

$$Z = a + bx + cy \quad (5.3.1)$$

Donde:

Z = tiempo de grageado en horas

Y = velocidad de rotación de la paila en rpm

X = porcentaje en peso del agua en el jarabe.

Y las ecuaciones normales son:

$$\Sigma z = na + b\Sigma x + c\Sigma y$$

$$\Sigma xz = a\Sigma x + b\Sigma x^2 + c\Sigma xy$$

$$\Sigma yz = a\Sigma y + b\Sigma xy + c\Sigma y^2$$

Los resultados derivados de computar las sumatorias involucradas en las anteriores ecuaciones se tabulan en la tabla No. 3 del apéndice No. 3 (datos calculados) y al conjuntarlos dan origen al siguiente sistema de ecuaciones:

$$5a + 150b + 1000c = 33.6$$

$$150a + 4750b + 3000c = 1058.75$$

$$1000a + 3000b + 2000c = 672$$

Sistema que es resuelto por el programa de la calculadora Casio fx-5500L:

$$a = 3.64 * 10^{-3}$$

$$b = 0.223$$

$$c = 1.82 * 10^{-3}$$

quedando la ecuación de regresión que correlaciona el tiempo de grageado (z) con el porcentaje de agua en el jarabe de grageado (x) y la velocidad de rotación de la paila de grageado (y) de la manera siguiente:

$$z = 3.64 * 10^{-3} + 0.223x + 1.82 * 10^{-4} y \quad (5.3.2)$$

cuando las condiciones ambientales de la sala de grageado eran:

temperatura del bulbo seco: 15°C

temperatura del bulbo húmedo: 6°C

% humedad relativa del aire en la sala de grageado: 15%

Al momento de iniciarse el grageado de las cinco pailas.

CONCLUSIONES:

1. La producción de grageas de goma para mascar se hace más eficiente si las variables de proceso son debidamente identificadas, medidas y evaluadas.
2. Las variables de proceso que el productor de grageas de goma para mascar debe tomar en cuenta son las siguientes: peso de las grageas a lo largo de todo el proceso, diámetro de las grageas y su variación, contenido de humedad en el aire alimentado a las pailas, condiciones ambientales dentro de la sala de grageado, velocidad de rotación de la paila, temperatura, viscosidad y concentración de azúcar en la solución de grageado.
3. El principal problema de los procesos de grageado reside en lograr la reducción del tiempo de grageado sin afectar la calidad de la capa de grageado.

RECOMENDACIONES:

1. Para evitar la mezcla del aire húmedo que se succiona de las pailas de grageado con el aire del ambiente dentro de la sala de grageado, es recomendable la instalación de un sistema que permita mantener bajo control la atmósfera dentro de la sala de grageado, es decir mantener bajo control la calidad del aire y la temperatura. Los resultados; una gragea de alta calidad y una reducción significativa de los tiempos de producción.
2. La instalación de sistemas automatizados para aplicar los jarabes de grageado es una opción que permite reducir costos de mano de obra y un mejor sistema de distribución del jarabe dentro de la paila. Estos sistemas para aplicar los jarabes de grageado exigen un mayor control de la concentración de azúcar en el jarabe, pH, viscosidad y temperatura para evitar la cristalización del jarabe dentro de los sistemas de aplicación.

BIBLIOGRAFÍA:

1. ALIKENIS, Jusstin. Candy Technology. Wesport Connecticut, U.S.A.:
Avi. Publishing Company Inc., 1979.
2. ANTONINO, Luis Gross. Técnica de elaboración moderna de confituras.
2da. Edición. Buenos Aires, Argentina: Editado por refinarias de maíz SAICF,
1972
3. GUTTERSON, M.. Confectionary Products Manufacturing Process,
New Jersey, U.S.A.: Noyes Developments Corporation. 1969.
4. MEINERS, A. & JOIKE, H. Manual para la industria confitera. West Germany:
Silesia- Essenzenfabrik Gerhard Hanke K.G., Abt. Fachbücherei, 1969.
5. MEINERS, A. & SSTOCK, K.W.. Manual especial para la fabricación de grageas.
Fachbücherei West Germany: Silesia-Essenzenfabrik Gerhard Hanke K.G., Abt.
1973.

APÉNDICE No. 1
(DATOS EXPERIMENTALES)

TABLA No. 1

RELACIÓN PESO CENTRO - PESO PRODUCTO FINAL

GRAGEAS DE GOMA PARA MASCAR

DIÁMETRO DE 20 mm

DIA	PESO CENTRO (gr)	PESO GRAGEA (gr)	% DE GRAGEADO
Lunes	349.78	420.03	16.72
Martes	345.24	414.02	16.61
Miércoles	356.13	424.75	16.04
Jueves	350.88	421.63	16.78
Viernes	350.09	421.24	16.82
Sábado	352.17	421.24	16.4

Cada muestra pesada consta de 100 unidades.

En todos los lotes observados se uso jarabe con 80% de azúcar.

TABLA No. 2

DIÁMETRO DE GRAGEAS DE GOMA PARA MASCAR

CON RESPECTO A LAS CARGAS DE JARABE APLICADO

(LOTE No. 1)

Carga de Jarabe	Diámetro Centro (mm)	Diámetro incrementado por carga
0	18.50	0.00 mm
1	18.63	0.13 mm
2	18.79	0.16 mm
3	18.89	0.10 mm
4	19.01	0.12 mm
5	19.18	0.17 mm
6	19.33	0.15 mm
7	19.45	0.12 mm
8	19.58	0.13 mm
9	19.72	0.14 mm
10	19.84	0.12 mm

TABLA No. 3

DIÁMETRO DE GRAGEAS DE GOMA PARA MASCAR

CON RESPECTO A LAS CARGAS DE JARABE APLICADO

(LOTE No. 2)

Carga de Jarabe	Diámetro Centro (mm)	Diámetro incrementado por carga
0	18.90	0.00 mm
1	19.01	0.11 mm
2	19.10	0.09 mm
3	19.23	0.13 mm
4	19.39	0.12 mm
5	19.51	0.12 mm
6	19.63	0.12 mm
7	19.77	0.14 mm
8	19.88	0.11 mm
9	19.98	0.10 mm
10	20.10	0.12 mm

TABLA No. 4

TEMPERATURA SALA DE GRAGEADO - TIEMPO

PROCESO DE GRAGEADO

LOTE	TBS (°C)	TBH (°C)	%HR	TPG	VRP
1	20	10.50	25	6.50	15
2	26	14.00	24	8.25	9
3	15	7.00	21	6.00	20
4	16	10.00	18	5.50	15
5	10	4.00	10	4.75	15
6	13	6.00	15	5.00	20
7	19	11.00	28	7.15	9
8	15	8.00	20	5.00	15

TBS = Temperatura del bulbo seco dentro de la sala de grageado.

TBH = Temperatura del bulbo húmedo dentro de la sala de grageado.

%HR = Porcentaje de humedad relativa (a partir del uso de carta psicrométrica) dentro de la sala de grageado.

TPG = Tiempo del proceso de grageado medido en horas.

VRP = Velocidad de rotación de la paila en rpm (revoluciones por minuto).

El jarabe utilizado en todos los lotes es una solución al 80% en peso de azúcar y cocida a 105° centígrados.

TABLA No. 5
RELACIÓN % DE AGUA EN EL JARABE DE GRAGEADO
Y EL TIEMPO DE GRAGEADO

Jarabe	% en peso de azúcar	% en peso de agua	Tiempo de grageado
1	80	20	5
2	75	25	5.75
3	70	30	6.45
4	65	35	7.5
5	60	40	8.9

Jarabes cocidos a 105° centígrados.

Velocidad de rotación de las pailas: 20 rpm (revoluciones por minuto).

APÉNDICE No. 2

**TABLAS UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN DE
PRODUCTOS DE CONFITERÍA**

TABLA No. 1

CONVERSION DE TEMPERATURAS

CELCIUS - FAHRENHEIT - RÉAUMUR

0° F = -17.7° C = -14.2° R

C	F	R	C	F	R	C	F	R
0	32.0	0.0	86	186.8	68.8	124	255.2	99.2
5	41.0	4.0	87	186.6	69.6	125	257.0	100.0
10	50.0	8.0	88	190.4	70.4	126	258.8	100.8
15	59.0	12.0	89	192.2	71.2	127	260.6	101.6
20	68.0	16.0	90	194.0	72.0	128	262.4	102.4
25	77.0	20.0	91	195.8	72.8	129	264.2	103.2
30	86.0	24.0	92	197.6	73.6	130	266.0	104.0
35	95.0	28.0	93	199.4	74.4	131	267.8	104.8
40	104.0	32.0	94	201.2	75.2	132	269.6	105.6
45	113.0	36.0	95	203.0	76.0	133	271.4	106.4
50	122.0	40.0	96	204.8	76.8	134	273.2	107.2
55	131.0	44.0	97	206.6	77.6	135	275.0	108.0
60	140.0	48.0	98	208.4	78.4	136	276.8	108.8
61	141.8	48.8	99	210.2	79.2	137	278.6	109.6
62	143.6	49.6	100	212.0	80.0	138	280.4	110.4
63	145.4	50.4	101	213.8	80.8	139	282.2	111.2
64	147.2	51.2	102	215.6	81.6	140	284.0	112.0
65	149.0	52.0	103	217.4	82.4	141	285.8	112.8
66	150.8	52.8	104	219.2	83.2	142	286.6	113.6
67	152.6	53.6	105	221.0	84.0	143	289.4	114.4
68	154.4	54.4	106	222.8	84.8	144	291.2	115.2
69	156.2	55.2	107	224.6	85.6	145	293.0	116.0
70	158.0	56.0	108	226.4	86.4	146	294.8	116.8
71	159.8	56.8	109	228.2	87.2	147	296.6	117.6
72	161.6	57.6	110	230.0	88.0	148	298.4	118.4
73	163.4	58.4	111	231.8	88.8	149	300.2	119.2
74	165.2	59.2	112	233.6	89.6	150	302.0	120.0
75	167.0	60.0	113	235.4	90.4	151	303.8	120.8
76	168.8	60.8	114	237.2	91.2	152	305.6	121.6
77	170.6	61.6	115	239.0	92.0	153	307.4	122.4
78	172.4	62.4	116	240.8	92.8	154	309.2	123.2
79	174.2	63.2	117	242.6	93.6	155	311.0	124.0
80	176.0	64.0	118	244.4	94.4	156	312.8	124.8
81	177.8	64.8	119	246.2	95.2	157	314.6	125.6
82	179.6	65.6	120	248.0	96.0	158	316.4	126.4
83	181.4	66.4	121	249.8	96.8	159	318.2	127.2
84	183.2	67.2	122	251.6	97.6	160	320.0	128.0
85	185.0	68.0	123	253.4	98.4			

TABLA No. 2
COMPARACIÓN ENTRE GRADOS
BRIX y BAUMÉ*

Brix	Baumé	Brix	Baumé	Brix	Baumé	Brix	Baumé
1.0	0.56	26.0	14.39	51.0	27.81	76.0	40.53
1.5	0.84	26.5	14.66	51.5	28.07	76.5	40.77
2.0	1.12	27.0	14.93	52.0	28.33	77.0	41.01
2.5	1.40	27.5	15.20	52.5	28.59	77.5	41.26
3.0	1.68	28.0	15.48	53.0	28.86	78.0	41.50
3.5	1.96	28.5	15.75	53.5	29.12	78.5	41.74
4.0	2.24	29.0	16.02	54.0	29.38	79.0	41.99
4.5	2.52	29.5	16.29	54.5	29.64	79.5	42.23
5.0	2.79	30.0	16.57	55.0	29.90	80.0	42.47
5.5	3.07	30.5	16.84	55.5	30.16	80.5	42.71
6.0	3.35	31.0	17.11	56.0	30.42	81.0	42.95
6.5	3.63	31.5	17.38	56.5	30.68	81.5	43.19
7.0	3.91	32.0	17.65	57.0	30.94	82.0	43.43
7.5	4.19	32.5	17.92	57.5	31.20	82.5	43.67
8.0	4.46	33.0	18.19	58.0	31.46	83.0	43.91
8.5	4.74	33.5	18.46	58.5	31.71	83.5	44.15
9.0	5.02	34.0	18.73	59.0	31.97	84.0	44.38
9.5	5.30	34.5	19.00	59.5	32.23	84.5	44.62
10.0	5.57	35.0	19.28	60.0	32.49	85.0	44.86
10.5	5.85	35.5	19.55	60.5	32.74	85.5	45.09
11.0	6.13	36.0	19.81	61.0	33.00	86.0	45.33
11.5	6.41	36.5	20.08	61.5	33.26	86.5	45.57
12.0	6.68	37.0	20.35	62.0	33.51	87.0	45.80
12.5	6.96	37.5	20.62	62.5	33.77	87.5	46.03
13.0	7.24	38.0	20.89	63.0	34.02	88.0	46.27
13.5	7.51	38.5	21.16	63.5	34.28	88.5	46.50
14.0	7.79	39.0	21.43	64.0	34.53	89.0	46.73
14.5	8.07	39.5	21.70	64.5	34.79	89.5	46.96
15.0	8.34	40.0	21.97	65.0	35.04	90.0	47.20
15.5	8.62	40.5	22.23	65.5	35.29	90.5	47.43
16.0	8.89	41.0	22.50	66.0	35.55	91.0	47.66
16.5	9.17	41.5	22.77	66.5	35.80	91.5	47.89
17.0	9.45	42.0	23.04	67.0	36.05	92.0	48.12
17.5	9.72	42.5	23.30	67.5	36.30	92.5	48.35
18.0	10.00	43.0	23.57	68.0	36.55	93.0	48.58
18.5	10.27	43.5	23.84	68.5	36.81	93.5	48.80
19.0	10.55	44.0	24.10	69.0	37.06	94.0	49.03
19.5	10.82	44.5	24.37	69.5	37.31	94.5	49.26
20.0	11.10	45.0	24.63	70.0	37.56	95.0	49.49
20.5	11.37	45.5	24.90	70.5	37.81	95.5	49.72
21.0	11.65	46.0	25.17	71.0	38.06	96.0	49.94
21.5	11.92	46.5	25.43	71.5	38.30	96.5	50.16
22.0	12.20	47.0	25.70	72.0	38.55	97.0	50.39
22.5	12.47	47.5	25.96	72.5	38.80	97.5	50.61
23.0	12.74	48.0	26.23	73.0	39.05	98.0	50.84
23.5	13.02	48.5	26.49	73.5	39.30	98.5	51.06
24.0	13.29	49.0	26.75	74.0	39.54	99.0	51.28
24.5	13.57	49.5	27.02	74.5	39.79	99.5	51.51
25.0	13.84	50.0	27.28	75.0	40.03	100.0	51.73
25.5	14.11	50.5	27.54	75.5	40.28		

* Para soluciones de azúcar.

TABLA No. 3

Peso volumétrico y contenido de azúcar en soluciones de azúcar

Grado Brix		Grado Baumé		Grados		Peso volumétrico 1 ltr. = ? Kg.	Gramos de azúcar en 1 l. de solución de azúcar a 15° C.	Gramos de azúcar en 1 kg de solución de azúcar a 15° C.	Porcentaje de azúcar en la solución
a 15° C.	hirviendo	a 15° C.	hirviendo	centígrado	reaumur				
10	1.5	5.5	1.4	100.4	80.2	1.039	104.0	100	10
20	12.9	11.3	7.5	100.6	80.5	1.082	216.0	200	20
30	23.1	16.8	13.1	101.0	80.8	1.129	339.0	300	30
40	33.3	22.3	18.9	101.5	81.2	1.179	472.0	400	40
45	38.5	25.0	21.6	101.7	81.3	1.206	543.0	450	45
47	40.5	26.1	22.7	101.8	81.4	1.216	572.0	470	47
50	43.5	27.7	24.3	102.0	81.6	1.233	616.5	500	50
52	45.6	28.8	25.4	102.2	81.7	1.245	648.0	520	52
54	47.6	29.8	26.4	102.4	81.9	1.256	678.0	540	54
56	49.6	30.9	27.5	102.6	82.1	1.269	711.0	560	56
58	51.7	31.9	28.5	102.8	82.2	1.282	744.0	580	58
60	53.7	33.0	29.6	103.0	82.4	1.295	777.0	600	60
62	55.7	34.0	30.6	103.5	82.8	1.307	810.0	620	62
64	57.8	35.1	31.7	103.9	83.2	1.321	845.0	640	64
66	59.8	36.1	32.7	104.6	83.6	1.333	880.0	660	66
68	61.8	37.1	33.7	105.5	84.4	1.348	916.0	680	68
70	63.9	38.1	34.7	106.5	85.2	1.361	952.0	700	70
72	65.9	39.1	35.7	107.1	85.7	1.376	990.0	720	72
74	67.9	40.1	36.7	107.8	86.2	1.389	1028.0	740	74
76	69.9	41.1	37.7	109.0	87.2	1.406	1069.0	760	76
78	72.0	42.1	38.7	111.0	88.8	1.420	1108.0	780	78
80	74.0	43.1	39.7	113.0	90.4	1.435	1148.0	800	80

Desprendido de: Fritz Münchow "Bonbon-Und drageeherstellung", 1959

TABLA No. 4

	More Sweet® DE	Puri- tose® DE	Jarabe de Glucosa convertido por ácidos DE	*Bé	Relación : azúcar-jarabe de glucosa es decir : % de jarabe de glucosa
Caramelos duros	-	-	40	43	100 : 60-90
Caramelos duros	43	-	-	43	100 : 150
Rellenos para caramelos duros	-	60	-	43	100%
Caramelos blandos masisos	43	-	40	43	100 / 100-200
Caramelos blandos recristalizados					
de estructura corta	43	-	40	43	100 : 60
Fondante	-	-	40	43	100 : 15-25
Masas espumosas ligeras	-	-	40	43	100 : 30-50
Masas espumosas ligeras	-	60	-	43	100 : 50-100
Masas espumosas pesadas	-	-	40	43	100 : 30-50
Jalea					
a) Jalea de Pectina	-	-	40	43	100 : 40
b) Jalea de Agar	-	60	40	43	100 : 50-60
Artículos de goma					
a) Goma arábica	-	-	40	43	100 : 35
b) Gelatina	43	-	40	43	100 : 100-120
Masas de mazapán	-	-	40	45	3.50%
Masas de persipán	-	-	40	45	5.00%
Otras masas de transformación	-	-	40	45	5 - 15%
Frutas confitadas	49	-	40	43	100 : 40
Goma de mascar	-	-	40	45	100 : 20

De Maizena Industrieprodukte GmbH., Hamburg.

TABLA No. 5

Análisis promedio de jarabe de glucosa (estos tipos de glucosa se fabrican por sacarificación en un solo escalón con ácidos).

Nombre comercial	Jarabe de Glucosa 43 licor	Jarabe de Glucosa 127	Jarabe de Glucosa 147
° Baumé (15.6° C.)	43	43	43
Índice de refracción (20° C.)	1.4914 - 1.4941	1.4914 - 1.4941	1.5027 - 1.5050
Índice de refracción (45° C.)	1.4864 - 1.4891	1.4864 - 1.4891	1.4978 - 1.4999
Peso específico (20° C.)	1.415 - 1.422	1.415 - 1.422	1.442 - 1.448
DE (% de azúcar reductor en materia seca calculado como D-Glucosa)	aprox. 40	aprox. 40	aprox. 40
Minerales (% H.B.)	menos de 0.30	menos de 0.30	menos de 0.30
pH	4.8 - 5.2	4.8 - 5.2	4.8 - 5.2
Sabor	dulce	dulce	dulce
Olor	neutral	neutral	neutral
Color	sin color	sin color	sin color
Composición aproximada de los hidratos de carbono en la materia seca (%)			
D-Glucosa	aprox. 17	aprox. 17	aprox. 17
Disacaridas (Maltosa)	aprox. 13	aprox. 13	aprox. 13
Oligosacaridas y polisacaridas	aprox. 70	aprox. 70	aprox. 70

de Maizena Industrieprodukte GmbH., Hamburg.

TABLA No. 6

Análisis promedio de jarabes de glucosa (estos tipos de glucosa se fabrican por sacarificación en un solo escalón con ácidos).

Nombre comercial	Jarabe de Glucosa NE	Jarabe de Glucosa BKII
Grado Baumé (15.6° C.)	44	43
Índice de refracción (20° C.)	1.4965 - 1.4986	1.4904 - 1.4925
Índice de refracción (45° C.)	1.4917 - 1.4940	1.4855 - 1.4876
Peso específico (20° C.)	1.428 - 1.433	1.412 - 1.418
D (% de azúcar reductor en materia seca calculado como D-Glucosa)	30 - 32	aprox. 60
Minerales (% H.B.)	menos de 0.30	aprox. 0.6
pH	4.8 - 5.2	4.5 - 5.0
Sabor	ligera- mente dulce	dulce, ligera- mente malteado
Olor	neutral	neutral
Color	sin color	amarillo hasta café claro
Composición aproximada de los hidratos de carbono en la materia seca (%)		
D-Glucosa	aprox. 11	aprox. 33
Disacaridas (maltosa)	aprox. 10	aprox. 30
Oligosacaridas y Polisacaridas	aprox. 79	aprox. 37

De Maizena Industrieprodukte GmbH., Hamburg.

TABLA No. 7

Análisis promedio de jarabe de glucosa (estos tipos de glucosa se fabrican por sacarificación en dos escalones con ácidos y enzimas).

	MOR SWEET® 1425	MOR SWEET® 1528	PURITOSE®
Nombre comercial	1425	1528	
° Baumé (15.6° C.)	aprox. 43	aprox. 43	aprox. 43
Índice de refracción (20° C.)	1.4904 - 1.4930	1.4903 - 1.4929	1.4904 - 1.4925
Índice de refracción (45° C.)	1.4854 - 1.4880	1.4853 - 1.4880	1.4855 - 1.4876
Peso específico (20° C.)	1.412 - 1.418	1.412 - 1.418	1.412 - 1.418
DE (% de azúcar reductor en materia seca calculado como D-Glucosa)	aprox. 43	aprox. 49	aprox. 60
Minerales (% H.B.)	menos de 0.25	menos de 0.25	menos de 0.25
pH	4.8 - 5.2	4.8 - 5.2	4.8 - 5.2
Sabor	dulce	dulce, malteado	dulce
Olor	neutral	neutral	neutral
Color	casi sin color	casi sin color	casi sin color hasta ligeramente amarillento
Composición aproximada de los hidratos de carbono en la materia seca (%)			
D-Glucosa	aprox. 6	aprox. 10	aprox. 31
Disacaridas (Maltosa)	aprox. 45	aprox. 52	aprox. 41
Oligosacaridas y polisacaridas	aprox. 49	aprox. 38	aprox. 28

de Maizena Industrieprodukte GmbH., Hamburg.

APÉNDICE No. 3
(DATOS CALCULADOS)

TABLA No. 1

CÁLCULO DE SUMATORIAS PARA DETERMINAR EL VALOR DE LAS CONSTANTES DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN

(5.2.2)

x^2	y^2	z^2	w^2	xy	xz	xw
400	625	225	42.25	500.0	300	130.00
676	576	81	68.06	624.0	324	214.50
225	441	400	36.00	315.0	300	90.00
256	324	225	30.25	270.0	240	88.00
100	100	225	22.56	100.0	150	47.50
169	225	400	25.00	195.0	260	65.00
361	784	81	51.12	532.0	171	135.85
225	400	225	25.00	300.0	225	75.00
$\Sigma=$ 2,412	$\Sigma=$ 3,475	$\Sigma=$ 1,862	$\Sigma=$ 300.24	$\Sigma=$ 2,836	$\Sigma=$ 1,970	$\Sigma=$ 845.85

TABLA No. 2

CÁLCULO DE SUMATORIAS PARA DETERMINAR EL VALOR DE LAS CONSTANTES DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN

(5.2.2)

yz	yw	zw
375	162.5	97.50
216	198.0	74.25
420	126.0	120.00
270	99.0	82.50
150	47.5	71.25
300	75.0	100.00
252	200.0	64.35
300	100.0	75.00
$\Sigma=$ 2,283	$\Sigma=$ 1,008	$\Sigma=$ 684.85

Fuente de datos: Tabla No. 4 del apéndice No. 1.

- x : Temperatura del bulbo seco en °C.
- y : % de humedad relativa en el aire de la sala de grageado
- z : Velocidad de rotación de la paila en revoluciones por minuto (rpm).
- w : Tiempo de grageado en horas.

TABLA No. 3

CÁLCULO DE SUMATORIAS PARA DETERMINAR EL VALOR DE LAS CONSTANTES DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN

(5.3.2)

x^2	y^2	z^2	xy	xz	yz
400	400	25.00	400.0	100.00	100
625	400	33.06	500.0	143.75	115
900	400	41.60	600.0	193.50	129
1225	400	56.25	700.0	265.50	150
1600	400	79.21	800.0	356.00	178
$\Sigma=$ 4,750	$\Sigma=$ 2,000	$\Sigma=$ 235.12	$\Sigma=$ 3,000	$\Sigma=$ 1,058.75	$\Sigma=$ 672

Fuente de datos: Tabla No. 5 del apéndice No. 1.

- x : Porcentaje en peso del agua en el jarabe de grageado.
- y : Velocidad de rotación de la paila en revoluciones por minuto (rpm).
- z : Tiempo de grageado en horas.

- b) La leyenda "Norma Guatemalteca Obligatoria" o "Norma Guatemalteca Recomendada" según el caso, centrada con respecto al recuadro.
- c) La fecha, colocada en el extremo derecho. Para las propuestas de normas, esta fecha, corresponderá a la fecha de aprobación por el Comité Técnico de Trabajo y para las normas aprobadas deberá ser la fecha de aprobación; dichas fechas deberán indicarse colocando el nombre del mes y el año que correspondan.

7.3.2 En el margen izquierdo de la primera página de la norma se deberá indicar, de acuerdo a las especificaciones de la norma COGUANOR NGO 4 002 la siguiente leyenda: "COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS (COGUANOR) MINISTERIO DE ECONOMIA GUATEMALA C.A."

7.3.3 Cuando una norma esté formada por mas de una página, se deberá colocar dentro del recuadro de la norma, en el extremo inferior derecho, la palabra "Continúa" dejando un espaciamiento entre letra y letra. La última página impresa de la norma será la única que no llevará dicha palabra, pero sí la frase "Ultima línea" al final del texto.

7.3.4 La numeración de todas las páginas de una norma, se hará colocando en el extremo superior derecho dos números separados por una diagonal, correspondiendo el primero al orden correlativo de las páginas, y el segundo al total de páginas del texto.

7.3.5 En el espacio disponible para anotaciones de aplicación, localizado en la parte inferior de la primera página de una norma, se podrá colocar información complementaria, por ejemplo, "Prohibida su reproducción total o parcial". (Véase la norma COGUANOR NGO 4 002).

7.3.6 La norma que sufra alguna modificación o se complete y corrija con adiciones o supresiones de forma o contenido, se deberá reimprimir anotando la fecha de la nueva aprobación y, debajo del número de la norma de la primera página, se deberá colocar la expresión "1ª. Revisión", "2ª. Revisión", y así sucesivamente, según le corresponda. En un párrafo colocado antes del capítulo del objeto de la norma, se deberá hacer constar que la

norma es una reimpresión con modificaciones, indicando además la fecha de impresión original, el historial de la misma y otras aclaraciones que se consideren pertinentes.

8. Características del texto de la norma

8.1 Redacción y composición mecanográfica.

8.1.1 La redacción del texto de la norma deberá ser en idioma español de acuerdo a lo establecido por la Real Academia Española; dicha redacción deberá ser concisa pero lo suficientemente clara para que permita solamente una interpretación, con excepción de lo indicado en el numeral 8.1.2.

8.1.2 Las palabras o expresiones que se requiera destacar dentro del texto, incluyendo las palabras o expresiones en otros idiomas sin traducción aceptada, y en general, todos los extranjerismos y localismos que son inevitables de emplear, se escribirán entre comillas. Podrán emplearse los tecnicismos aceptados sin estar entre comillas.

8.1.3 Cuando en el texto se aluda a una norma de origen extranjero no escrita en español, se escribirá el nombre o las siglas de la entidad que la edita, el título de la norma en idioma en que esté escrito y a continuación entre paréntesis, la traducción de dicho título.

8.1.4 La numeración y la composición mecanográfica del texto se deberá iniciar sin sangría y a 5 mm de distancia del recuadro, exceptuando los títulos de los capítulos y los numerales, en los cuales los números de identificación se colocan a 5 mm del recuadro pero la escritura se inicia a una distancia no menor de 25 mm del recuadro. Las fórmulas, las tablas, los cuadros y el ejemplo de la designación de un producto dado van centrados.

8.1.5 Las cantidades fraccionarias se deberán indicar, preferentemente, utilizando expresiones decimales, y sólo se usarán números quebrados en casos excepcionales; dicha regla se aplicará tanto en el texto de la norma como en los cuadros y tablas.

8.1.6 Para identificar las llamadas se deberá emplear la serie de los números naturales colocados entre paréntesis y el texto correspondiente a la llamada se deberá escribir al pie de la página, excepto cuando la llamada corresponda a un cuadro o tabla, en cuyo caso se deberá colocar inmediatamente debajo del mismo.

8.1.7 Los títulos de los capítulos deberá escribirse sólo con mayúsculas y no deberán llevar puntuación final ni estar subrayados. El subrayado se permite para destacar el nombre o título de las subdivisiones de un capítulo, en la forma siguiente: cuando la subdivisión es al segundo nivel, el subrayado debe realizarse desde el margen izquierdo a 5mm del recuadro, y si la subdivisión es a un tercer nivel y subsiguientes, el subrayado deberá iniciarse donde empieza el nombre o título de la subdivisión a destacar.

8.1.8 La composición mecanográfica del texto de las normas se deberá realizar utilizando un tipo de letra simple sin adornos, de cuerpo 10 ó 12, de acuerdo con las indicaciones contenidas en la norma COGUANOR NGO 4 002.

8.2 Unidades y simbología.

8.2.1 En el texto de la norma, en los cuadros y en las tablas se deberán utilizar solamente las unidades de medida establecidas por el Sistema Internacional de Unidades que se describe en la norma COGUANOR NGO 4 010 1ª. Revisión, con las excepciones que dicha norma contempla.

8.2.2 En el texto de la norma, en los cuadros y en las tablas se deberán usar solamente los símbolos de las magnitudes, de las unidades y de las dimensionales que se describen en las normas COGUANOR NGO 5 009 y COGUANOR NGO 4 010 1ª. Revisión, con las excepciones que ésta última contempla.

8.2.3 Si hubiere varios valores de medidas identificadas por un mismo símbolo, se deben diferenciar empleando subíndices.

8.2.4 Las unidades se expresan con un símbolo únicamente cuando van a continuación del número que indica la cantidad de la medida. Cuando en el texto de la norma se haga referencia a cualquier unidad en forma general, es decir, sin indicar un valor numérico, se deberá escribir el nombre completo de la unidad y no su símbolo; solamente en los cuadros o tablas se permitirá el uso de símbolos sin estar precedidos de un valor numérico.

9. Ordenación y numeración del contenido de la norma

9.1 El contenido del texto de la norma se deberá distribuir en capítulos que son las divisiones principales de la norma, los cuales a su vez podrán subdividirse en numerales. La numeración de las divisiones y subdivisiones se deberá realizar de acuerdo a las indicaciones descritas en la norma COGUANOR NGR 1 002, salvo en algunos casos que por conveniencia de presentación se prefiera identificar las subdivisiones con letras minúsculas seguidas del signo de cerrar paréntesis.

9.2 Capítulos de una norma de especificaciones. El contenido de una norma de especificaciones se deberá distribuir en los siguientes capítulos principales; sin embargo se podrá prescindir de los capítulos que no sean aplicables en algún caso en particular; o bien añadir otros capítulos necesarios para que la norma cubra perfectamente todos los aspectos del tema que se normaliza.

9.2.1 Objeto. Este capítulo deberá describir en forma resumida y clara, la finalidad para la cual se establece la norma.

9.2.2 Campo de aplicación. Este capítulo deberá establecer perfectamente los productos, materiales o servicios a los que se debe aplicar la norma, así como también los casos, circunstancias y condiciones en que su aplicación no es válida.

9.2.3 Normas COGUANOR a consultar. Este capítulo deberá contener un listado de todas las normas guatemaltecas que se deban consultar para que la interpretación de la norma sea completa. Las normas se identificarán por las siglas COGUANOR NGO o COGUANOR NGR, según corresponda, seguidas del número y título de la norma; el orden de colocación dentro del listado se establecerá de acuerdo a la numeración ascendente de las normas. Si no fuera necesario consultar normas adicionales, se hará constar este hecho con la siguiente expresión: "Para la aplicación de la presente norma guatemalteca no es necesaria la consulta específica de ninguna otra".

9.2.4 Definiciones. En este capítulo se deberán incluir aquellas definiciones que se consideren necesarias para asegurar la comprensión y correcta aplicación de la norma; cada definición deberá exponer con claridad y exactitud los caracteres genéricos y diferenciales de lo que se está definiendo.

9.2.5 Terminología. En este capítulo se deberá incluir la descripción de los términos normalizados de aplicación no general que pertenecen o son propios del tema en particular que se esté normalizando.

9.2.6 Clasificación y designación. En este capítulo se deberán indicar los tipos, clases, calidades, grados, categorías u otras formas de clasificación del objeto que se normaliza. También se deberá establecer la designación del objeto que se normaliza, en la forma mas corta posible, pero lo suficientemente clara y determinada para que baste por sí sola como referencia.

9.2.7 Especificaciones y características.

9.2.7.1 En este capítulo se especificarán las medidas, las características físicas y químicas, y las características de cualquier otra índole que debe cumplir el objeto que se normaliza. Este capítulo se podrá dividir en varios numerales con diferente título cada uno, dependiendo de los aspectos que abarquen los mismos.

9.2.7.2 Se deberán fijar las tolerancias permitidas para los casos en que se tengan suficientes elementos de juicio; las unidades de medida que se utilicen deberán ser las establecidas en el Sistema Internacional de Unidades (SI) que se describe en la norma COGUANOR NGO 4 010 1ª. Revisión, con las excepciones que dicha norma contempla.

9.2.7.3 En las subdivisiones o numerales de este capítulo podrán figurar las especificaciones y características en forma de tablas o cuadros, ordenando en tal forma su contenido que permitan una fácil interpretación y uso de los mismos.

9.2.7.4 Si los valores de un cuadro son límites que no deben ser rebasados, se pondrá en el encabezamiento de la columna en cuestión o en otro lugar apropiado, la palabra "máximo" o "mínimo" según corresponda al límite superior o inferior, respectivamente. Cuando el espacio así lo requiera, se podrán escribir las abreviaturas "máx." por máximo, y "min." por mínimo.

9.2.7.5 Las tablas y cuadros se identificarán en la parte superior con la palabra "Tabla" o "Cuadro", según corresponda seguida del número de orden que le corresponde y del título o nombre que describa su contenido; todo este texto debe ser subrayado. Se evitará en lo posible el fraccionamiento de las tablas y cuadros.

9.2.8 Materias primas y materiales. En este capítulo se deberán detallar las materias primas y materiales a emplear en la fabricación de cada elemento normalizado, los cuales se deberán identificar de acuerdo a su designación correspondiente; cuando sea necesario se podrá incluir alguna información relativa a las materias primas y materiales en algunos de los otros capítulos.

9.2.9 Muestreo. En este capítulo se deberá indicar el procedimiento a seguir para la toma de muestras o muestreo, o, si el caso lo justifica, se deberá hacer referencia a una norma que por aparte describa dicho procedimiento.

9.2.10 Métodos de prueba. En este capítulo se indicarán los métodos de prueba que se deben seguir para realizar los ensayos y análisis que especifica la norma. Si los métodos de prueba

están contenidos en normas aparte, se deberán mencionar sus correspondientes números y títulos, salvo en aquellos casos en que por la naturaleza y extensión del o los métodos puedan exponerse detalladamente en este capítulo, en cuyo caso también se deberán estructurar de acuerdo con las indicaciones mencionadas en el numeral 9.3.

9.2.11 Rótulo, envase y embalaje. En este capítulo se especificará la información que deberá indicarse en el rótulo tanto del envase como del embalaje, y además características de dicho rótulo. Además se deberá especificar el tipo, material y capacidad del envase, así como la forma más adecuada de embalar el producto que se normaliza.

9.2.12 Almacenamiento y transporte. En este capítulo se indicarán las condiciones que deberán cumplirse durante el almacenamiento y transporte del producto, o bien, se citarán las normas en las cuales se establecen estas condiciones.

9.2.13 Correspondencia. En este capítulo deberán indicarse la norma o normas nacionales y/o extranjeras que concuerdan con la norma que se ha preparado, indicándose si la concordancia es total o parcial, o si solamente se han tenido en cuenta para su redacción. Si la norma contiene información sustancial procedente de literatura técnica que no sea norma, se deberá incluir la referencia bibliográfica de tal literatura técnica; si la literatura técnica sólo sirvió para verificar información ya recopilada, se escribirá la expresión "literatura técnica".

9.2.14 Anexo. En este capítulo se incluirá aquella información que no teniendo relación directa con el objeto de la norma, se considera que sí es útil para complementar la correcta aplicación de la misma.

9.3 Capítulos de una norma de métodos de ensayo y análisis. El contenido de una norma de métodos de ensayo y análisis se deberá distribuir en los capítulos principales que siguen; sin embargo se podrá prescindir de los capítulos que no sean aplicables en algún caso en particular, o bien añadir otros capítulos necesarios para que la norma cubra perfectamente todos los aspectos del tema que se normaliza.

- 9.3.1 Objeto. Véase el numeral 9.2.1
- 9.3.2 Campo de aplicación. Véase el numeral 9.2.2
- 9.3.3 Normas COGUANOR a consultar. Véase el numeral 9.2.3
- 9.3.4 Definiciones. Véase el numeral 9.2.4
- 9.3.5 Terminología. Véase el numeral 9.2.5
- 9.3.6 Principio del método. En este capítulo se describirá en términos generales, en qué consiste o en qué se basa el método de ensayo o análisis.

9.3.7 Reactivos o materiales. En este capítulo se deberán indicar los reactivos o materiales que se requieran para la realización del análisis o ensayo, enumerándolos de acuerdo a su orden de utilización y, cuando sea necesario, se deberá indicar la forma de preparar los reactivos. Con la expresión "Reactivo para análisis" colocada en lugar apropiado, se indicará su calidad analítica.

9.3.8 Aparatos. En este capítulo se deberá especificar todos los aparatos, instrumental de laboratorio y utensilios necesarios para la realización del ensayo o análisis correspondiente.

9.3.9 Preparación y conservación de las muestras. En este capítulo se deberá describir el procedimiento de acondicionamiento y las características de almacenamiento de la muestra antes de someter a ensayo o análisis.

9.3.10 Procedimiento. En este capítulo se deberá indicar el procedimiento que se debe seguir al ensayo o análisis para que los resultados obtenidos sean comparables o reproducibles. Se tratará de fijar, en forma que no permita confusión, todos los detalles importantes del procedimiento, sin entrar a considerar aquellos que sean de naturaleza tan general que puedan considerarse como sobreentendidos. Para mayor claridad, se podrá describir el procedimiento subdividiéndolo en párrafos cortos que se numeran de acuerdo con las indicaciones descritas en la norma COGUANOR NGR 1 002 salvo en algún caso especial en que por conveniencia de presentación se prefiera identificar dichos párrafos con letras minúsculas seguidas del signo de cerrar paréntesis.

9.3.11 Expresión de los resultados. En este capítulo se establecerá la forma de expresar los resultados finales y como se obtienen dichos resultados, indicando, si las hubieren, las fórmulas o ecuaciones a emplear.

9.3.12 Informe del Ensayo o Análisis. Este capítulo deberá contener todos los datos necesarios para su correcta interpretación.

9.3.13 Correspondencia. Véase el numeral 9.2.13

9.3.14 Anexo. Véase el numeral 9.2.14

9.4 Capítulos de una norma de muestreo. Por ser el muestreo una operación muy compleja no se establecerá una estructura general fija de la norma de muestreo; en todo caso, la norma de muestreo podrá incluir los siguientes capítulos principales: objeto, campo de aplicación, normas COGUANOR a consultar, definiciones, terminología, procedimiento, correspondencia y anexo. Se podrá prescindir de los capítulos que no sean aplicables en algún caso en particular, o bien añadir otros que fueren necesarios para la correcta aplicación de la norma.

9.4.1 El contenido de los capítulos de la norma de muestreo es el mismo que se indica en el numeral 9.2 para los correspondientes capítulos. El capítulo de procedimiento, deberá indicar los pasos a seguir para tomar muestras que sean lo más representativas posible del lote de material o del producto en particular; para mayor claridad se podrá describir el procedimiento subdividiéndolo en párrafos cortos que se numeran de acuerdo con las indicaciones descritas en la norma COGUANOR NGR 4 002, salvo en algún caso especial en que por conveniencia de presentación se prefiera identificar dichos párrafos con letras minúsculas seguidas del signo de cerrar paréntesis.

9.5 Capítulos de una norma que cubra un aspecto en particular. El contenido de una norma que cubra un aspecto en particular, tal como nomenclatura, funcionamiento o comportamiento en servicio, transporte, terminología, o bien, cualquier otro aspecto, se debe distribuir en los capítulos que sean necesarios para que la norma cubra perfectamente el tema que se normaliza.

Nota: Como una guía pueden considerarse los capítulos establecidos para las normas de especificaciones y de métodos de ensayo y análisis. Véase numerales 9.2 y 9.3

9.6 Cualquier observación que se considere necesario mencionar para aclarar o ejemplificar el sentido o la aplicación de un capítulo o numeral en particular, se podrá incluir al final del mismo en forma de una o varias notas, subrayando la palabra Nota; en caso de varias notas, éstas deberán enumerarse de 1 en adelante colocando el número inmediatamente después de la palabra Nota. Ejemplos: Nota; Nota 1, Nota 2.

3.4.2 Calidad del aire

Respecto a las creación de normas técnicas de calidad del aire, existe un proyecto propuesto por CONAMA-BID, cuyo objetivo es la creación de normas técnicas que contribuyan con el mejoramiento del medio ambiente y cuyo fin principal es que realmente sean cumplidas, a partir de que dicha ley entre en vigor. ⁽¹¹⁾

TITULO I

De la calidad ambiental

CAPITULO I

Normas comunes

Artículo 1° . Deber de los ciudadanos. Es deber de todos los ciudadanos prevenir y controlar la contaminación ambiental, entendida ésta como la introducción o presencia en el ambiente de sustancias, elementos, compuestos, derivados químicos o biológicos, energía, etc., que de manera aislada o en combinación de ellos, por su concentración, intensidad o tiempo de permanencia en el ambiente sean capaces de producir alteración de las cualidades o características del ambiente o de sus elementos, de modo tal que sea perjudicial para la salud humana, la vida, la integridad de los ecosistemas o el mantenimiento de los procesos ecológicos principales.

Artículo 2° . Promoción y preservación de la calidad ambiental en los asentamientos humanos. Para la promoción y preservación de la calidad ambiental de los asentamientos humanos, será obligatorio asegurar una equilibrada relación con los elementos naturales que sirven de soporte y entorno, delimitando las áreas industriales, de servicios, residenciales, de transición urbano-rural, de espacios verdes y de contacto con la naturaleza.

Artículo 3°. **Aplicación de las disposiciones de este Título.** La aplicación de las disposiciones de este título será competencia de un Organismo de Prevención de Contaminación (OPC) destinado para tal efecto, que en coordinación con las instituciones del Estado y municipalidades:

- 1) Orientará el monitoreo y el control de las fuentes fijas y móviles de contaminación, los contaminantes y la calidad de los ecosistemas.
- 2) Emitirá estándares y normas de calidad de los ecosistemas, los cuales servirán como pautas para la normación y la gestión ambiental.
- 3) Emitirá las normas de tecnologías, procesos, tratamiento y estándares de emisión vertidos.
- 4) Emitirá normas sobre la ubicación de actividades contaminantes o riesgosas y sobre las zonas de influencia de las mismas.

Artículo 4°. **Prohibición de contaminación.** Se prohíbe la descarga o emisión de sustancias contaminantes a la atmósfera excepto en cumplimiento con las disposiciones contenidas en la presente Ley o a sus reglamentos y normas técnicas adoptadas a su amparo.

Artículo 5°. **Punibilidad de la contaminación.** Sólo es punible administrativa y penalmente la contaminación producida con infracción de los límites permisibles o de las normas, procesos y mecanismos de prevención, control, monitoreo o reparación establecidos en la presente ley y demás normas legales vigentes. El cumplimiento de dichas normas no exime al responsable de la obligación de desarrollar su actividad con responsabilidad, equidad y buena fe, evitando daños innecesarios a terceros o al ambiente al amparo del supuesto ejercicio regular de un derecho.

Artículo 6º. Responsabilidad por actos punibles bajo esta Ley. Toda persona es responsable por las emisiones o descarga de sustancias que puedan afectar la salud humana, poner en riesgo o causar un daño al ambiente, o afectar los procesos ecológicos esenciales o la calidad de vida de la población.

CAPITULO II

De la contaminación de la atmósfera

Artículo 7º. Contaminación atmosférica. Para la protección de la atmósfera, las autoridades competentes se basarán en los siguientes principios y criterios básicos:

- a) No podrán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar contaminación atmosférica o daños al medio ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y las disposiciones reglamentarias promulgadas a su amparo así como las normas técnicas expedidas por el OPC.
- b) Las emisiones de contaminantes de la atmósfera producidas por la operación de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles deben reducirse o controlarse, de manera que se asegure la calidad del aire conforme a las normas que la regulan, en salvaguardarla de la salud humana y del ambiente.

Artículo 8º. Reglamento para prevenir y controlar la contaminación atmosférica. El organismo Ejecutivo emitirá un Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosférica en el que, como mínimo, se dispondrá :

a) Lista de contaminantes y sus límites permisibles de exposición.

- 1) El Reglamento contendrá una lista de contaminantes atmosféricos cuyas emisiones causen o puedan contribuir a la contaminación atmosférica, y que razonablemente puedan

representar un riesgo a la salud o bienestar públicos, con el objeto de establecer límites permisibles de exposición primarios y secundarios de calidad de aire ambiental.

- 2) Para cada uno de estos contaminantes, se debe emitir una norma técnica que contenga los límites permisibles de exposición dentro del término de dos años a partir de su inclusión en esta lista. Este criterio debe reflejar el más reciente conocimiento científico y tecnológico que sea útil para establecer el tipo y la extensión de todos los efectos identificables sobre la salud humana y el bienestar público que puedan ser anticipados por la presencia de tal contaminante en el aire ambiental en cantidades variables.
- 3) En la misma norma técnica donde se expongan los límites permisibles de exposición para cada uno de los contaminantes de la lista, se debe publicar información sobre técnicas de control de contaminación atmosférica, la cual debe incluir datos relacionados con el costo de instalación y de operación, requerimientos energéticos, beneficios por reducción de emisiones y sobre el impacto ambiental de la implantación de tecnología de control de emisiones. Dicha información debe incluir datos tales como métodos alternos de prevención y control de contaminación atmosférica, según estén disponibles.
- 4) Esta lista de contaminantes atmosféricos y sus respectivos límites permisibles de exposición podrán ser revisados y modificados de tiempo en tiempo, a medida que avance la tecnología de control y se amplíen los conocimientos científicos.

b) Normas de Calidad de Aire Ambiental

- 1) El OPC emitirá, dentro de un término de dieciocho meses a partir de la publicación de lista a que se refiere el inciso a) de este Artículo, las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias y secundarias, para cada contaminante atmosférico para el cual se haya determinado un límite permisible de exposición.
- 2) Las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias, establecidas con base en el párrafo 1) de esta disposición, la constituirán los límites permisibles de exposición establecidos para

los contaminantes atmosféricos listados, cuya limitación de su presencia en la atmósfera y el posterior mantenimiento de sus niveles en el aire, a juicio del OPC, basados en tales límites y con un margen adecuado de seguridad, son requisitos para proteger la salud humana de cualquier efecto adverso conocido o anticipado asociado con la presencia de tal contaminante en la atmósfera.

- 3) Las Normas de Calidad de Aire Ambiental secundarias, establecidas con base en el párrafo 1) de esta disposición, especificarán los límites permisibles de exposición establecidos para los contaminantes atmosféricos listados, cuya limitación de su presencia en la atmósfera y el posterior mantenimiento de sus niveles en el aire, a juicio del OPC, basado en tales límites, es requisito para proteger el bienestar público de cualquier efecto adverso conocido o anticipado asociado con la presencia de tal contaminante en la atmósfera.

c) Planes de Implementación Regionales.

El reglamento incluirá disposiciones sobre planes regionales para la implementación, mantenimiento y cumplimiento de las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias y secundarias en cada región del país, pero estas disposiciones tendrán vigencia dentro de un término de dieciocho meses a partir de la promulgación de las Normas de Calidad de Aire Ambiental a que se refiere el inciso anterior. Cada plan de implementación regional, deberá contemplar, como mínimo lo siguiente: límites permisibles de emisión de contaminantes atmosféricos; medidas, medios y técnicas de control, itinerarios para el logro del estándar; establecimiento y operación de instrumentos, mecanismos, sistemas y procedimientos necesarios para monitorear, compilar y analizar datos y muestras del aire en el ambiente; un programa de medidas para lograr el cumplimiento de los límites permisibles de emisión establecidos y la regulación de las modificaciones y construcciones de cualquier fuente estacionaria dentro del área cubierta por el plan de implementación regional mientras sea necesario para asegurar que las Normas de Calidad de Aire Ambiental establecidas para un contaminante en particular sean cumplidas; y proveer mecanismos de consulta y de participación a todos los departamentos y municipalidades afectadas por el plan de implementación regional.

ch) Permisos y Licencias

El Reglamento establecerá un procedimiento de permisos y licencias que regule el control de la contaminación atmosférica, y que contenga, como mínimo, lo siguiente:

- 1) Disposiciones para prohibir emisiones de contaminantes atmosféricos que puedan contribuir al incumplimiento o puedan interferir con el mantenimiento de las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias y secundarias establecidas en cada región;
- 2) Disposiciones para prohibir emisiones de contaminantes atmosféricos que interfieran o puedan interferir con las medidas establecidas en cada Plan de Implementación Regional para prevenir el deterioro significativo de la calidad del aire o para proteger la visibilidad;
- 3) Disposiciones para requerir de cada propietario y/u operador de una fuente de emisión estacionaria, la instalación, mantenimiento y el reemplazo de equipos y la implantación de otras medidas necesarias para monitorear las emisiones de tales fuentes y para el control de la contaminación atmosférica.
- 4) Disposiciones para requerir de los propietarios y/u operadores de tales fuentes a someter ante el OPC o a las personas que éste designe, informes periódicos sobre la naturaleza y cantidades de emisiones y datos relacionados con tales emisiones de dichas fuentes;
- 5) Disposiciones para requerir de los propietarios y/o operadores de fuentes de emisión estacionarias, la preparación y realización de modelajes de calidad de aire tantas veces como sea necesario con el propósito de predecir los efectos en el aire ambiental de cualesquiera emisiones de cualquier contaminante de aire para el cual se haya establecido un estándar de Normas de Calidad de Aire Ambiental, así como la presentación de los datos relacionados con la realización de tales modelajes.
- 6) Disposiciones para requerir del dueño y/u operador, como precondition a la obtención de su permiso o licencia el pago de un derecho razonable que sea suficiente para cubrir los costos razonables por revisar y actuar sobre cualquier solicitud de permiso en un término razonable de tiempo y, en caso de que esa solicitud sea aprobada, los costos razonables por implantar y

poner en vigor los términos y condiciones de tal permiso (sin incluir los costos por cualquier acción administrativa, civil o penal resultantes de alguna infracción).

d) Normas de Funcionamiento de Nuevas Fuentes Estacionarias.

- 1) Dentro de determinado tiempo a partir de la aprobación de esta ley, mediante la emisión de una norma técnica, el OPC publicará una lista de categorías de fuentes estacionarias. Tales categorías serán incluidas, si a juicio del OPC, causan o contribuyen significativamente a la contaminación atmosférica que razonablemente pueda causar efectos adversos sobre la salud humana o al bienestar público.
- 2) Dentro del término de un año a partir de la publicación de la lista de categorías de fuentes estacionarias, el OPC publicará normas técnicas donde se propongan reglas de funcionamiento para nuevas fuentes en cada categoría. El OPC proveerá un término razonable de tiempo, que no excederá de noventa días al público en general y a las personas con interés para que sometan sus comentarios por escrito en cuanto a los reglamentos, previo a su promulgación. Luego de considerar tales comentarios, dentro del término de un año a partir de la publicación de las normas técnicas propuestas, el OPC procederá a emitir las normas de funcionamiento para nuevas fuentes, con los cambios pertinentes. Estas categorías deberán ser revisadas cada ocho años como mínimo, o cuando surja nueva información que justifique su revisión. Las normas de funcionamiento y sus revisiones serán efectivas inmediatamente a su promulgación.
- 3) A partir de la promulgación de estas normas técnicas, cualquier modificación a una fuente existente la convertirá en una nueva fuente sujeta a las normas de funcionamiento establecidas por el OPC. Asimismo, a partir de la promulgación de las normas de funcionamiento para nuevas fuentes o fuentes modificadas, se prohíbe que cualquier dueño y/u operador de cualquier fuente nueva opere tal fuente en violación de las normas de funcionamiento aplicables a dicha fuente.

- 4) El OPC podrá distinguir entre las clases, tipos, y tamaños de las nuevas fuentes con el propósito de establecer sus normas de funcionamiento. Asimismo, el OPC podrá, de tiempo en tiempo, emitir información sobre técnicas de control de contaminación para las categorías de nuevas fuentes y contaminantes de aire sujeto a las disposiciones de este inciso.
- 5) Estas categorías podrán además formar parte de el Plan de implementación Regional como medida para asegurar el mantenimiento de las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias y secundarias en todas las regiones del país.

e) Contaminantes atmosféricos peligrosos

- 1) El OPC establecerá, dentro de un término de dieciocho meses a partir de la aprobación de esta Ley, mediante la emisión de una norma técnica, una lista de contaminantes atmosféricos peligrosos, cuyas emisiones causen o puedan contribuir a la contaminación atmosférica. Esta lista podrá ser revisada de tiempo en tiempo, y el OPC podrá reglamentar todo lo concerniente a la inclusión o eliminación de contaminantes en particular de la lista, sujeto a requerimientos de participación pública y datos científicos que sostengan la determinación.
- 2) El OPC establecerá, dentro de un término de dieciocho meses a partir de la aprobación de esta Ley, un listado de categorías de fuentes estacionarias de emisión de contaminantes atmosféricos peligrosos, tanto nuevas como existentes. Para cada categoría, el OPC podrá emitir, mediante reglamentación, los estándares de emisión para fuentes nuevas o existentes, que requieran la aplicación de tecnología de control máximo alcanzable para reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos peligrosas.

f) Prevención del Deterioro Significativo del Aire

Cada Plan de Implementación Regional que se prepare con arreglo a las disposiciones del inciso c) de este Artículo contendrá además, límites de emisión y otras medidas que sean

necesarias, incluyendo la limitación de emisiones utilizando la mejor tecnología de control disponible que alcance el grado máximo de reducción de cualquier contaminante atmosférico, a ser determinadas mediante reglamentación, para prevenir el deterioro significativo de la calidad del aire en cada región definida como de logro con las Normas de Calidad de Aire Ambiental o sin clasificar, de acuerdo con las disposiciones del inciso c) antes citado.

g) Mecanismos para el intercambio y mercadeo de límites permisibles de emisión

El OPC queda facultado para incluir en el Reglamento y en las normas técnicas, incentivos a los dueños y/u operadores de fuentes de emisión atmosférica para que reduzcan las emisiones de contaminantes a la atmósfera; asimismo, queda facultada para permitir el libre intercambio de límites permisibles de emisión entre las personas, incluyendo la libre compraventa de derechos de emisión de contaminantes, sujeto a los límites establecidos en cada Plan de Implementación Regional.

h) Areas definidas como de no logro en general

- 1) Areas definidas como de no logro son aquellas que no cumplen con los límites permisibles de exposición de las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias y secundarias establecidas de acuerdo a la lista de contaminantes establecida en el inciso a) de este Artículo.
- 2) Si, de acuerdo al inciso b) de este Artículo, el OPC encuentra que algún área del país no cumple con los límites permisibles de exposición para uno o más contaminantes atmosféricos establecidos bajo el citado inciso a) de este Artículo, el OPC convocará a las autoridades departamentales y municipales, según se trate, para que en conjunto, procedan a preparar un Plan de Implementación Regional con el objeto de lograr cumplimiento con los límites permisibles de exposición determinados en las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias o secundarias que estén siendo violadas.

3) Dicho Plan de Implementación Regional contendrá, como mínimo, un plan para la implantación de todas las medidas de control razonablemente disponibles (incluyendo la reducción en emisiones de fuentes existentes en el área que pueda ser obtenido mediante la aplicación de tecnología de control razonablemente disponible); un plan para la reducción gradual por año del nivel del contaminante atmosférico de que se trate hasta alcanzar el límite permisible de exposición establecido como mínimo en las Normas de Calidad de Aire Ambiental secundario; un inventario comprensivo, preciso y actualizado de todas las fuentes de emisión que puedan contribuir a que no se cumplan con los límites permisibles de exposición de las Normas de Calidad de Aire Ambiental de que se trate en esa área en particular; una identificación y cuantificación de todas las emisiones de dicha área; y un plan para establecer límites tecnológicos a fuentes nuevas que alcancen la tasa menor de emisión obtenible, o sea, la más estricta limitación de emisiones que esté contenida en el Plan de Implementación Regional para las distintas clases y categorías de fuentes estacionarias, o que sea alcanzada en la práctica por las clases y categorías de fuentes estacionarias. Aquellas fuentes existentes que posean permisos deberán conformar sus fuentes de la manera establecida en el Plan de Implementación Regional.

4) El OPC, junto con las autoridades departamentales y municipales de que se trate, previo a la implantación del Plan de Implementación Regional de que se trate obtendrá los comentarios y la participación del público y de toda persona con interés, y considerarán sus opiniones antes de tomar una determinación final.

i) Control de fuentes móviles

El OPC deberá emitir, en un plazo no mayor de un año a partir de la aprobación de esta ley, las normas técnicas necesarias para el control de la contaminación atmosférica por fuentes móviles.

j) Control de otras fuentes

El OPC queda facultado para investigar y controlar cualquier otra causa o fuente de contaminación atmosférica.

Artículo 9º. Fumigación de agroquímicos. La fumigación aérea con agroquímicos, será regulada por la autoridad competente, estableciendo distancias y concentraciones de aplicación, considerando además la existencia de poblados, caseríos, centros turísticos y fuentes de agua.

3.4.3 Reglamento para el control de emisiones de los vehículos automotores

El reglamento para el control de emisiones de los vehículos automotores según acuerdo gubernativo No. 14-97, está vigente a partir de su publicación el 4 de Febrero de 1997, dando como plazo un año para ajustar los motores y obtener el certificado de control de emisiones.⁽¹²⁾

Artículo 1. Obligatoriedad. Para que un vehículo automotor pueda circular por las vías públicas, es obligatorio que posea el respectivo Certificado de Control de Emisiones, la Calcomanía de control de Emisiones y que su automotor no emita niveles de contaminación que excedan los límites permisibles establecidos en este Reglamento. (Ver ANEXO 1) se fija el plazo de un año, contado a partir del día en que cobre vigencia este Reglamento, para que se obtenga el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones o en su caso se ajusten o reparen los vehículos automotores para cumplir con las disposiciones de este artículo.

Se exceptúan de la aplicación del presente Reglamento los tractores y maquinaria agrícola, industrial y de construcción diseñados para uso fuera de carretera, los vehículos de carreras y las motocicletas con motor de cuatro tiempos.

Artículo 2. Prohibición Especial. A partir del uno de enero de mil novecientos noventa y ocho se prohíbe el ingreso al país, de vehículos automotores con motores de dos tiempos que utilicen combustible gasolina y que no estén equipados con sistema de autolubricación.

Se prohíbe la circulación de vehículos automotores con motor de dos tiempos ingresados al país en forma definitiva a partir del uno de enero de mil novecientos noventa y ocho en adelante, que no tengan un sistema de autolubricación en perfecto estado de funcionamiento.

Artículo 3. Sistema de Control de Emisiones. Todos los vehículos automotores que ingresen al país a partir de la fecha de vigencia de este Reglamento deben contar con un sistema de control de emisiones en perfecto estado de funcionamiento.

CAPITULO II

DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTROLES DE EMISIONES

Artículo 4. Comisión de Control de Emisiones. Para los efectos de aplicación del presente Reglamento, se nombrará una Comisión de Control de Emisiones, que se integrará de la siguiente forma: un representante de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, quién la presidirá; un representante del Departamento de Tránsito; un representante del sector privado organizado vinculado con la actividad automotriz; dos asesores nombrados por la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Los integrantes de la Comisión de Control de Emisiones y los asesores nombrados, devengarán dietas que se fijarán a través de CONAMA.

Artículo 5. Autorización de los Centros de Control de Emisiones y de las Empresas Controladores. La Comisión de Control de Emisiones autorizará la operación de los Centros de Control de Emisiones y de una o varias Empresas controladores que cumplan con las disposiciones del presente Reglamento, dentro de los tres meses posteriores a su vigencia, asignándole a cada uno su respectivo código de autorización.

La verificación del funcionamiento de los vehículos automotores en lo referente a las emisiones de gases y partículas, se efectuará a través de uno o varios Centros de Control de Emisiones, y/o Empresas Controladores Privadas.

Los Centros de Control de Emisiones autorizados para realizar las pruebas de emisiones vehiculares podrán realizar trabajos de reparación o de mantenimiento de vehículos.

Artículo 6. Requisitos para Operaciones de los Centros de Control de Emisión. Los Centros de Control de Emisiones deberán estar debidamente autorizados conforme las normas



del presente Reglamento y presentar la respectiva patente de comercio, el número de contribuyente al Impuesto al Valor Agregado -IVA- y contar con una planta física adecuada y con equipos autorizados por la Comisión de Control de Emisiones, en adecuado estado de funcionamiento y calibración constante, para la medición de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), bióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂), para el control de emisiones de los motores que funcione con combustible diesel. Estos equipos deberán transmitir e imprimir automáticamente y sin interferencia humana los datos resultantes de las mediciones.

Artículo 7. Revisión de los Equipos para la Medición de Contaminantes. La calibración de los equipos para la medición de contaminantes de diesel y gasolina deberá realizarse en forma periódica, por lo menos una vez al mes, bajo la supervisión de la o las Empresas Controladores a que se refiere el presente Reglamento.

Artículo 8. De la Planta Física y Personal Técnico. Los Centros de Control de Emisiones deberán contar con una adecuada planta física y con personal técnicamente calificado y certificado para el manejo de los equipos y la realización de las pruebas de control de emisiones.

Los Técnicos autorizados para realizar pruebas de control de emisiones de gases deberán estar inscritos en el Registro de Técnicos, que para el fin levante la Comisión de Control de Emisiones. Además, deberán asistir a los cursos técnicos que la Comisión de Control de Emisiones requiera y aprobarlos.

Artículo 9. Expedición del Certificado de Control de Emisiones. Después de realizar cada prueba de control de emisiones, el Centro de Control de Emisiones que la realice extenderá un Certificado de Control de Emisiones, en donde se indicarán los niveles de emisiones del vehículo, los cuales serán impresos automáticamente. Adicionalmente, extenderá una Calcomanía de Control de Emisiones.

El técnico autorizado que realice la prueba deberá firmar y sellar el Certificado de Control de Emisiones bajo su responsabilidad.

El Certificado de Control de Emisiones se hará en formato único diseñado por la Comisión de Control de Emisiones y contendrá los siguientes datos: número de certificado, número de la Calcomanía, código de autorización del taller, año modelo, fecha de ingreso del vehículo al país, fecha de emisión del certificado, fecha de vencimiento del certificado, número de identificación del vehículo, número de placa del vehículo, kilometraje del vehículo, tipo de combustible utilizado por el motor, nombre del responsable respectivo Centro de Control de Emisiones que emite el certificado y espacio para un sello y para la firma del técnico responsable.

Artículo 10. De la Calcomanía del Control de Emisiones. La Calcomanía del Control de Emisiones se hará en formato único diseñado por la Comisión de Control de Emisiones con numeración corrida.

La Comisión Nacional del Medio Ambiente será la encargada de contratar la impresión de los Certificados y las Calcomanías de Control de Emisiones y distribuirlos a los Centros de Control de Emisiones.

La Calcomanía de Control de Emisiones deberá ser colocada en la esquina inferior derecha del vidrio delantero del vehículo

Artículo 11. El Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones. Tendrán validez de un año, excepto para aquellos vehículos dedicados al transporte comercial o colectivo de personas, para los cuales tendrán validez de seis meses. Estos deberán obtenerse durante el mes del año correspondiente al de la emisión de la tarjeta de solvencia y seis meses después en el caso de aquellos dedicados al transporte comercial o colectivo de personas. Los propietarios de los vehículos que son llevados a revisión en el mes que les corresponde pero no obtienen el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones podrán regresar en un mes distinto al indicado.

Artículo 12. De la Supervisión y el Control de los Centros de Control de Emisiones. La supervisión y el control de los Centros de Control de Emisiones se hará por medio de una o varias empresas controladoras privadas autorizadas por la Comisión Nacional del Medio

Ambiente, previa recomendación técnica y evaluación de la Comisión de Control de Emisiones, que redactará el contrato conteniendo las normas técnicas dentro de los tres meses posteriores a la vigencia de este Reglamento.

Artículo 13. Del Procedimiento de los Controles en los Vehículos. Las empresas controladoras estarán encargadas de realizar selectivamente, controles en las vías públicas a los vehículos. En estos controles se exigirán el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones los que se harán sin costo alguno para el usuario y se hará una prueba de emisiones, utilizando para ello equipos de medición que impriman los datos automáticamente y sin interferencia humana. Los funcionarios de la empresa controladora se harán acompañar por uno o varios agentes del Departamento de Tránsito quienes estarán encargados de hacer el alto a los vehículos a los cuales se harán las pruebas de emisiones y en caso de infracción apoyar a los funcionarios de la empresa controladora.

En este caso, el agente del Departamento de Tránsito o policía emitirá la multa respectiva, además de retener las placas de circulación del vehículo, si se produce infracción en cuanto a emisiones de acuerdo con el resultado de la medición de las mismas. El infractor deberá corregir el estado del vehículo y contará con un plazo de quince días para presentar a la empresa controladora el Certificado de Control de Emisiones, obteniendo en cualquiera de los Centros de Control de Emisiones. La empresa controladora podrá realizar nuevamente un control de emisiones para verificar el buen estado del vehículo. La empresa controladora, previa exhibición del Certificado de Control de Emisiones y del comprobante de pago de la multa respectiva, devolverá las placas de circulación retenidas.

Las sanciones establecidas en este Reglamento serán impuestas por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, ante la cual deberá cursarse la denuncia.

El recibo de la multa deberá ser acompañado de la impresión de la prueba de emisiones que se realice.

Artículo 14. Funciones de la Comisión de Control de Emisiones. La Comisión de Control de Emisiones, tendrá las siguientes funciones:

- a) Establecer los procedimientos técnicos y administrativos necesarios para la aplicación del presente Reglamento, incluyendo las autorizaciones y los contratos de los Centros de Control de Emisiones y de las Empresas Controladoras, así como el diseño, impresión y distribución de los certificados y calcomanías de control de emisiones;
- b) Mantener una relación de coordinación permanente con los entes públicos y privados dedicados a la preservación del medio ambiente y también con aquellos dedicados a hacer otro tipo de control de los vehículos tales como verificaciones para internar los vehículos al país, inspecciones de seguridad y otras;
- c) Proponer revisiones de los límites permisibles con el objeto de actualizarlos de acuerdo a los cambios de tecnología. En el caso del humo (partículas), monóxido de carbono (CO) y de los hidrocarburos (HC) estos límites solamente podrán ser menores que los establecidos en este Reglamento. Esta restricción no se aplica en el caso del bióxido de carbono (CO₂); y
- d) Las demás funciones que sean necesarias para la aplicación del presente Reglamento.

Artículo 15. Prohibiciones para los Vehículos con Motor de Diesel. Se prohíbe que los vehículos automotores que utilicen combustible diesel para su funcionamiento, o bien diesel mezclado con otros combustibles, emitan humo (partículas) que excedan los siguientes límites:

- D) Los vehículos ingresados al país antes del uno de enero de del año 2,000, y durante su funcionamiento no deberán emitir humo cuya capacidad exceda los porcentajes a continuación indicados, o su factor $k(m-1)$ equivalente en cada caso, así:
 - a) Para los vehículos cuyo peso bruto sea menor que 3.5 toneladas métricas, el nivel máximo de opacidad permitida es de 70%, excepto para aquellos vehículos que funcionan con

motores diesel turboalimentados, cuyo límite de emisión no podrá superar el 80% de opacidad.

- b) Para los vehículos cuyo peso bruto sea mayor o igual 3.5 toneladas métricas, el nivel máximo de opacidad permitida es de 70%.

La medición de la opacidad para los vehículos mencionados en los incisos a) y b) de este artículo deberá realizarse por medio de equipos con opacímetros de flujo parcial y bajo el procedimiento de aceleración libre, tomando en cuenta el factor de corrección por altura con referencia al nivel del mar en el lugar donde se realice la medición.

Artículo 16. Prohibiciones para Vehículos con Motor de Ignición por Chispa. Se prohíbe que los vehículos automotores provistos con motor de ignición por chispa que utilicen combustible gasolina, gas, alcohol u otras sustancias para su funcionamiento, cualquiera que sea su tipo o peso, emitan gases contaminantes que excedan los límites establecidos seguidamente así:

- a) Los vehículos ingresados en forma definitiva al país antes del uno de enero de 1995, durante su funcionamiento no deberán emitir gases contaminantes fuera de los límites a continuación indicados:

No deben producir emisiones que excedan al 4.5% de monóxido de carbono (CO) del volumen total de gases, ni 600 ppm (partes por millón) de hidrocarburos (HC). Tampoco podrán emitir bióxido de carbono (CO₂) en cantidades inferiores al 10.5% del volumen total de gases.

- b) Los vehículos ingresados al país a partir del uno de enero de 1995 en forma definitiva, durante su funcionamiento no deberán emitir gases contaminantes afuera de los límites a continuación indicados:

No deben producir emisiones que excedan al 0.5% de monóxido de carbono (CO) del volumen total de gases, ni 125 ppm (partes por millón) de hidrocarburos (HC). Tampoco podrán emitir bióxido de carbono (CO₂) en cantidades inferiores al 12% del volumen total de gases.

Las mediciones de gases para los vehículos mencionados en los incisos a) y b) de este artículo deberán realizarse dos veces y en ninguna oportunidad podrán sobrepasar los límites establecidos en estos mismos incisos; la primera medición se realizará en ralentí a no más de 1,000 r.p.m.(revoluciones por minuto del motor); la segunda a una velocidad entre las 2,200 y las 2,700 r.p.m., con un período de espera de 15 segundos después de la aceleración para la toma de estas muestras.

Además, tales mediciones se realizarán con el motor funcionando a temperatura normal y siguiendo las especificaciones del fabricante del equipo de medición, tomando en cuenta el factor de corrección por altura con referencia al nivel del mar en el lugar donde se realice la medición.

Artículo 17. Reparación de los Vehículos por Incumplimiento del Presente Reglamento.

En caso de que un vehículo no cumpla con los niveles permisibles de emisiones, deberá ser reparado previo a obtener el certificado de Control de Emisiones. Para el efecto, el propietario estará en libertad de reparar el vehículo donde así lo desee antes de someterlo nuevamente a revisión de emisiones en alguno de los Centros de Control de Emisiones.

CAPITULO III

SANCIONES

Artículo 18. Multas por Remoción del Sistema de Control de Emisiones. Los propietarios de los vehículos que remuevan cualquier parte del sistema de control de emisiones del mismo serán sancionados con una multa de Dos Mil Quinientos Quetzales (Q2,500.00).

Artículo 19. Multas por Exceso en los Valores de Emisiones Permisibles. Los propietarios de los vehículos que excedan los valores de emisiones permisibles en las revisiones selectivas que realice las Empresas Controladoras, así como los propietarios de los vehículos que se encuentren circulando sin el correspondiente Certificado o Calcomanía de Control de Emisiones, serán sancionados así:

- a) Los vehículos livianos cuyo peso bruto sea menor de 3.5 toneladas métricas serán sancionados con una multa de Quinientos Quetzales (Q500.00)
- b) Los vehículos livianos cuyo peso bruto sea mayor de 3.5 toneladas métricas serán sancionados con una multa de Mil Quetzales (Q1,000.00).
- c) Los propietarios de los vehículos automotores con motor de dos tiempos cuyo sistema de autolubricación haya sido removido o no esté funcionando correctamente serán sancionados con una multa de Mil Doscientos Cincuenta Quetzales (Q1250.00).

Artículo 20. Multa por Importación de Vehículos con Infracción del Presente Reglamento. Cualquier persona natural o jurídica que importe un vehículo y lo matricule infringiendo los preceptos de este Reglamento será sancionada con una multa de Seis Mil Quetzales (Q6,000.00)

Artículo 21. Multa de los Centros de Control de Emisiones y Técnicos Autorizados. Los Centros de Control de emisiones y los técnicos autorizados por la Comisión de Control de Emisiones, que se demuestre emitan Certificados de Control de Emisiones a vehículos que en el momento de la revisión no cumplan con los límites permisibles, o a vehículos que no reúnan los requerimientos establecidos por el artículo 1o. de este Reglamento, o bien que su sistema de control de emisiones haya sido removido parcial o totalmente, serán sancionados, tanto el Centro como el técnico autorizado, de la siguiente manera:

- a) La primera vez, con una multa de Tres Mil Quetzales (Q3,000.00).
- b) La segunda vez, con una multa de Cinco Mil Quetzales (Q5,000.00).
- c) La tercera vez, con una multa de Siete Mil Quetzales (Q7,000.00) y la cancelación definitiva de la autorización para continuar operando, sin perjuicio de las responsabilidades civiles y penales conexas.

Artículo 22. Multa a los Propietarios de los Vehículos por Incumplimiento en la Revisión. Los propietarios de los vehículos que no sean llevados a la revisión previa a obtener el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones en el mes que les corresponde serán sancionados con una multa de Cincuenta Quetzales (Q50.00). Los Centros de Control de Emisiones que extiendan Certificados o Calcomanías de Control de Emisiones a vehículos que no hayan sido llevados a revisión en el mes que les corresponde serán sancionados con Cincuenta Quetzales (Q50.00) a menos que el propietario demuestre que ya pagó la multa correspondiente.

Artículo 23. De la Emisión de las Multas. La multa respectiva además de retener las placas de circulación de vehículo, si se produce infracción en cuanto a emisiones de acuerdo con el resultado de la medición de las mismas. El infractor deberá corregir el estado del vehículo y contará con un plazo de quince días para presentar a la Empresa Controladora el certificado de Control de Emisiones, obtenido en cualquiera de los Centros de Control de Emisiones. La Empresa Controladora podrá realizar nuevamente un control de emisiones para verificar el buen estado del vehículo. La Empresa Controladora, previa exhibición del Certificado del Control de Emisiones y el comprobante de pago de la multa respectiva, devolverá las placas de circulación retenidas.

4. SITUACION NACIONAL

4.1 Problemática

Actualmente en la ciudad de Guatemala, existe un gran número de instituciones y organizaciones preocupadas por el bienestar ecológico y por la pureza del medio ambiente de la ciudad capital.

El tema del medio ambiente ha venido a formar parte de la preocupación de todos los habitantes, prueba de ello son las campañas ecológicas por televisión, en los periódicos y revistas o boletines de diversas organizaciones, que han tratado de destacar la importancia del tema y la responsabilidad de cada uno, como habitante de este país. Sin embargo muchas personas, por ignorancia o negligencia, están contribuyendo en la degradación del ambiente, especialmente la atmósfera, sin tomar ninguna medida de prevención que reduzca dicho problema.

La población propicia la contaminación de diversas maneras. Entre los principales cabe destacar las siguientes:

4.1.1 A nivel doméstico:

El uso de combustibles tales como leña, diesel, gasolina, petróleo crudo, gas licuado y carbón vegetal, producen emisiones contaminantes atmosféricas por partículas sólidas, bióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO). Actividades tales como la calefacción y el uso de artefactos domésticos alimentados por gas producen NO_2 y SO_2 sin olvidar las partículas suspendidas totales PST que se emiten en la cocina.

4.1.2 El relleno sanitario:

Es una de las mayores fuentes fijas de contaminación. Su principal contribución a la contaminación del medio ambiente es el mal olor que es esparcido a los lugares aledaños.

Afecta a las personas que viven cerca del basurero de la ciudad o relleno sanitario y que residen en las zonas 3, 8, 7, 11 e inclusive, las que viven en las zonas 1 y 12.

El basurero municipal también contribuye con la contaminación con las partículas en suspensión, resultado de la combustión de la basura allí depositada.

Según estudios, "cuando la basura arde se emiten como mínimo 6.47 toneladas de partículas a la atmósfera, 0.45 toneladas de dióxido de azufre (SO₂), 2.46 toneladas de Oxidos de nitrógeno (NOx), 12.3 toneladas de Hidrocarburos (HC) y 34.52 toneladas de Monóxido de Carbono (CO)" (Ver apéndice - Gráfica No. 1)

4.1.3 Por fuentes móviles:

Según estudios realizados en la ciudad de Guatemala, en 1990 se registró un número de vehículos de 231,213 (entre vehículos particulares, comerciales, taxis, buses urbanos, consular y diplomáticos, oficiales, agrícolas, trailers y motocicletas) tomando en cuenta que el aumento de vehículos por año es de 7.8% anual, se calculan los siguientes datos:

Tabla No. 1.
(Incremento del 7.8% anual)

AÑO	NUMERO DE VEHICULOS
1990	231,213
1991	249,247
1992	268,688
1993	289,646
1994	312,239
1995	336,593
1996	362,848
1997	391,150

(Ver apéndice Gráfica No. 2)

De acuerdo con ello, en este momento, en el año 1997, habrá una cantidad aproximada de 391.150, aunque se cree que en realidad existen unos 500,000 vehículos en 1997; lo que quiere decir que las cargas de contaminantes a la atmósfera se han incrementado considerablemente.

Algunos de los factores a los cuales es atribuido dicho incremento son: el crecimiento de la población, incremento del comercio, ingreso de vehículos rodados, aumento de rutas de transporte urbano y extraurbano, entre otros.

Los principales contaminantes derivados de los hidrocarburos son: los hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno. De igual manera, el diesel contiene los mismos contaminantes básicos que la gasolina, la diferencia estriba en que tiene un contenido mayor de azufre que la gasolina además de las partículas de hollín, que dan origen al denominado humo negro.

La contaminación producida por los automóviles se divide en cuatro grupos:

1.- Productos de la combustión completa:

- H₂O agua
- CO₂ dióxido de carbono o anhídrido carbónico, que disuelto en agua da origen al ácido carbónico

2.- Productos de la combustión incompleta:

- CO monóxido de carbono
- HC hidrocarburos no quemados

3.- Productos secundarios de la combustión:

- NO_x óxidos de nitrógeno, expresados así por conveniencia
- SO₂ dióxido de azufre o Anhídrido sulfuroso, que disuelto en agua da origen al ácido sulfuroso

4.- Oxidantes ("Smog" fotoquímico)

- oxidantes tales como el ozono O₃
- peróxidos orgánicos
- nitratos de peroxiacilo

(Todos estos oxidantes dan origen al "smog" fotoquímico que es una niebla espesa con humo)

No debe ignorarse la edad de los vehículos, ya que a través del tiempo tanto los motores de los carros como cada una de sus piezas y componentes, no funcionarán igual que al principio, lo que es equivalente a decir que cada día existe mayor contaminación por parte de las fuentes móviles debido a su obsolescencia.

Un estudio reciente o monitoreo de emisiones de automotores en la ciudad de Guatemala⁽¹³⁾, muestra la evidencia de la degradación del aire de la ciudad. Se ha encontrado los siguientes contaminantes en el ambiente: partículas en suspensión o material particulado en suspensión, plomo, dióxido de nitrógeno, ozono, benceno, tolueno, xileno, polvo de precipitación, PM10 (material particulado de diámetro menor de 10 micras) y monóxido de carbono, de donde el material particulado y el PM10 sobrepasan los valores límites establecidos por la OMS mientras que el plomo se encuentra en una mínima parte y por debajo de los límites de la OMS, debido a que, actualmente en Guatemala, únicamente se utiliza la gasolina sin plomo, por lo que la cantidad encontrada es atribuida a la industria.

Se puede afirmar, y está demostrado, que los vehículos automotores y los servicios de transporte son las fuentes de mayor grado de contaminación ambiental. De modo que el 70 % de los contaminantes es producido por los vehículos y el 30% es producido por la industria.

4.1.4 A nivel industrial:

La industria es también una fuente fija de contaminación. Como ya se dijo la industria contribuye en un 30% a la contaminación ambiental y los vehículos aportan el 70% de los contaminantes.

Es la fuente que emite mayor variedad de contaminantes, entre los que podemos encontrar más comúnmente, gases como: óxidos de azufre como el hiposulfato (SO_2) y el hiposulfito (SO_3), monóxido de carbono (CO), vapores bencénicos, ácido clorhídrico (HCL), óxidos de nitrógeno (NO_x), ácido sulfhídrico (H_2S), ácido fluorhídrico (HF), fluoruro de sílice (SiF_4), y otros sumamente tóxicos como: berilio (Be), plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd); además de polvos, humos y malos olores.

La mayoría de industrias en Guatemala, están haciendo uso de tecnología inapropiada, sin control y en muchos casos, obsoleta.

Una representación clara de esta situación, es la gráfica de producción industrial/desechos químicos (Ver Apéndice Gráfica No. 3); que permite visualizar la situación que prevalece en la cuenca del Lago de Amatitlán, donde además de los niveles de producción de diferentes tipos de Industrias, se encuentran los niveles de contaminación.

4.1.5 Area rural:

No puede ignorarse, aspectos sumamente preocupantes que prevalecen en el área rural, tales como:

- La deforestación, atribuida a varias causas:
 - el uso de madera "leña", como combustible
 - los incendios forestales
 - la utilización de la madera con fines industriales
 - la sustitución de grandes hectáreas para agricultura de bajo rendimiento y en otros casos para ganadería
 - áreas volcánicas

- La erosión: Puede decirse que es una consecuencia de la deforestación, debido a que la falta de plantación permite que los suelos sean "lavados". Como consecuencia los suelos se tornan improductivos y disminuye la calidad y purificación del aire.

- **Utilización de agroquímicos:** La utilización de pesticidas en la fumigación ha venido a formar parte del problema de la degradación de los suelos, al mismo tiempo que se producen descargas de emisiones tóxicas a la atmósfera.

4.2 Propuestas de solución

Cada uno de los profesionales responsables del manejo, control y prevención de la contaminación del aire, debe tener como marco de referencia una información actualizada y exacta. Para llevar a cabo acciones y programas se debe tomar en cuenta el riesgo y el beneficio que esto representa. Por ello, desarrollar un plan de acción dentro de la industria llevará tiempo, debido a que el proceso se inicia con la planificación de cada una de las actividades, luego la aprobación, hasta la puesta en marcha.

No debemos olvidar que cada empresa es diferente y por consiguiente se necesitará de un programa muy particular, dependiendo de la actividad que desarrolle, los materiales que utilice, la tecnología, los procesos y operaciones, etc.

El programa⁽¹⁴⁾ que a continuación se describe puede variar de acuerdo con cada una de las necesidades de la empresa, pero el formato será el mismo. Está diseñado de tal forma que se siga una serie de pasos correlativos hasta su implementación.

Está fundamentado en el principio del proceso administrativo, que es una herramienta muy importante para un Ingeniero industrial; que contempla las siguientes acciones: planear, organizar, dirigir y controlar.

Planeación:

La planeación para establecer un plan o programa de prevención de la contaminación, debe empezar como en todo proceso administrativo desde la cabeza de la organización, es decir que la idea, el plan o forma, debe fundamentarse sobre base sólida. No debe olvidarse que la administración necesita la ayuda de grupos de trabajo de la organización y acepta ideas y sugerencias de acuerdo con la experiencia de sus integrantes.

Este programa deberá incluir:

- la importancia del mismo
- los beneficios que se obtendrán
- quiénes forman parte del programa y
- las prioridades del mismo (es decir las actividades más urgentes).

En este programa el establecimiento de objetivos es importante para lograr una orientación bien definida. Se debe incluir metas cuantitativas que permitan visualizar y evaluar el avance obtenido con dicho programa. Pueden considerarse objetivos muy específicos, tal es el caso del tratamiento de un contaminante en particular, hasta objetivos generales sobre actividades de mantenimiento preventivo hasta el entrenamiento y capacitación de los empleados o el sector laboral.

Organización:

Debe designarse una persona encargada de coordinar las actividades del plan y que vele por su realización. Se necesita de un líder, cuyas características principales deben ser:

- Que tenga buenas relaciones personales con todos los departamentos de la empresa (producción, administración y, en general, con todo el personal).
- Que esté familiarizado con los procedimientos de la empresa.
- Que posea conocimientos de la tecnología, utilizada en la empresa.
- Que posea conocimientos de la legislación ambiental.
- Que conozca los requerimientos de control de calidad del producto.

Además de un líder, se debe fomentar la formación de grupos de trabajo, con el fin de que se puedan cubrir muchos aspectos, tales como: producción, seguridad e higiene, mantenimiento, compras, legislación, convencimiento ambiental, etc. Estos grupos de trabajo serán los encargados de la planificación de las actividades a realizar y de la generación de ideas de qué, cómo, dónde, etc., de manera que toda la empresa se vea involucrada y comprometida en todo el proceso.

Aspectos muy importantes, que deben ser tomados en cuenta al diseñar el plan, son los siguientes:

- no debe olvidarse el propósito del plan, que es evitar la contaminación
- los métodos que serán utilizados
- las metas que han sido propuestas
- la forma en que se medirán los resultados y avances
- La forma en que serán seleccionados los proyectos o procedimientos, la programación e implementación de los mismos
- El entrenamiento del personal y la capacitación ambiental

Para concientizar a los empleados, debe hacerse uso de formas de divulgación, de manera que todos estén enterados de la problemática, además se les dará a conocer el plan, con el fin de que aporten ideas. No debe olvidarse, además, que es necesaria la capacitación del personal, para que el plan se pueda llevar a cabo de la mejor manera posible.

Como complemento al diseño del plan, se debe tener conocimiento de la fuente contaminante, es decir en qué punto del proceso están siendo generados los contaminantes. Estos datos se pueden obtener de la siguiente forma:

- elaborar un diagrama de flujo del proceso
- revisar y analizar los procedimientos de operación
- determinar las cantidades de las descargas y emisiones
- analizar el manejo de materiales
- elaborar un reporte de fugas en tuberías y equipo
- reportar daños en los equipos
- determinar características físicas y químicas de las emisiones.

Dirección:

Corresponde, pues, al líder y al grupo de trabajo, que este plan sea puesto en marcha (implementarlo) y velar por su realización. La comunicación con todo el personal es muy importante para tener conocimiento de lo que ocurre dentro de la planta industrial.

En la implementación del plan es importante tener en cuenta la factibilidad técnica y algunos factores como seguridad y mantenimiento, entre otros. Además es el equipo o grupo de prevención de la contaminación el encargado de elegir las opciones que se van a implementar. Al mismo tiempo se deberá elaborar un programa de implementación, documentación y seguimiento.

En el plan se discriminará las prioridades de las necesidades, para ello se elaborará una lista de acuerdo con su importancia.

Los aspectos a tomar en cuenta son:

- los procedimientos en las líneas de trabajo
- realizar una observación directa sobre materiales y residuos
- actualizar los diagramas de flujo y si se hace necesario, se debe crear nuevos diagramas
- identificar fugas en tuberías, emisiones gaseosas, derrames, etc.
- identificar equipo de poca o baja eficiencia

Después de llevar a cabo el análisis, el grupo de trabajo deberá revisar cada uno de los detalles con el fin de aportar ideas o soluciones que resuelvan el problema, sin dejar de tomar en cuenta la evaluación técnica y la evaluación financiera.

Control:

Es aquí donde en realidad se verán los resultados del plan o programa de prevención de contaminación.

Además de la factibilidad económica de cada proyecto, se hace necesario hacer un análisis del costo de la contaminación (emanación de gases y partículas), en donde se incluyan

los costos del tratamiento y costos de producción; sin olvidar los costos directos e indirectos asociados al proceso, como:

- compras
- almacenaje e inventario
- uso de materiales en proceso
- emisiones a la atmósfera
- tratamiento o recuperación de algún gas
- pérdidas en materiales como: residuos sólidos, derrames líquidos, etc.
- mano de obra.

La importancia del control, radica en que al hacer un análisis económico de cada uno de los proyectos de prevención de la contaminación, se podrá determinar los costos y beneficios de cada uno de ellos, incluyendo técnicas, procedimientos y tecnologías. De esta manera la gerencia tendrá un informe sobre el cual decidir si es factible económicamente o no dicho proyecto.

El programa de prevención de contaminación deberá ser revisado, evaluado y actualizado con regularidad, para medir su eficiencia.

No debe olvidarse que es muy importante hacer una medición y evaluación en términos cuantitativos, para que de esta manera se pueda determinar el avance que se ha tenido, luego de haber implementado el programa. Para ello se tomará como referencia criterios como:

- qué cantidad de gases se ha disminuido,
- si se ha efectuado algunos cambios en la toxicidad de alguna emanación, etc.

La evaluación es importante también para identificar los éxitos o fracasos en cuanto a procedimientos, estrategias o técnicas, indicando las razones de su éxito o fracaso.

Por último no debemos olvidar que cada una de las acciones emprendidas, para el control de la contaminación debe evidenciar tres aspectos principales:

a) Qué es la prevención de la contaminación

- Utilizar tecnología eficaz y menos contaminante
- Si existe la necesidad de hacer cambios, en cuanto a materiales, procesos, maquinaria, etc. no se debe vacilar en hacerlos, de manera que se reduzca y elimine todo contaminante del aire que sea posible
- No olvidar la educación del personal, ya que el factor humano forma parte importante dentro del proceso productivo
- Dentro de sus posibilidades la empresa, debe esforzarse por hacer uso de materiales menos contaminantes, que den por resultado productos con las mismas características.

b) Higiene en la planta industrial y aspectos de limpieza

- Aspectos relacionados con la limpieza e higiene del área de producción, para evitar la proliferación de los contaminantes
- Revisión periódica de la maquinaria y del equipo que la planta esté utilizando para el control de la contaminación, se debe efectuar un mantenimiento preventivo.

c) Forma de combatir la contaminación

- Esto podrá llevarse a partir de los objetivos y métodos planteados, que van desde variación en una operación dentro del proceso de fabricación, modificando así el proceso, materiales, maquinaria y el equipo (ver capítulo 2) que se haya elegido como aliado en el combate de la contaminación, sin olvidar las estrategias a corto plazo (prevención de la contaminación y control de la contaminación) y las de largo plazo (protección de especies y biodiversidad y uso de fuentes renovables)

CONCLUSIONES

1. Los responsables principales de la contaminación atmosférica son los diferentes tipos de combustibles fósiles que han venido utilizando las industrias en las últimas décadas, por los vehículos, las fuentes de producción de energía, servicios y todo lo relacionado con la vida moderna y los grandes centros urbanos.
2. La ciudad capital se ve significativamente afectada por contaminantes atmosféricos emitidos en un 70% por fuentes móviles y en un 30% por la industria. No por ello se le resta importancia a la contaminación atmosférica industrial.
3. Para un buen control de la contaminación y tratamiento de los contaminantes del aire, es necesario establecer un estricto control sobre los focos o fuentes de contaminación así como de los tipos de contaminantes que van a ser tratados para que, de acuerdo con ello, se pueda establecer un plan de acción para combatirlos.
4. La persona encargada de la producción debe llevar a cabo una administración correcta y ordenada de los recursos, tanto de la materia prima como del funcionamiento de cada una de las máquinas que intervienen en los procesos de producción, llevando a cabo procesos de mantenimiento y limpieza.
5. Uno de los factores que no se debe olvidar es la educación, concientización y sensibilización del personal, ya que son ellos quienes intervienen directamente en la producción. Debe crearse una necesidad y un compromiso en cada uno de los miembros de la industria.

6. Se hace necesaria la capacitación e instrucción constante y eficaz del personal en general acerca de los métodos que van a utilizarse y aparatos para el tratamiento y control de la contaminación del aire.

7. El problema de la contaminación es grave, por lo que se hace necesario crear normas técnicas que sirvan de base y guía tanto para las personas individuales como para las industrias. Que existan normas que delimiten los tipos y cantidades de contaminantes que una planta industrial pueda descargar al ambiente, de manera que no se excedan los límites permisibles, para que disminuya, combata y evite la contaminación.

8. La elaboración de normas se basa en una serie de parámetros que son los que rigen o establecen los límites permisibles de descargas de contaminantes. La industria se debe regir por ellas y además se debe sujetar a las disposiciones que las autoridades establezcan.

RECOMENDACIONES

1. Efectuar un monitoreo en el área de la planta industrial, para determinar si los procesos que se están llevando a cabo en la transformación de la materia prima o productos o servicios, están contribuyendo de alguna manera al deterioro de la calidad del aire.
2. Efectuar monitoreos programados con cierta regularidad, para poder conocer el funcionamiento de la planta industrial, de tal manera que se cumpla con no sobrepasar los límites permitidos.
3. Hacer uso de manera inmediata de tecnología actualizada que permita la eliminación de los contaminantes.
4. Disminuir en lo posible los riesgos de contaminación con metodología propia para evitar los daños a la salud de los trabajadores y propiciar el bienestar de personas en general.
5. Desarrollar un programa o plan de acción, de manera que posea varias alternativas de solución. Se hará uso de estrategias factibles tanto técnica como económicamente y eficaces en el combate de la contaminación del aire como instrumentos de orientación para dicha acción.
6. La industria debe realizar esfuerzos, tratando de no sobrepasar los límites establecidos, efectuando cambios y/o mejoras en los procesos y materiales. Además debe optarse por implementar un plan de acción en contra de la contaminación y en pro del bienestar humano y ambiental, respetando las normas ambientales del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

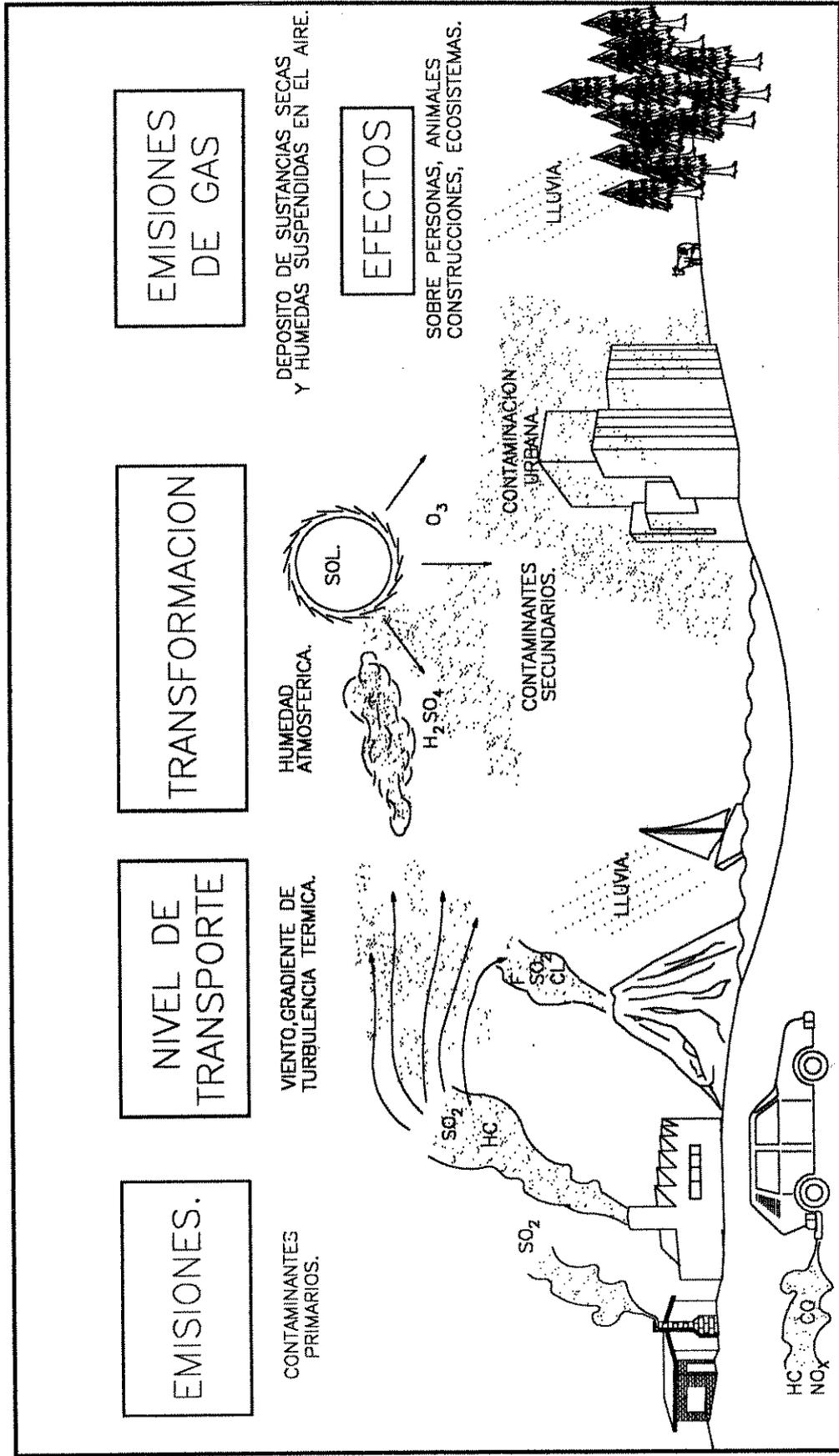
- (1) OPS/OMS. División de saneamiento ambiental, 1978.
- (2) R.D. ROSS, *La Industria y la Contaminación del aire*. (México: Editorial Diana, s.a.), p. 19.
- (3)(4) Octavio Rivero Serrano, et. al., *Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria*. (México, D.F.: Editorial Facultad de Medicina de la UNAM, 1993), pp 21-23, 92-95.
- (5) Coloquio Científico, Día mundial del Medio Ambiente, 1990
- (6) OMS, 1980.
- (7) OMS, 1977
- (8) OMS, 1983
- (9) Jesús Soucre B., *Manual de procedimientos del programa de control de contaminación atmosférica*, Maracay, Aragua, Venezuela: s.e., 1988), p. 78.
- (10) Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- Ministerio de Economía.
Preparación y Presentación de Normas COGUANOR. Guatemala. C.A.
- (11) CONAMA-BID. *Proyecto de la Ley General del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales de Guatemala*. 1997.
- (12) CONAMA. *Reglamento para el Control de Emisiones de los Vehículos Automotores*. Guatemala. 1997.
- (13) PROECO/USAC. *Proyecto Monitoreo Emisiones Automotores Ciudad de Guatemala*. 1996.
- (14) *Manual de Prevención de la Contaminación*. Internet.

BIBLIOGRAFÍA

1. RIVERO S., Octavio. et. al. **Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria.** México, D.F.: Editorial Facultad de Medicina de la UNAM. 1993.
2. ROSS, R.D. **La industria y la contaminación del aire.** México: Editorial Diana, s.a.
3. SARAVIA, Pedro. **Análisis de la contaminación del aire y su relación con la salud.** Guatemala: s.e. 1994.
4. SOUCRE B., Jesús. **Manual de procedimientos del programa de control de contaminación atmosférica.** Maracay, Aragua, Venezuela: s.e. 1988.
5. TOLEDO Ordóñez, José. **La gasolina sin plomo, el medio ambiente y la economía.** Guatemala, s.e. 1993.
6. TOLEDO Ordóñez, José. **Control de la contaminación del aire.** Guatemala: s.e. 1996.

ANEXOS

CICLO DE CONTAMINACION.



25.9.85 Gr./m³

Fig. No. 1

EMISION - SECUENCIA DE EMISIONES DE GAS.

LOS CONTAMINANTES PRIMARIOS PROVIENEN DE FUENTES MOVILES Y FORMAN COMBINACIONES. DURANTE SU DISPERSION EN EL AIRE, LOS CONTAMINANTES EXPERIMENTAN UNA TRANSFORMACION QUIMICA Y SE CONVIERTEN EN CONTAMINANTES SECUNDARIOS. LAS EMISIONES DE GAS TOMAN FORMA DE PARTICULAS SOLIDAS (mg./m³ día) Y DE COMPONENTES SUSPENDIDOS EN LA ATMOSFERA (mg./m³).

ANEXO # 1

VALORES MÁXIMOS DE EMISIONES

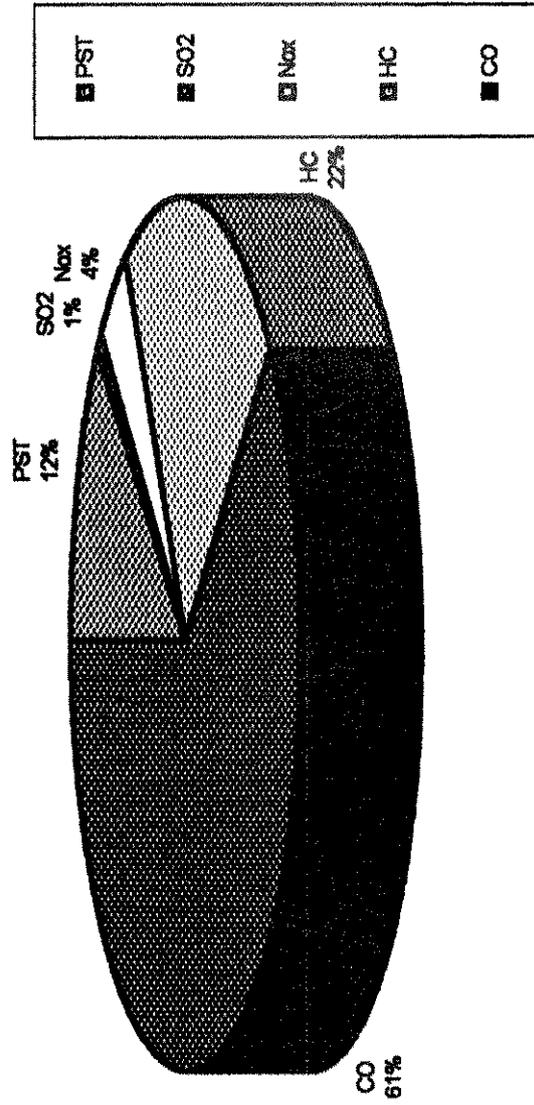
VEHÍCULOS CON MOTORES DIESEL (Valores máximos de humo)

	Livianos	Pesados y con Turbo
Ingresados al país antes del 1.01.2000	70 % opacidad	80 % opacidad
Ingresados al país a partir del 1.01.2000	60 % opacidad	70 % opacidad
medido en aceleración libre		

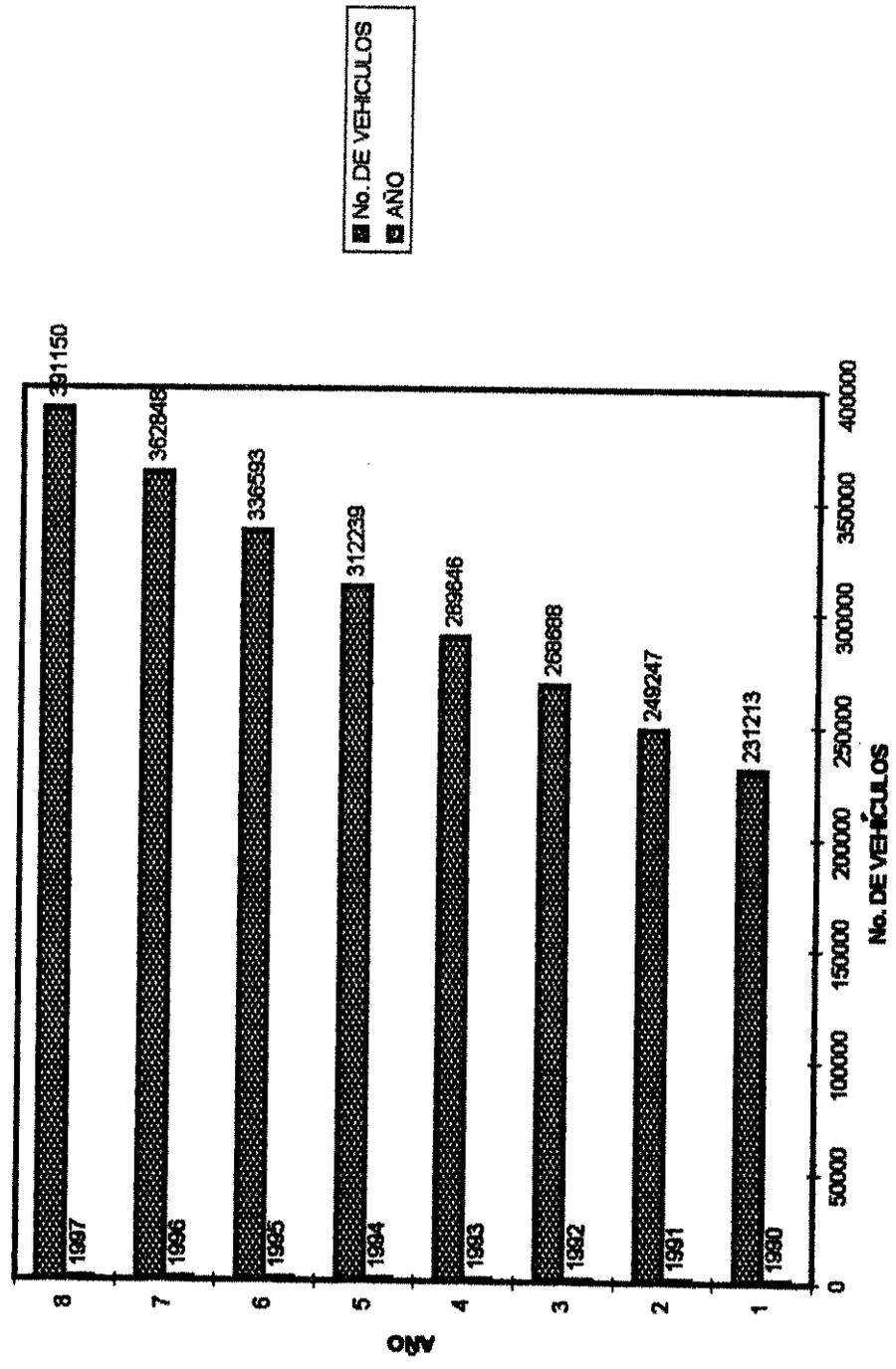
VEHÍCULOS CON MOTORES A GASOLINA

	Monóxido de carbono CO	Hidrocarburos HC	Bióxido de carbono CO ₂
Ingresados antes del 1.01.1995	máximo 4.5%	máximo 600 ppm	mínimo 10.5%
Ingresados a partir del 1.01.1995	máximo 0.5%	máximo 125 ppm	mínimo 12%

GRÁFICA # 1 CONTAMINANTES DEL RELLENO SANITARIO



GRÁFICA # 2 INCREMENTO DE VEHÍCULOS POR AÑO



■ No. DE VEHÍCULOS
■ AÑO

UNIVERSIDAD
 GUATEMALA
 BIBLIOTECA

INCREMENTO DEL 7.8% ANUAL

**SITUACION ACTUAL DE LA PRODUCCION Y UTILIZACION DE DESECHOS QUIMICOS
EN LAS INDUSTRIAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE AMATITLAN**

NUM CODIGO	TIPO DE INDUSTRIA	No. PROD. QUIM. M.P.	NUMERO DE INDUSTRIAS	CANTIDAD DE DESECHOS		TOT. DESECHOS (T/MIAÑO)	TOT. PROD. RAMA IND. (T/MIAÑO)	%
				LIQUIDOS	SOLIDOS			
1	Galvanotecnia	93	1	200	728	0	828	8824 11
2	Textiles y Lavanderías	63	22	0	250	288	518	9030 6
3	Vidrio	53	4	0	0	0	0	23650
4	Yesos y Cerámicas	120	15					
5	Papel y Madera	15	6					
6	Jabón	2	15	0	30	0	30	15480 0
7	Metallurgias	107	9	0	217	3132	3349	4505 83
8	Químicos	132	213	12	60	7	79	2728 3
9	Plásticos	34	33					
10	Lacas Esmaltes y Pinturas	33	6	80	334	0	424	3906 11
11	Purificación y Desinfección	20			30		30	
12	Aceites y Grasas	8	5	30	155	0	145	14147 1
13	Abonos y Funguicidas	12	6	0	50	0	50	4042 1
14	Cuero y Pelotería	19	3	0	2523	125	2648	480 540
15	Llantas y Cámaras	37	2	0	0	345	345	26096 13

Fuente: Padilla/ARRLA. 1995

GRÁFICA # 3

PRODUCCION INDUSTRIAL Y GENERACION DE DESECHOS QUIMICOS PELIGROSOS EN LA CUENCA

