



UNIVERSIDAD DEL VALLE

DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



*Excelencia que trasciende*

**DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL  
PARA PRODUCIR ALIMENTOS PARA DESTETE  
ENTRE LA EDAD DE TRES MESES A SEIS AÑOS.**

Trabajo de graduación presentado por

*Salvador Morales Sandoval*

para optar al grado académico de  
Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

GUATEMALA

2006



**DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA PRODUCIR  
ALIMENTOS PARA DESTETE ENTRE LA EDAD DE TRES  
MESES A SEIS AÑOS.**

UNIVERSIDAD DEL VALLE  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



*Excelencia que trasciende*

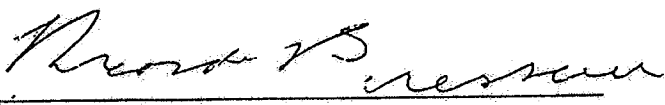
DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA PRODUCIR  
ALIMENTOS PARA DESTETE ENTRE LA EDAD DE TRES  
MESES A SEIS AÑOS.

*Salvador Morales Sandoval*

GUATEMALA

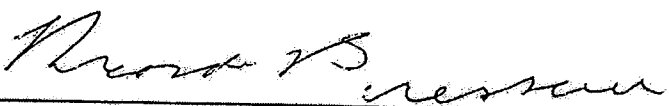
2006

Vo. Bo.:

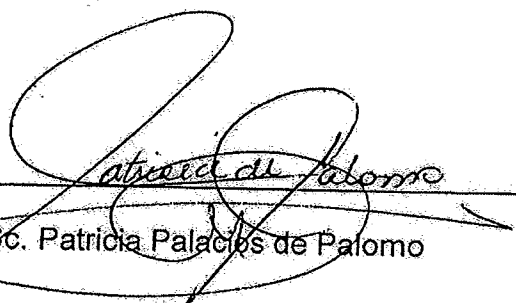
f) 

Dr. Ricardo Bressani

Tribunal Examinador:

f) 

Dr. Ricardo Bressani

f)   
M.Sc. Patricia Palacios de Palomo

f) 

M.Sc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

Fecha de aprobación: Guatemala, 6 de noviembre de 2006

## INDÍCE

CONTENIDO		Página
	ÍNDICE	v
	LISTA DE CUADROS	vi
	LISTA DE GRÁFICOS	vii
	RESUMEN	viii
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	GENERALIDADES	3
	2.1 Alimentos de destete	3
	2.2 Materias primas e ingredientes apropiados	8
	2.3 Otros ingredientes	15
III.	SITUACIÓN ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL EN LA POBLACIÓN DE GUATEMALA	16
	3.1 Estado nutricional de los niños	16
	3.2 Desnutrición crónica o retardo en el crecimiento	16
	3.3 Lactancia y alimentación complementaria en Guatemala	19
IV.	REGULACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE EDIFICIOS INDUSTRIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS DE DESTETE	21
	4.1 Legislación y normativa alimentaria	21
	4.2 Normativa ambiental	22
	4.3 Requisitos locales	23
V.	PROCEDIMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS DE DESTETE	24
	5.1 Recepción de materias primas	24
	5.2 Muestreo	24
	5.3 Limpieza, zarandeo y secado de materias primas	32
	5.4 Almacenamiento de materias primas	39
	5.5 Molienda y separación	42
	5.6 Extrusión	50
	5.7 Control de calidad de harinas	52
	5.8 Pesado, embolsado, sellado y empackado	56
VI.	DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS DE DESTETE	58
	6.1 Planeación de procesos	58
	6.2 Maquinaria y equipo	63
VII.	DISEÑO DEL EDIFICIO INDUSTRIAL	67
	7.1 Localización industrial	67
	7.2 Categoría del edificio industrial	75
	7.3 Dirección de operaciones	88

VIII.	INTEGRACIÓN DEL PROCESO	104
	8.1 Distribución de planta	104
	8.2 Impacto ambiental	106
	8.3 Factores determinantes	110
IX.	CONCLUSIONES	113
X.	RECOMENDACIONES	114
XI.	BIBLIOGRAFÍA	115
X.	ANEXOS	119

### INDÍCE DE CUADROS

Cuadro No.	Contenido	Página
1.	Número de sacos a muestrear para lotes de más de 100 sacos	27
2.	Límite de impurezas en los cereales	34
3.	Especificaciones microbiológicas	54
4.	Clasificación de grupos industriales	68
5.	Categorías industriales	69
6.	Matriz de localización industrial (establecida por la Municipalidad de Guatemala)	69
7.	Niveles de iluminación recomendados por IES	82
8.	Código de colores de tubería	86
9.	Mediciones de ruido	87
10.	Contaminantes y emisiones admisibles en la industria molinera	108
11.	Medición en decibeles, interior de la planta	109
12.	Medición en decibeles, exterior de la planta	109
13.	Distribución del personal	112

### DIAGRAMA

Diagrama No.	Contenido	Página
1.	Elaboración de alimentos para lactantes y niños	59

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No.	Contenido	Página
1.		10
2.	Tabla relacional de actividades	90
3.	Diagrama relacional de recorridos propuesto	91
4.	Acabado sanitario de paredes	94
5.	Propuesta de la integración del proceso	104
6.	Propuesta de la distribución de la planta	105
7.	Diagrama de recorrido propuesto	106

## RESUMEN

De acuerdo con las recomendaciones que hacen instituciones como la Organización Mundial de la Salud, el Fondo de Naciones Unidas para la Salud y la Organización Panamericana de la salud, a las madres que deben dar pecho, pero combinar alimentos, hasta los dos años o más. Por otro lado a las mujeres les preocupa sobremanera este tema particularmente sobre cómo afectará a su hijo cuando se lleve a cabo este proceso.

Se puede destetar a un hijo en cualquier momento, la recomendación de dos años está basada únicamente en cuestiones médicas y nutricionales, pero existen infinidad de factores que debieran tomarse en cuenta.

Cuando las madres proporcionan la primera papilla, es allí cuando empieza el destete, a partir de este evento, la lactancia debiera ir en un proceso de disminución hasta desaparecer, eso sí cuanto más rápido sea este proceso más llorará el bebé, así es que es un proceso en el que las madres deberán adaptarse con mucha paciencia.

El trabajo que se presenta a continuación titulado *“Diseño de una planta industrial para producir alimentos para destete entre la edad de tres meses a seis años”* tiene como objetivo principal presentar un diseño que permita posteriormente su instalación y finalmente armar un plan de mercadeo para concluir con esta etapa en la vida de los seres humanos.

Esto se adapta al uso de los temas fundamentales de nuestro país como lo son la situación alimentaria y nutricional de la población, especialmente de los infantes del área rural de nuestro país sin descuidarles los múltiples factores incluidos en este tema como son los aspectos de ubicación geográfica, culturales, de condiciones económicas así como agrícolas y otros que se dan en este sector de nuestro país.

# I. INTRODUCCIÓN

Derivado a la situación alimentaria y nutricional de la población de Guatemala, en especial de los niños comprendidos entre las edades de 6 meses a 3 años, del área rural, se da la importancia de la alimentación complementaria a la lactancia materna, la cual tiene como objetivo cubrir las necesidades energéticas para que el niño se desarrolle y crezca adecuadamente. Esta alimentación complementaria es conocida como destete.

Los productos de destete son formulaciones a base a mezclas de diversas harinas entre cereales/leguminosas; leguminosas/farináceos; cereales/oleaginosas; cereales/leguminosas/oleaginosas y en base a recomendaciones FAO/OMS, y el Codex Alimentarius que están destinadas para proveer un alimento con un alto valor nutricional para los infantes.

Este trabajo consiste en un diseño de una planta industrial para la producción de alimentos para el destete dirigido a la población rural del sur oriente de Guatemala; tomando en cuenta los factores geográficos, culturales, económicos, y agrícolas de la región.

Para lo cual se desarrollaran las cuatro fases en que se subdivide el proceso de producción de alimentos de destete. La primera fase consiste en desarrollar el proceso de selección y preparado de las materias primas de la región, la segunda fase comprende el proceso en si, incluyendo la descripción del proceso, la selección de el equipo y la tecnología adecuada para la producción. La tercera fase comprende el diseño de la planta, su distribución y características. La cuarta y última fase comprende la integración del proceso industrial, la cual nos indica los factores a tomar en cuenta para la operación industrial.

Con la realización de este trabajo se pretende establecer un modelo de producción de alimentos de destete, adecuado a la disponibilidad de materias primas en la región donde este opere. Para que en un futuro se pueda llegar a la implantación de un programa a nivel nacional que incluya la producción y distribución de alimentos de destete y que sea de fácil acceso a toda la población; con la finalidad de luchar contra la desnutrición y contra muchas de las deficiencias alimentarias que encontramos en la población rural del país, en especial de los infantes.

## II. GENERALIDADES

### 2.1 Alimentos de destete

Los alimentos de destete o preparados alimenticios complementarios para lactantes de más edad y niños pequeños se entiende todo alimento apropiado utilizado durante el período de destete del lactante y para alimentación de los niños pequeños, como complemento de la leche materna o de los sucedáneos de la leche materna o de otros alimentos disponibles en la región. No son idóneos para los niños antes del comienzo del período de destete.

Estos alimentos proporcionan los nutrientes que faltan o están presentes en cantidades insuficientes en los alimentos básicos.

- Por "lactantes de más edad" se entienden los niños entre 6 y 12 meses de edad.
- Por "niños pequeños" se entienden los niños desde la edad de 12 meses hasta la edad de tres años (36 meses).

(Cameron, *et al.* 1989)

El tipo de alimentos que deben darse en el periodo de destete va a depender de factores geográficos, culturales, económicos, costumbres familiares, apetito del niño, etc. La administración de nuevos alimentos debe ser gradual y lenta, dejando pasar de una a dos semanas entre cada uno para comprobar su tolerancia. La aceptación por parte del niño de la nueva alimentación va a venir dada por el continuo ofrecimiento de la misma día tras día sin forzarle. Cualquier alimento nuevo debe ser ofrecido al principio en pequeñas cantidades y una vez al día. Suelen ser mejor aceptados si se cortan o diluyen mucho. Los sabores dulces se aceptan con mayor facilidad. (Benoist, 1999)

**2.1.1 Determinación del tiempo para el destete.** A partir de los 6 meses de edad el lactante adquiere unas capacidades que hacen posible que se pueda iniciar la alimentación complementaria:

- Madurez de los aparatos digestivo y renal que permiten manejar los nuevos nutrientes.
- Capacidad de masticar y tragar los alimentos. Hasta los cuatro o seis meses el niño no es capaz de transportar el alimento hacia la parte posterior de la boca, ya que tiene un reflejo por el que tiende a sacar la lengua y con ello el alimento de la boca.

(Cameron, *et al.* 1989)

Esto no debe interpretarse como que al niño le gusta lo que le están dando. Poco a poco se habituará a la nueva forma de alimentación. (Cameron, *et al.* 1989)

**2.1.2 Medidas de estimulación de destete.** Las siguientes medidas estimulan el destete natural:

- Después que el infante llegue a los 6 meses de edad, disminuya la frecuencia de la alimentación con fórmula a cuatro veces al día o menos. Algunos bebés alimentados al pecho pueden requerir cinco tomas al día hasta los 9 meses de edad. (Cameron, *et al.* 1989)
- Administre a los lactantes mayores sus tomas diurnas a la hora de las comidas, y con alimentos sólidos. Una vez que el lactante recibe solamente cuatro tomas de leche o fórmula al día, asegúrese de que tres de ellas sean administradas a la hora de las comidas con alimentos sólidos, y no como parte de la rutina que precede a las siestas. El lactante puede recibir la cuarta toma antes de acostarse por la noche. (Cameron, *et al.* 1989)

- Después que el lactante tenga cuatro semanas de vida y que la alimentación de pecho esté bien establecida, ofrézcale una vez al día un biberón de leche extraída del pecho o de agua. Esta experiencia ayudará a que el lactante se acostumbre a usar un biberón para que ocasionalmente lo pueda dejar con una niñera. Mientras más espera para introducir el biberón después de los dos meses de edad del bebé, más intenso será su rechazo inicial. Si espera hasta los cuatro meses de edad, puede necesitar hasta una semana para que el bebé acepte el biberón. Una vez que el lactante acepte el biberón, siga ofreciéndoselo tres veces por semana para que el bebé siga aceptándolo. (Cameron, *et al.* 1989)
  
- Tome en brazos al lactante cuando tenga molestias o stress, en vez de amamantarlo. (Cameron, *et al.* 1989)
  
- Puede consolar al lactante y darle una mayor sensación de seguridad y confianza sin amamantarlo cada vez que se enoja sin tener hambre. Si siempre amamanta al lactante en esas situaciones, el niño aprenderá a comer siempre que esté molesto. (Cameron, *et al.* 1989)
  
- No deje que el chupete sea substituido por el biberón o el pecho. (Cameron, *et al.* 1989)
  
- Aprenda a reconocer cuándo el lactante necesita succión no nutritiva. En estas ocasiones, en vez de ofrecerle alimento, estimúlelo para que succione un chupete o se chupe el dedo. Alimentar al bebé cada vez que necesita succionar puede producir obesidad. (Cameron, *et al.* 1989)
  
- Ofrézca al lactante fórmula o leche materna en una taza a partir de los 6 meses de edad. (Cameron, *et al.* 1989)

- Durante los primeros meses, el lactante probablemente sólo aceptará la taza después de que haya tomado algo del biberón o del pecho. Sin embargo, ya para los 9 meses de edad deberá ofrecerle al lactante un poco de fórmula o leche materna en una taza antes de la alimentación al pecho o con biberón. (Cameron, *et al.* 1989)
  - Destete al bebé menor de 6 meses con un biberón y no con una taza. Los bebés no pueden beber lo suficiente bien de una taza a esta edad para recibir la suficiente nutrición. (Cameron, *et al.* 1989)
  - Ayude al lactante a interesarse en otros alimentos además de la leche. (Cameron, *et al.* 1989)
1. Introduzca los alimentos sólidos con cuchara a los 4 meses de edad si el bebé es alimentado con biberón y a los 6 meses si es alimentado al pecho. Introduzca los alimentos que se comen tomándolos con los dedos a los 8 meses de edad. (Cameron, *et al.* 1989)

2.1.3 **Mejoramiento de la calidad nutricional.** Las diversas leguminosas y cereales existentes pueden aportar todos los nutrientes en cantidad suficiente para cubrir las necesidades nutricionales de un niño. Sin embargo ya desde tiempos antiguos se reconocía perfectamente aun antes de que se tuvieran conocimientos sobre el contenido proteínico la calidad de la proteína, la digestibilidad y las necesidades de nutrientes de los seres humanos; que sería posible y beneficioso poder mezclar las leguminosas con los cereales en la dieta para mejorar la calidad nutricional general. Con los conocimientos actuales y recién obtenidos en estas materias, sería posible mezclar o enriquecer un elemento alimenticio con otra sustancia. Esta mezcla enriquecida consiguiente ha mejorado la calidad nutricional de los alimentos de destete. (Benoist, 1999)

**2.1.4 Tipos de alimentos para el destete.** El tipo de alimentos que deben darse en el periodo de destete va a depender de factores geográficos, culturales, económicos, costumbres familiares, apetito del niño, etc. De ninguna manera debe introducirse ningún alimento sin el consejo del pediatra. La administración de nuevos alimentos debe ser gradual y lenta, dejando pasar de una a dos semanas entre cada uno para comprobar su tolerancia. La aceptación por parte del niño de la nueva alimentación va a venir dada por el continuo ofrecimiento de la misma día tras día sin forzarle. Cualquier alimento nuevo debe ser ofrecido al principio en pequeñas cantidades y una vez al día. Suelen ser mejor aceptados si se cortan o diluyen mucho. Los sabores dulces se aceptan con mayor facilidad. (Benoist, 1999)

**2.1.4.1 Alimentos básicos para el destete.** Las preparaciones indicadas para el destete son las sopas espesas, purés o papillas. Estas pueden ser de frutas, verduras, harinas, cereales, tubérculos y raíces. Se debe iniciar con una pequeña cantidad e ir aumentando gradualmente. Se deben ir incorporando diferentes alimentos para acostumar al niño a texturas y sabores distintos. (CAC/GL 08-1991)

Sin embargo, si se proporcionan papillas u otras preparaciones que incluyan solamente cereales o harinas (que generan principalmente energía), será necesario que se les añada vegetales verdes o amarillos, o frutas para incluir vitaminas y algunos minerales. Al año de edad el niño puede recibir gran parte de la alimentación de la familia, pero se debe siempre garantizar que reciba alimentos suficientes que tengan además frutas y vegetales.

Transformar en harinas el banano, arveja, frijol, o soja es una buena forma de utilizar adecuadamente los alimentos del huerto familiar. Una mezcla de harinas puede ser utilizada no solamente para preparar alimentos para el destete, sino también para refrigerios de niños y adultos.

Un buen alimento para el destete necesita tener las siguientes características:

- Rico en energía y nutrientes;
- Limpio y libre de gérmenes (inocuo);
- Suave y fácil de comer;
- Fácil de obtener para la madre (como los alimentos que crecen en el huerto);
- De fácil preparación
- (Benoist, 1999)

## 2.2 Materias primas e ingredientes apropiados

Son ingredientes idóneos para la producción de preparados alimenticios complementarios para lactantes de más edad y niños pequeños las materias primas siguientes, la mayoría de las cuales se encuentran disponibles localmente: (CAC/GL 08-1991)

**2.2.1 Cereales.** Podrán utilizarse todos los cereales molidos aptos para el consumo humano, siempre que estén elaborados en forma tal que se reduzca el contenido de fibra, cuando ello fuese necesario, y se eliminen el tanino y otras sustancias fenólicas que puedan reducir la digestibilidad de las proteínas. (CAC/GL 08-1991)

Además de carbohidratos (que principalmente consisten en almidón) los cereales contienen una cantidad significativa de proteínas (8-12%). Si bien el arroz tiene un contenido satisfactorio de aminoácidos esenciales, otros cereales son por lo general deficientes en lisina. (CAC/GL 08-1991)

**2.2.1.1 Arroz.** El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella

abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo. (Infoagro, 2002)

El arroz es considerado un cereal con alto contenido de carbohidratos y su composición se muestra en el anexo 1.

De las muchas variedades de arroz, el arroz de pantano, que exige anegamiento 2-3 meses durante su crecimiento, es el más importante. El arroz de montaña, o arroz de tierras altas, requiere menos riego. Después de trillado, el arroz se transporta a los molinos para su transformación en arroz blanco (arroz pulido). Después de trillado, el arroz en bruto se somete a una serie de operaciones para limpiarlo del cascabillo, germen y salvado. Este tratamiento, que es el método corriente en muchos países de preparar el arroz para la producción local, se efectúa en un molino monofásico. El subproducto de esta elaboración, que es la forma más sencilla, es una mezcla de cascabillo y salvado, que rara vez llega al mercado, ya que, en general, se devuelve al productor del arroz. En los molinos de gran escala, el arroz bruto se somete a varios tratamientos, o sea limpiado, sancochado, descascarillado, perlado, pulido y clasificado. (FAO, 1967)

**2.2.1.2 Maíz (Zea Mays, L.).** Es una gramínea basta anual, de crecimiento rápido, hasta de 2,5 m de altura, con hojas largas y anchas en forma de tira, indígena de América del Sur, pero que hoy día se cultiva mucho en todo el mundo. Puede cultivarse en todos los climas donde los veranos sean lo bastante largos y cálidos para permitir que el grano madure. El maíz no puede resistir la helada. Existen muchas variedades de maíz. Entre las variedades más recientes figuran el maíz híbrido y el maíz rico en lisina (Opaco-2). (FAO, 1967)

La harina de maíz no puede conservarse durante mucho tiempo, ya que puede enranciarse, mientras que los granos desecados tienen una buena calidad de conservación. Una forma barata de almacenar el maíz es ensilar los granos frescos en un silo de trinchera; el contenido de humedad del grano debe ser de un 30% y debe molerse antes de ensilarse. Cuando el maíz se muele en seco para producir harina, se separan primero el salvado y el germen. La molienda en húmedo es un procedimiento de fabricar almidón o derivados del almidón. (FAO, 1967)

El maíz es rico en calorías y pobre en fibra y minerales. El nivel de proteína es bajo en el maíz y el valor biológico de la proteína escaso. Para aprovechar plenamente el elevado valor productivo del maíz, estas deficiencias tienen que contrarrestarse mediante un apropiado suplemento. (FAO, 1967)

A mediados de los años sesenta se ha creado un maíz con un contenido proteico de valor biológico superior. El maíz contiene varios tipos diferentes de proteínas con valores biológicos diversos. En el maíz corriente, la mitad aproximadamente de la proteína se halla en forma de zeína, que es una proteína casi exenta de lisina. En las nuevas estirpes ricas en lisina, llamadas Opaco-2, la relación entre las fracciones de proteína es diferente, de forma que la zeína representa menos del 30% de la proteína. El resultado neto de esta diferente relación es un mayor contenido de lisina y de triptófano. El maíz de este tipo puede, por consiguiente, satisfacer una mayor parte de las necesidades proteicas en las raciones para los cerdos y las aves de corral que el maíz ordinario. Si bien la calidad de la canal es una consideración secundaria, no hace falta un rendimiento excepcional. Se puede utilizar el maíz Opaco-2 como única fuente de proteína para los cerdos, excepto en el primer desarrollo, durante el cual debe añadirse harina de aceite de soja para que el nivel de proteína sea de un 12%, aproximadamente. Aunque el índice de transformación del pienso es algo inferior, el porcentaje de crecimiento es igual al que se

consigue con la fórmula corriente de 16% de proteína de maíz-soja. (FAO, 1967).

**2.2.2 Legumbres.** Las legumbres, tales como garbanzos, lentejas, guisantes (arvejas), caupies, frijoles mungo y frijoles comunes son una fuente de proteínas apropiadas (20-24%). Por lo general, las legumbres tienen un elevado contenido de lisina. Son, sin embargo, deficientes en metionina. Dependiendo de la naturaleza de los otros ingredientes que se utilicen en el preparado, podría ser conveniente añadir metionina, para mejorar el valor nutricional del producto. (CAC/GL 08-1991)

Las legumbres tienen que ser elaboradas debidamente para eliminar, en la medida de lo posible, los factores antinutricionales presentes normalmente, tales como las lectinas (hemaglutininas), así como los inhibidores de la tripsina y la quimotripsina:

- Las lectinas pueden destruirse por tratamiento térmico.
- La actividad inhibitoria de la tripsina puede reducirse a niveles aceptables sometiendo el alimento a altas temperaturas o a cocción prolongada.

(CAC/GL 08-1991)

Las habas (*Vicia faba* L.), si bien tienen una calidad nutricional muy buena y es un cultivo de alto rendimiento, no deberían utilizarse en los preparados alimenticios complementarios, debido al peligro del favismo. El tratamiento térmico no inactiva los principios tóxicos de la vicina y covicina. (CAC/GL 08-1991)

**2.2.2.1 Soya (*Glycine max* L.).** La soya ocupa el primer lugar en superficie sembrada a nivel mundial entre las especies leguminosas y el quinto lugar entre todas las especies cultivadas mundialmente. (Savón y Scull, 2001)

La soya, se considera una de las legumbres con mayor importancia ya que contiene cerca del 40% de proteínas y 20% de aceite, por lo que puede desempeñar una función importante en la disminución de la carencia de proteínas y energía en la nutrición. (Arias, 2002)

El frijol soya es un complemento alimenticio muy completo, pues aunque la proteína animal ofrece un alto contenido de nutrientes, la naturaleza nos proporciona este producto de origen vegetal de fácil adquisición debido a su bajo costo, el cual aporta un mayor contenido proteico. Además, proporciona una gama completa de aminoácidos esenciales que el organismo no puede producir y su déficit ocasiona enfermedades; a su vez suministra vitaminas del grupo A, B, D, E y F. (Arias, 2002)

El frijol soya es un producto que resulta óptimo para la construcción de tejidos muscular, debido a la cantidad de proteínas, 20% de grasa y 24% de hidratos de carbono, lípidos, sales minerales, magnesio, calcio hierro y fósforo. El valor nutritivo de esta proteína equivale al de la leche, la carne y los huevos, además posee un bajo contenido de grasa. (Arias, 2002)

**2.2.2.2 Gandul (*Cajanus cajan*).** El gandul perenne crece entre 1 a 3 m de altura y madura en cinco meses o más, esto depende del modo de cultivo y su reacción a la longitud del día. Las hojas son agudamente lanceoladas y pilosas. Las flores son amarillas, cafés y púrpuras. Sus vainas son cortas (5-6 cm.) y contienen de dos a seis semillas cuyo color varía entre el blanco y el negro. El color de las vainas es amarillo o rojizo en la madurez fisiológica. (Higuera, *et al.*, 1999)

Su importancia radica en ser una especie vegetal cuya semilla posee un alto contenido proteico por encima del 20% y produce altos rendimientos y granos de calidad excelente. Sus granos, además de proteínas contienen carbohidratos, vitaminas y minerales. (Higuera, *et al.*, 1999)

Esta planta es una de las leguminosas de mayor resistencia a la sequía aunque necesita buena humedad durante los dos primeros meses. Se adapta bien tanto en zonas con altas temperaturas y climas secos como en zonas con condiciones ecológicas subhúmedas. Crece bien desde el nivel del mar hasta los 1.000 MSN. Sobrevive hasta en los suelos más pobres, bajos en nutrientes debido a su rusticidad. Produce muy bien en suelos drenados, de topografía ondulada ya que su crecimiento se afecta en suelos anegados. (Higuera, *et al.*, 1999)

**2.2.2.3 Piloy (*Phaseolus coccineus*).** El frijol piloy es una leguminosa trepadora, que en Centroamérica se cultiva, casi exclusivamente, en asociación con los cultivos de maíz en el mismo terreno y durante el mismo ciclo sin interferir con el desarrollo del maíz. Tradicionalmente, su uso principal ha sido como cultivo alimenticio sustituyendo incluso al frijol común por su adaptación a las condiciones de altura. (Flores, *et al.*, 2003)

El frijol piloy tiene un potencial grande como leguminosa de cobertura asociado con el maíz. Ambos cultivos se complementan muy bien. El maíz proporciona el tutor que la leguminosa necesita para el desarrollo de follaje y la leguminosa contribuye una enorme cantidad de materia verde durante todo su ciclo de crecimiento. Este follaje contribuye a la conservación de niveles adecuados de material orgánico, así como la humedad, y mantiene las malezas a niveles mínimos. (Flores, *et al.*, 2003)

Los agricultores consideran que es mucho más ventajoso cultivar el piloy en asociación con maíz, que el cultivo de las demás variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) porque es resistente a plagas y enfermedades. El valor nutricional del piloy es similar al del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) e incluso lo supera en algunos elementos. (Flores, *et al.*, 2003)

**2.2.3 Farináceos.** En el grupo de farináceos se encuentra el banano y el plátano. El bananero es una planta de crecimiento rápido de 3-5 m de altura, que tiene un tallo herbáceo. Los frutos crecen en racimos, cada uno de los cuales contiene unos 200 bananos. El banano se recoge verde y se madura en cobertizos. En los países exportadores de esta fruta, se rechazan grandes cantidades de bananos que pueden servir para pienso de los animales. La cantidad total de frutos rechazados suele ser de alrededor del 4%, pero, en algunos países se desperdicia hasta el 50% de la cosecha. Cuando se ha cosechado el racimo, el pseudo tronco de la planta se rebaja para permitir el nacimiento del nuevo brote. (Infoagro, 2002)

La materia seca del banano inmaduro verde consiste principalmente en almidón (72%), que, al madurar, se convierte en monosacáridos (sacarosa, glucosa, etc.). Los bananos contienen taninos, que pueden afectar a la digestibilidad de la proteína en la ración. Los bananos maduros tienen interés como fuente de calorías fácilmente asimilables para el suministro de urea. (Infoagro, 2002)

Estos frutos son pobres en fibra, proteína y minerales y, por consiguiente, deben suministrarse junto con gramíneas o cualquier otro forraje, así como con un suplemento proteico y una mezcla mineral. (Infoagro, 2002)

**2.2.4 Oleaginosas.** Entre las oleaginosas, el ajonjolí (*Sesamum indicum*, L.) es una de la materia prima que se puede utilizar en las formulaciones.

La planta del ajonjolí mide 0,5-2,5 m de altura, que madura entre 70-150 días. El fruto consiste en una cápsula elíptica con 2-4 cámaras que contienen aproximadamente 20 semillas cada una. Después de extraído el aceite de la semilla la torta obtenida es un valioso pienso rico en proteínas. En combinación

con la harina de aceite de maní, constituye un suplemento proteico bien equilibrado.

Se ha utilizado a razón de hasta el 15%, en mezcla con una cantidad igual de harina de semilla de algodón, en las raciones para pollos. Suplementado con harina de sangre y calorías, este pienso ha dado resultados bastante satisfactorios. (Caldwell, 1958).

## 2.3 Otros ingredientes

### 2.3.1 Harinas de pescado y concentrados proteínicos de pescado.

Harinas de calidad alimenticia recabadas de especies de pescado comestibles y concentrados proteínicos comestibles de pescado, producidos en condiciones apropiadas. Los concentrados proteínicos de pescado tienen un contenido proteínico del 70-80 por ciento. La proteína es de alta calidad y de elevado contenido de lisina. (CAC/GL 08-1991)

2.3.2 **Grasas y aceites.** De ser posible, deberán añadirse al preparado grasas y aceites para aumentar la densidad energética del producto. Deberán satisfacerse los requisitos mínimos en cuanto a los ácidos grasos esenciales. (CAC/GL 08-1991)

2.3.3 **Ingredientes complementarios.** Podrán utilizarse los siguientes ingredientes para mejorar la calidad nutricional y/o la aceptabilidad del alimento, siempre que puedan obtenerse fácilmente.

- Leche y/o productos lácteos
- Carbohidratos digeribles y/o azúcares: Sería preferible acrecentar la densidad energética mediante la adición de grasas y/o carbohidratos digeribles. Si se emplean edulcorantes nutritivos, ello debería hacerse con moderación.
- Aromas: vainilla y/o aromas tradicionales, siempre que se haya evaluado su inocuidad. (CAC/GL 08-1991)

### **III. SITUACIÓN ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL EN LA POBLACIÓN DE GUATEMALA**

#### **3.1 Estado nutricional de los niños**

El estado nutricional de los niños está estrechamente asociado con su morbilidad y mortalidad. En la ENSMI-95 se determinó el estado nutricional utilizando un módulo de antropometría, en el cual se obtuvo el peso y la talla de los hijos de las mujeres entrevistadas nacidos a partir de 1990. Con esos datos, se calcularon los indicadores antropométricos peso para la talla (P/T), peso para la edad (P/E), y talla para la edad (T/E). La desnutrición crónica, que identifica retrasos en el crecimiento, se determina al comparar la talla del niño con la talla esperada para su edad (T/E). La desnutrición aguda, conocida como emaciación es el adelgazamiento exagerado para la talla, calculado por el peso en función de lo esperado para la talla (P/T). La desnutrición global da una visión general del problema alimentario-nutricional del niño, porque engloba la crónica y la aguda, definida por el peso del niño en relación al peso esperado para la edad (P/E). (INE, 1996)

#### **3.2 Desnutrición crónica o retardo en el crecimiento.**

En el estudio de la evolución de la desnutrición crónica aguda y global en niños de 12 a 36 meses de edad (ver anexo 2), se comparan los resultados obtenidos en 1995 con los resultados de la ENSMI-87, en los niños de 12-35 meses de edad. En la ENSMI-95 se encontró que en los niños de 12 a 35 meses de edad con información completa, 57 por ciento sufrían de desnutrición crónica, es decir, retardo en el crecimiento en talla para la edad. Alrededor del 5% presentó desnutrición aguda o emaciación y 35% desnutrición global. Al comparar estos resultados en 1987, se observa una ligera mejoría en la situación nutricional de los niños guatemaltecos. (INE, 1996)

Según los Indicadores de desnutrición infantil por características demográficas (ver anexo 3), la mitad de los niños menores de cinco años en Guatemala padecen de desnutrición crónica (T/E), de los cuales el 24 por ciento es considerado como "severa", ya que se encuentran por debajo de -3 desviaciones estándar del patrón de referencia. No se observan diferencias en la desnutrición crónica por sexo del niño, pero aumenta rápidamente con la edad del niño y alcanza alrededor del 57 por ciento entre los niños de 12-35 meses, mostrando los efectos acumulativos del retraso en crecimiento. Es el grupo de niños de 1 a 2 años donde la reducción de la desnutrición crónica ha sido más substancial desde un nivel del 69 por ciento en 1987. (INE, 1996)

Los niños de orden de nacimiento cuatro o mayor tienen una mayor probabilidad de sufrir de desnutrición crónica en comparación a los primeros hijos. De igual manera, la prevalencia de la desnutrición crónica en los niños que nacieron antes que los hermanos anteriores cumplieran los 2 años (57 por ciento), es mayor que cuando es el primer nacimiento (40 por ciento) o el intervalo entre los nacimientos supera los 48 meses (38 por ciento). Aún entre niños concebidos con intervalos relativamente amplios, cuatro años y más, alrededor del 54 por ciento de ellos se clasificarían como desnutridos. (INE, 1996)

Casi seis de cada diez niños en el área rural del país padecen de desnutrición crónica, en comparación con casi 1 de cada 4 en el área urbana, esto según los Indicadores de desnutrición infantil por características seleccionadas (ver anexo 4). La prevalencia de la desnutrición crónica es desproporcionadamente alta en la región Nor-Occidente, donde un 70 por ciento de los menores de cinco años la sufren, y es más del doble del nivel observado en la región Metropolitana (34 por ciento). Nótese además que en las regiones Sur y Nor-Occidente, más del 50 por ciento de la desnutrición crónica se identifica como severa (-3DE o más), comparado con alrededor del 40 por ciento para las otras regiones. (INE, 1996)

Por otro lado, solo el 9 por ciento de los niños de madres con nivel de educación superior y el 16 por ciento para aquellos hijos de madres con educación secundaria sufren desnutrición crónica, en contraste con el 64 por ciento de los hijos de madres sin educación. Por grupo étnico, el 68 por ciento de los niños del grupo Indígena padecen de desnutrición crónica, siendo mayor en 84 por ciento al porcentaje para el grupo Ladino que es de 37 por ciento. Con los resultados anteriores se evidencia la importancia de la relación entre educación de la madre y grupo étnico al ser notorias las diferencias en cuanto a los niveles de desnutrición crónica. (INE, 1996)

**3.2.1 Desnutrición aguda o emaciación.** El peso para la talla (P/T) es un indicador de desnutrición aguda el cual refleja la disminución de la masa muscular y la grasa corporal y mide el efecto del deterioro en la alimentación y la presencia de enfermedades en el pasado inmediato. Como se aprecia en los anexos 3 y 4, el adelgazamiento exagerado para la talla, efecto típico del sometimiento a hambrunas, no es prevalente en Guatemala, pues sólo un 3.3 por ciento de los niños menores de 5 años se pueden clasificar con desnutrición aguda. Al igual que en la ENSMI-87, la mayor prevalencia (2 por ciento) se observó en niños entre 1 y 2 años, debido a que a esa edad se acostumbra suspender la lactancia materna. (INE, 1996)

Es preocupante la alta prevalencia de desnutrición aguda en la región Central y específicamente en el departamento de Chimaltenango, en donde es casi dos veces más frecuente observar niños emaciados que en otros lugares del país. (INE, 1996)

**3.2.2 Desnutrición global o general.** El peso para la edad (P/E) es considerado un indicador general de la situación alimentaria de la población, porque refleja el estado nutricional actual y el anterior del niño, y es el más utilizado para el monitoreo del crecimiento físico del niño. Es decir, contiene en su definición a la desnutrición crónica, la que se atribuye a factores

estructurales de la sociedad, y a la desnutrición aguda, reflejada en la pérdida de peso reciente. (INE, 1996)

El 27 por ciento de los niños guatemaltecos menores de cinco años tiene un peso deficiente para su edad. La prevalencia es mayor en los niños de 1 y 2 años de edad, sexo masculino, de familia numerosa, con poco espaciamiento entre hijos, y cuyas madres tienen bajo nivel educación formal. Las regiones Nor-Occidente y Sur-Occidente, así como los departamentos de Quiché, San Marcos y Chimaltenango, son los que presentan mayor prevalencia de desnutrición global. Estos departamentos también son los que contienen mayor porcentaje de población Indígena, en quienes se encontró que la desnutrición global les afecta en 35 por ciento. (INE, 1996)

### **3.3 Lactancia y alimentación complementaria en Guatemala**

En Guatemala, la lactancia materna exclusiva es común durante los primeros 6 meses de vida. La alimentación complementaria con otros líquidos se inicia a edades tempranas, pero a un ritmo menor que el observado en otros países en América Latina. En el tipo de lactancia de los infantes, en anexo 5, se observa que después de los dos meses, un gran porcentaje de lactancia materna fue complementada y casi el 50 por ciento de los lactantes ya había ingerido alimentos sólidos; una tercera parte (34 por ciento) de los menores de dos meses estuvo lactando y recibiendo complementos alimentarios. (INE, 1996)

En el análisis de los tipos de complementos alimentarios (ver anexo 6), se observan las diferencias entre los infantes lactantes y aquellos que no estaban lactando. Fue frecuente que los niños recibieran leche de vaca (1 de cada 10 entre los niños de 2-7 meses u otros líquidos (más de dos de cada cinco de los niños de 4-5 meses). Los alimentos sólidos se introdujeron a partir del sexto mes de vida y al comenzar el segundo año de vida casi la totalidad de los lactantes habían recibido alimentos sólidos. (INE, 1996)

El uso de pacha también es común en Guatemala y es relativamente independiente de la edad del niño durante el primer año: a cualquier edad durante el primer año de vida, aproximadamente uno de cada cuatro niños fueron alimentados con pacha. Al final del segundo año de vida cerca de una tercera parte de los lactantes recibieron la pacha (29 por ciento). (INE, 1996)

El uso de pacha contribuye a las posibilidades para que el niño contraiga diarrea, dadas a las condiciones de acceso al agua potable y a la situación de higiene en los hogares, y disminuye el período de amenorrea post-parto de las madres, aumentando la probabilidad de nuevos embarazos ya que está comprobado que la lactancia materna produce la supresión hormonal de la ovulación, aumentando el espaciamiento entre los nacimientos. (INE, 1996).

## IV. REGULACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE EDIFICIOS INDUSTRIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS DE DESTETE.

Las regulaciones alimentarias de un país tienen enorme influencia en la situación de salud pública y socioeconómica. Tienen como objetivo brindar información actualizada sobre los requisitos para la instalación de plantas de producción y comercialización de alimentos en el país, y asegurar que los mismos sean inocuos, nutritivos y genuinos.

### 4.1 Legislación y normativa alimentaria

En Guatemala, la legislación y normativa alimentaria, esta delegada, según el Código de Salud, en su capítulo V sobre: "Alimentos, establecimientos y expendios" en la sección I: "Protección de la salud en relación con los alimentos". En el artículo 130 sobre: "Ámbito de las responsabilidades" en tres Ministerios del Gobierno. Estos ministerios tienen legislaciones y normativas específicas para la instalación de un edificio para la producción de alimentos, siendo estos ministerios y sus leyes y normas las siguientes:

1. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social: Por medio del departamento de Regulación y Control de Alimentos de la Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de la Salud.

- Norma sanitaria para la autorización y funcionamiento de fábricas de alimentos procesados y bebidas. (DRCA 003-99): Desarrolla todo lo relacionado a la autorización y control de las fábricas de alimentos y bebidas a nivel nacional, incluyendo buenas prácticas de manufactura.
- Ley y reglamento para la inocuidad de alimentos. (Acuerdo Gubernativo 969-99)

2. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación: Por medio de la unidad de normas y regulaciones.

- Ley y reglamento para la inocuidad de alimentos. (Acuerdo Gubernativo 969-99). En conjunto con el ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Esta ley tiene como finalidad la prevención y control en las etapas de producción, transformación, almacenamiento, transporte, importación y exportación de alimentos naturales no procesados.

3. Ministerio de Economía: Por medio de la Comisión Guatemaltecas de Normas (COGUANOR). En materia de industrias agrícolas y alimenticias, COGUANOR ha elaborado 277 normas obligatorias, 114 especificaciones, 154 métodos de ensayo, 4 de muestreo y 5 varias.

**4.1.1 Normativa internacional.** Los alimentos destinados para lactantes y niños, deben cumplir con las siguientes normas alimentarias del Codex Alimentarios, establecida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), así como por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

- CODEX STAN 72-1981, Alimentos envasados para Lactantes
- CODEX STAN 73-1981, Alimentos envasados para Lactantes y Niños.
- CODEX STAN 74-1981, Alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños.
- CAC/RCP 21-79, Código Internacional Recomendado de Practicas de Higiene para Alimentos para Lactantes y Niños.

## **4.2 Normativa ambiental**

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales: Por medio de la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales. Por medio del Instrumento de Evaluación Ambiental (Acuerdo gubernativo 23-2003): regula el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del ambiente de los habitantes, y establece que todo proyecto, obra, industria o cualquier actividad que, por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales.

### 4.3 Requisitos locales

Dependiendo de la ubicación regional dentro del país, en donde se ubique la planta procesadora para la producción de alimentos de destete, se deberán cumplir algunos requisitos locales, variando estos según la administración municipal de la región. Según lo indica el Código Municipal (Decreto 12-2002). Siendo los requisitos comúnmente solicitados los siguientes:

- Expediente de consultas: Donde se indica información general de la industria como: la categoría Industrial del edificio, estrato Ocupacional, Número de Trabajadores, peso de materiales, equipo y productos, ruido y vibraciones, humo, olores, polvo y suciedad emitida, gases nocivos, riesgo incendio y explosión, desechos líquidos, desechos sólidos, transporte utilizado y su afluencia, Integración arquitectónica urbana y efectos secundarios de la actividad industrial.
- Reglamentos de localización industrial específicos (Municipalidad de Guatemala): Definen según el tipo de actividad a realizar, las categorías y áreas específicas para la instalación industrial.

## V. PROCEDIMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS DE DESTETE

### 5.1 Recepción de materias primas

Se refiere a las actividades de entrada de los materiales al edificio industrial, de donde se deberán clasificar por el tipo de materia, el estado de transformación en que se encuentra (granos enteros, harina gruesa, harina fina, entre otros) y el proveedor, esto con el fin de poder establecer sistemas de trazabilidad fiables. Una vez recibida la materia prima debe ser almacenada inmediatamente en un lugar seco y apartado de la humedad e insectos. El almacenaje puede ser en contenedores o en un cuarto reservado para este propósito. (Sanogo, 1999)

La materia prima se clasificará como “No Apta” o “Provisionalmente Apta”. Las que sean “no aptas” serán recibidas pero, a ser posible, solo se utilizarán cuando se tenga la clasificación definitiva remitida por el laboratorio de análisis.

Se deberá tener como norma de no utilizar materias primas hasta que no se conozca el resultado de los análisis del muestreo, se aplicará rigurosamente para todos los ingredientes y especialmente para los que se reciban de forma individualizada y/o en gran cantidad.

### 5.2 Muestreo

Consiste en retirar pequeñas cantidades de la materia prima, que en su conjunto forman una muestra representativa del lote de la materia prima. Para que sea representativa, la muestra deberá poseer todas las características del lote. La recolección de la muestra es una operación muy importante para la clasificación del lote y debe ser efectuada de una manera correcta para evitar distorsiones en los datos, lo que podría traer consecuencias dañinas para el almacenamiento o comercialización del producto. (Arias, 1993)

**5.2.1 Equipos de muestreo.** Es importante determinar los equipos a utilizar, dentro de los cuales se pueden mencionar:

- **Muestreador simple:** Se utiliza para el muestreo de productos envasados (ej. sacos). Los muestreadores simples son metálicos y tienen forma cónica con una abertura para recibir la materia prima y un orificio por donde pasa el producto.
- **Muestreador compuesto o sonda de alvéolos.** Se utiliza para el muestreo de productos a granel. Posee varias aberturas que permiten la retirada de pequeñas muestras a diversas profundidades. Se utiliza para recolectar muestras en camiones graneleros, silos, vagones de ferrocarril, etc.
- **Sonda manual o de profundidad.** Esta sonda puede introducirse a distintas profundidades, por lo que es utilizada para recolectar muestras de productos a granel hasta los seis metros de profundidad.
- **Sonda neumática.** Esta sonda permite recolectar muestras a grandes profundidades por medio de la succión de la materia prima. Puede ocasionar errores en el muestreo debido a que extrae una mayor cantidad de impurezas livianas.
- **Recipiente tipo pelicano o cucharón.** Es un recolector de muestras para productos a granel que, por lo general, se utiliza cuando el producto está en movimiento, a la salida de los transportadores, ductos de descarga, cintas transportadoras, etc. (Arias, 1993)

**5.2.2 Momento en que se realiza muestreo.** La importancia del tiempo en que se realiza el muestreo debe contemplar la siguiente información:

- Cuando se recibe el producto. El muestreo tiene por finalidad determinar el contenido de humedad, impurezas y daños y la clasificación del producto; en el caso específico del trigo, calcular el peso por hectolitro. (Arias, 1993)
- Durante el almacenamiento. El muestreo se realiza para inspeccionar y clasificar el producto. La inspección tiene por objetivo comprobar la existencia de insectos, hongos y roedores, y si existe deterioro; además, está destinado a cuantificar el contenido de humedad del producto. (Arias, 1993)
- Durante la transferencia y pesaje (preparación para procesamiento) del producto. El muestreo tiene la finalidad de clasificar el producto. (Arias, 1993)

**5.2.3 Forma del muestreo.** En productos empacados en sacos: Primero se establece el número de sacos a muestrear. Cuando el lote contiene menos de 10 sacos, todos los envases deben muestrearse; si el lote contiene de 10 a 100 sacos, se recomienda muestrear por lo menos 10 sacos. Para lotes mayores de 100 sacos, el muestreo debe realizarse siguiendo las recomendaciones del cuadro 1. (Arias, 1993)

Cuadro 1

**Número de sacos a muestrear para lotes de más de 100 sacos**

<i>Lote</i>	<i>Muestreo</i>	<i>Lote</i>	<i>Muestreo</i>
101 - 121	11	1090- 1156	34
122-144	12	1157-1225	35
145-169	13	1226-1296	36
170-196	14	1297-1369	37
197-225	15	1370-1444	38
226-256	16	1445-1521	39
257-289	17	1522-1600	40
290-324	18	1601 - 1681	41
325-361	19	1682-1764	42
362-400	20	1765-1849	43
401 -441	21	1850- 1936	44
442-484	22	1937-2025	45
485-529	23	2026-2126	46
530-576	24	2117-2209	47
<i>Lote</i>	<i>Muestreo</i>	<i>Lote</i>	<i>Muestreo</i>
577-625	25	2210-2304	48
626-676	26	2304-2401	49
677- 729	27	2402 - 2500	50
730-784	28	2501 -2601	51
785-841	29	2602-2704	52
842-900	30	2705-2809	53
901-961	31	2810-2916	54
962-1024	32	2917-3000	55
1025 - 1089	33		

(Arias, 1993)

**5.2.4 Manejo de muestras.** Las muestras deben ser envasadas en recipientes apropiados e identificadas, anotando por lo menos: nombre de la unidad almacenadora, nombre del depositante, número del lote, tipo de producto, contenido de humedad, contenido de impurezas, fecha del muestreo y firma del que lo llevó a cabo. (Arias, 1993).

**5.2.5 Control Microbiológico de la materia prima.** El control Microbiológico tiene como finalidad controlar la carga microbiana y las reacciones químicas y bioquímicas que perjudican la eficacia del proceso y la calidad del producto. (Forsythe, 2003)

En todo Control Microbiológico de calidad destacan dos aspectos: El primero, la calidad higiénico – sanitaria: que no se distribuyan microorganismos patógenos para la salud. Y el segundo, la calidad comercial: presencia de microorganismos alterantes, que alteren el producto haciéndolo no comestible (aunque no sean patógenos). (Forsythe, 2003)

De los siguientes pasos, dependerá la eficacia de un análisis microbiológico:

- **Muestreo:** de forma adecuada y siguiendo los protocolos establecidos anteriormente.
- **Método analítico:** Pudiendo ser este por medio de detección y recuento de microorganismos individuales o por detección de presencia/ausencia de microorganismos.
- **Interpretación de resultados:** Es importante identificar los tipos de microorganismos que interactúan con la materia prima:
  - Los Indicadores de calidad microbiológica: en los criterios microbiológicos suelen usarse microorganismos indicadores m, que permiten evaluar la calidad de un producto o predecir su vida útil. (Forsythe, 2003)
  - microorganismos indicadores que sugieren la posibilidad de un riesgo microbiológico, los cuales tienen como objetivo revelar efectos de tratamiento que llevan consigo un peligro potencial. (Forsythe, 2003)

**5.2.5.1 Origen e importancia patológica de los microorganismos presentes en la materia prima.** Según su procedencia podemos agruparlos en dos categorías:

- **Endógeno:** ya están presentes en el producto o materia prima antes de su obtención o procesado. Serían aquellos que constituirían la microbiota normal de esas materias primas. (Forsythe, 2003)
- **Exógeno:** microorganismos que no existen en el producto o materias primas en el momento de la obtención, sino que se sumaron posteriormente a él, a partir del ambiente, durante la obtención, el procesado, transporte, entre otros. (Forsythe, 2003)

Dentro de este grupo, hay que destacar los que pueden resultar patógenos y pueden pasar al producto. Esta microbiota exógena está formada principalmente por microorganismos saprofitos (aquellos que viven a expensas de la materia orgánica muerta). Para controlarlos hay que saber de donde proceden. Pueden contaminar las materias primas o el producto de cinco lugares, a partir:

- **del suelo:** suele ser la fuente de contaminación con una mayor variedad de microorganismos y en cantidades elevadas. Por eso, se recomienda el lavado de las materias primas, para eliminar restos de polvo. (Forsythe, 2003)
- **de la materia fecal:** cuando los residuos fecales no son tratados adecuadamente, pueden pasar al suelo o al agua y de ahí a plantas y animales, aportando una gran cantidad de microorganismos que por su origen podrían ser patógenos para el hombre. Esa contaminación es habitual como consecuencia de una práctica, la fertilización de las cosechas con aguas residuales. (Forsythe, 2003)

- **del agua:** el agua puede estar contaminada con materia fecal. Las aguas naturales no sólo contienen microorganismos propios, sino que también los que proceden del suelo, de animales y de la materia fecal. Desde un punto de vista microbiológico, interesa un agua de características adecuadas al tipo de producto que se va a elaborar, puesto que puede ser el origen de microorganismos alterantes y patógenos. Por tanto, a la hora de montar una industria es necesario que tenga un abastecimiento hídrico de calidad. (Forsythe, 2003)
  
- **del aire:** la contaminación a partir del aire es importante tanto desde el punto de vista económico como sanitario. Sin embargo, el aire desempeña un papel de vehículo transmisor, ya que no tiene una microbiota típica. Los microorganismos del aire llegan a él por medio del polvo, tierra, salpicaduras de agua, de la actividad animal y humana o por hongos esporulados que crecen en paredes. Como consecuencia, la contaminación de microorganismos del producto puede ser muy grande. Algunos de estos microorganismos pueden ser especialmente patógenos, como los causantes de infecciones respiratorias. (Forsythe, 2003)
  
- **Por la elaboración y manipulación del producto:** Contaminación adicional por el equipo empleado en la preparación del producto, material de empaquetado y personal. (Forsythe, 2003)

**5.2.5.2 Métodos rápidos para la detección, enumeración e identificación de microorganismos en la materia prima.** Para la evaluación de muestras, obtenidas a partir de la materia prima, existen varios métodos de pruebas rápidas, fácilmente aplicables a nivel rural, las cuales representan un ahorro de tiempo en relación a un análisis de laboratorio microbiológico, debido a aspectos como:

- La necesidad de la espera a que los microorganismos crezcan en los medios de cultivo para visualizar su presencia, siendo además muchos de ellos de crecimiento lento. (Forsythe, 2003)
- Los microorganismos de interés están presentes a menudo en cantidades muy pequeñas con respecto al resto de la microbiota acompañante, de ahí que sea necesario hacer un preenriquecimiento previo en medios selectivos. (Forsythe, 2003)
- En función del producto a analizar, es necesario realizar un previo tratamiento o purificación de los microorganismos, para evitar las interferencias de la matriz en la que estos se encuentran (decantaciones, trituraciones, etc.).(Forsythe, 2003)

Algunos de estos métodos aplicables son:

- **Pruebas de reducción de colorantes:** considerado también como un método indirecto de recuento de microorganismos, es aquel que se basa en la respuesta de varios colorantes redox ante la presencia de microorganismos activos desde el punto de vista metabólico. Habitualmente la forma oxidada del colorante es de algún color y la forma reducida es incolora. Estos colorantes son capaces de captar los electrones de un sistema biológico activo y esta captación es la que origina el cambio de color. Se utilizan colorantes como el azul de metileno o la resazurina, que se decoloran a una velocidad proporcional a la actividad de las reductasas bacterianas. Para realizar una prueba de reducción de colorantes se mezclan sobrenadantes de los alimentos con una disolución patrón del colorante. El tiempo transcurrido para que tenga lugar la reducción del colorante (decoloración) es inversamente proporcional al número de microorganismos existentes en la muestra. Estas técnicas son sencillas, baratas y rápidas. (Forsythe, 2003)

- **Métodos basados en anticuerpos (inmunoensayos):** estos métodos están disponibles para una gran cantidad de microorganismos y grupos bacterianos, así como también para muchas toxinas. Estos ensayos consisten en el uso de anticuerpos para la detección específica de antígenos presentes en el microorganismo o grupo bacteriano que queramos identificar o directamente contra sus toxinas. (Forsythe, 2003)
- **Métodos basados en sustratos fluorógenos o cromógenos:** una forma de ganar especificidad para la detección de un determinado microorganismo en un medio de cultivo, es detectando la presencia de una enzima que sólo esté presente en ese microorganismo o en ese grupo. La presencia de esa enzima se puede detectar añadiendo al medio de cultivo un sustrato adecuado, que al ser hidrolizado por la enzima genere un compuesto fluorescente o coloreado. El sustrato más importante es el 4-metilumbeliferil- $\beta$ -D-glucurónico (MUG). El cual es hidrolizado por la  $\beta$ -D-glucuronidasa, para liberar el compuesto fluorescente 4-metilumbeliferil, que se detecta cuando se ilumina con luz UV. Se usa para la detección específica de E.Coli, que es el principal microorganismo productor de esta enzima, de ahí que sea de gran utilidad como agente diferencial en los medios de cultivo. Así, usando un medio selectivo para enterobacterias, suplementado con el reactivo MUG, podemos hacer un recuento simultáneo de enterobacterias y dentro de ellas de E.Coli, puesto que serían aquellas colonias que presenten fluorescencia cuando se iluminan con luz UV. (Forsythe, 2003)

### 5.3 Limpieza, zarandeo y secado de materias primas

**5.3.1 Limpieza.** La limpieza de la materia prima tiene como finalidad la conservación de la misma, durante el almacenamiento es necesario considerar dos aspectos importantes de las impurezas; uno de ellos es el hecho de que su

presencia hace más difícil la conservación de los granos, y el otro se refiere a la dificultad que presentan para la buena operación de la maquinaria con que se va a trabajar. El exceso de impurezas influye en forma negativa en la conservación de los productos almacenados, porque normalmente son higroscópicas y tienden a humedecer los granos, además de ser un medio favorable para el desarrollo de insectos y microorganismos. (Arias, 1993)

En el caso de la aireación y el control de los insectos, las impurezas son perjudiciales porque ocupan los espacios intermedios entre la materia prima, dificultando el movimiento del aire. En consecuencia, se puede concluir que un alto contenido de impurezas disminuye la eficiencia de las secadoras, dificulta la aireación de los productos almacenados y reduce la eficacia de los insecticidas y fumigantes. (Hoseney, 1990)

**5.3.1.1 Impurezas en la materia prima.** Las impurezas que comúnmente se encuentran en los productos agrícolas, por lo general son fragmentos provenientes del cultivo y la propia planta, como rastrojos, hojas, trozos de granos, ramas, pajas, etc. Existen otras impurezas que no provienen del cultivo en sí, a las cuales se les denomina materias extrañas y que generalmente están constituidas por semillas silvestres, parte de otras plantas, además de terrones, arena, piedras, etc. (Arias, 1993)

Las impurezas presentes en los productos agrícolas son consecuencia del descuido durante el cultivo, principalmente en el control de malezas, y de los métodos utilizados para la cosecha. Con un poco de cuidado durante la cosecha es posible evitar el corte de partes innecesarias de la planta, lo que disminuye la cantidad de impurezas en el producto cosechado. Cuando la cosecha es mecanizada, es necesario regular bien la cosechadora para obtener un producto más limpio. (Arias, 1993)

**5.3.1.2 Límite de impurezas.** Según las recomendaciones básicas que rigen las leyes del comercio internacional para la clasificación de

granos y semillas (cuadro 2), el contenido de impurezas máximo de acuerdo con el tipo de grano son:

**Cuadro 2**  
**Límite de impurezas en los cereales**

Tipos	Arroz con cáscara		Fríjol		Maíz		Soja		Sorgo		Trigo	
	H%	I%	H%	I%	H%	I%	H%	I%	H%	I%	H%	I%
1	13	0,50	15	0,50	14,5	1,50	14	1,00	14	1,00	14	0,00
2	13	0,75	15	1,00	14,5	2,00	14	1,50	14	2,00	14	1,00
3	13	1,00	15	1,50	14,5	3,00	14	3,00	14	4,00	14	1,50
4	13	1,25	15	2,00	-	-	14	6,00	-	-	-	-
5	13	1,50	15	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-
6	13	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	13	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

H = Contenido de humedad, base húmeda; I = Contenido de impurezas.

Fuente: (Arias, 1993)

La limpieza del producto en las unidades almacenadoras se realiza, por lo general, antes de pasar los granos por la secadora. Esta operación, que se denomina "pre-limpieza", deja un máximo de 2 por ciento de impurezas, facilita el secado, economiza tiempo y combustible, y disminuye el riesgo de incendios en la secadora. Después del secado se puede continuar eliminando las impurezas hasta que su contenido sea del 0,5 por ciento como máximo. Esta última operación se llama "limpieza" propiamente tal y permitirá una mejor conservación del producto durante el almacenamiento. (Arias, 1993)

**5.3.2 Zarandeo.** El zarandeo de la materia prima consiste en la eliminación total o parcial de las impurezas, para facilitar su conservación durante el almacenamiento y para cumplir las normas sobre el contenido de impurezas en el momento de su procesamiento. (Arias, 1993)

**5.3.2.1 Principios básicos del zarandeo.** La separación de las impurezas de la materia prima se basa en las diferencias que existen entre las propiedades físicas de los mismos y las impurezas. Cuando estas propiedades

son similares o idénticas, la separación se torna difícil, como por ejemplo, cuando las piedras tienen el mismo tamaño que algún grano que se está limpiando. En este caso, siempre que sea posible, la separación debe basarse en la propiedad cuya diferencia sea más pronunciada. Las máquinas de limpieza realizan la separación en función de tres características básicas: tamaño, forma y velocidad terminal. Las características de tamaño y forma de un producto interactúan durante el proceso de separación, por lo que es muy importante definir correctamente estas características.

- **Tamaño:** Los granos tienen tres dimensiones: largo, ancho y grosor. En las máquinas de limpieza, para realizar la separación se utilizan únicamente las dimensiones de largo y grosor.
  - Separación en función del ancho: Para separar los granos de un mismo ancho se puede utilizar una zaranda de orificios redondos, considerando que los granos tienen el mismo largo y espesor.
  - Separación en función del grosor. Los granos que poseen grosores diferentes pueden ser separados con una malla de orificios alargados u oblongos, si tienen el mismo largo y ancho.
  - Separación en función de la longitud. Los materiales o granos que poseen idéntico ancho y grosor pero diferentes longitudes, pueden separarse mediante el uso de un separador de disco o cilindro alveolado; no es posible separarlos por medio de limpiadoras de zarandas.
  
- **Forma:** La elección del tipo de perforación de las mallas usadas como separadores en las máquinas de limpieza está relacionada con la forma del producto. De acuerdo con el tipo de materia prima, es necesario elegir una malla apropiada a la forma del producto que se pretende separar.

- **Velocidad terminal (o resistencia al aire):** La velocidad terminal es una propiedad física muy utilizada en la separación de impurezas de un producto.

Si el producto es sometido a una corriente de aire ascendente y comienza a flotar, la velocidad de la corriente de aire en equilibrio con las fuerzas del producto se conoce como "velocidad terminal" de ese producto. Si la velocidad del aire aumenta o disminuye, el producto tenderá a desplazarse. (Arias, 1993)

Las máquinas de limpieza que utilizan la velocidad terminal para la separación de impurezas, someten al producto a una corriente de aire que tiene una velocidad menor que la velocidad terminal de los granos, por lo que las impurezas más livianas (como cáscaras y polvo) son impulsadas por la corriente de aire, facilitando su separación. En las máquinas de limpieza, el ventilador aspira el aire, formando una corriente que al pasar por una capa delgada de granos elimina las impurezas más livianas y deja las más pesadas; éstas son separadas después por medio de mallas o zarandas. En las máquinas de limpieza más eficientes, se utiliza además una segunda aspiración de las impurezas después de que los granos han pasado por las zarandas, con la finalidad de lograr una limpieza más completa. (Arias, 1993)

**5.3.2.2 Métodos de Zarandeo.** Existen diversos métodos por medio del cual se puede efectuar este proceso, como los que se mencionan a continuación:

- **Manual:** El método manual consiste en separar las impurezas por medio de cernidores o zarandas manuales; por lo general se utilizan dos cernidores, uno sobre el otro. Los orificios del primer cernidor deben ser de un tamaño que permita el paso del producto y que no deje pasar las impurezas mayores. Los orificios del segundo cernidor deben retener los granos y deben dejar pasar las impurezas menores. (Hoseney, 1990)

- **Mecánico:** El método mecánico para la determinación de impurezas consiste en pasar una muestra del producto por una pequeña máquina de limpieza. Esta máquina separa las impurezas más livianas utilizando una corriente de aire y usa un juego de zarandas para retirar las más pesadas. Por tratarse de un método mecánico, evita los errores que puedan ser cometidos por el operador y realiza una mejor separación de las impurezas del producto. Se recomienda contar con un separador por tamices, de preferencia del tipo vibratorio, con un rango de vibraciones de aproximadamente 1800 a 3600 vibraciones por minuto, el cual removerá residuos ya sean más gruesos o más finos (desde 2.00 mm. hasta 250 mic.) que la materia prima. Se pueden aplicar sistemas de aspiración para lograr una mejor remoción de impurezas. (Hoseney, 1990)

5.3.3 **Secado.** El secado es un proceso de gran importancia en la cadena de producción de alimentos, ya que el contenido de humedad es, sin duda, la característica más importante para determinar si la materia prima corre el riesgo de deteriorarse durante el almacenamiento. El secado se realiza para inhibir la germinación de las semillas, reducir el contenido de humedad de la materia prima hasta un nivel que impida el crecimiento de los hongos, y evitar las reacciones de deterioración. (Arias, 1993)

**5.3.3.1 Métodos de secado.** El método de secado generalmente es el principal factor que determina la selección de otros componentes del sistema de manejo de materias primas. En Guatemala, los métodos disponibles para secar los productos agrícolas a nivel del agricultor están limitados, la mayoría de las veces, al uso de una combinación de radiación solar y el movimiento natural del aire ambiente: o sea, el secado natural. Otros métodos de secado son, en cierto modo, complejos y requieren de una mayor experiencia y esfuerzo de parte del agricultor; éstos corresponden al secado artificial.

Los métodos para el secado artificial de materia prima se dividen, de una manera general, en dos clases principales: aquella en la que el grano se seca por lotes y aquella en que el grano se seca por medio de un flujo continuo. (Arias, 1993)

Los métodos de secado se deben elegir en función del clima, economía y circunstancias sociales bajo los cuales van a ser empleados. Esto es especialmente importante cuando existen métodos que ya han sido empleados desde hace mucho tiempo por los agricultores de una comunidad. (Arias, 1993), dentro de los que se pueden mencionar:

- **Secado natural:** Se entiende por secado natural aquel en que el movimiento del aire de secado se debe a la acción de los vientos, y la energía para evaporar la humedad proviene de la capacidad de secado del aire y de la incidencia directa de la energía solar. El secado natural en el campo se realiza directamente en la planta y después de la cosecha, cuando se colocan la materia prima en montones, pilas, manojos o hileras que se dejan secar al sol. Para reducir el tiempo de secado es común construir patios de secado o secadores simples que aprovechan la acción del viento y la energía solar. Este método de secado es muy utilizado por la mayoría de los agricultores de Guatemala, por lo general, por el desconocimiento de técnicas más modernas y porque las condiciones climáticas permiten su uso a un costo muy reducido. Otra gran limitante para el uso de tecnologías más elaboradas lo constituye el nivel de inversiones que se requiere y que, por lo general, se encuentran muy por encima de las posibilidades de muchos productores rurales. (Sanogo, 1999)
  
- **Secado artificial:** Para el secado artificial de granos existen básicamente dos métodos: uno que emplea altas temperaturas (entre 45 y 120 C, o más en algunos casos) y el otro, que emplea bajas temperaturas. El secado a bajas temperaturas (con o sin calentamiento suplementario del aire de

secado) es un proceso de gran eficiencia energética, con el cual se obtiene un producto final de óptima calidad cuando se realiza en forma adecuada, ya que la temperatura sólo se incrementa unos pocos grados más arriba de la temperatura ambiente (1 -5 C).

El principal problema que se presenta en el secado de materia prima a bajas temperaturas lo constituye el peligro de deterioro del producto debido al largo tiempo que se requiere para el secado. El secado artificial con altas temperaturas es más rápido; sin embargo, la eficiencia energética es menor. (Sanogo, 1999).

Los sistemas para el secado artificial de materia prima están constituidos por un ventilador que mueve el aire y que lo fuerza a pasar por la materia prima, una cámara para contener la materia prima y un quemador que permite aumentar la temperatura del aire de secado. Cuando la materia prima se va a secar en flujos continuos, los secadores requieren equipos especiales para llenarlos con materia prima húmeda y para vaciarlos cuando esta seca. En los secadores estacionarios o por lotes, la materia prima se retira del secador después que se ha secado y enfriado. Cuando el secado se realiza a bajas temperatura, la materia prima puede ser almacenada en el lugar del secado. (Arias, 1993)

#### **5.4 Almacenamiento de materias primas**

El contenido de humedad, la temperatura, los hongos, los insectos, las impurezas presentes en la materia prima, los daños físicos y los roedores son factores que influyen en la conservación de la materia prima durante el almacenamiento. De estos factores, los principales que influyen en el deterioro de la materia prima son la temperatura y el contenido de humedad. En general, mientras más seco y frío se conserve la materia prima durante el

almacenamiento, mayor será el periodo que permanecerá en buenas condiciones. (Arias, 1993)

El tiempo de almacenamiento y la conservación de su calidad están estrechamente correlacionados con el contenido de humedad y la temperatura de la materia prima. Cada producto debe tener un contenido de humedad adecuado para que pueda ser almacenado con seguridad. (Sanogo, 1999)

**5.4.1 Sistemas de almacenamiento de la materia prima.** Entre los sistemas de almacenamiento disponibles existen varias opciones, algunas a nivel rural y otras para almacenar mayores volúmenes de materia prima. La elección del mejor sistema depende de:

- El tipo de producto.
- Los métodos de manejo (sacos o a granel).
- Las instalaciones que ya existen.
- El costo y de la disponibilidad financiera.
- La mano de obra disponible.
- La cantidad de materia prima que se quiera almacenar.

Para disminuir los costos de producción se recomienda utilizar los materiales de construcción que existen en la localidad, tales como el tonel, el silo: metálico de pequeña capacidad, de hierro-cemento, de suelo-cemento "joao-debarro", de albañilería con sistema de aireación y por último el metálico comercial, de los que a continuación se presenta algunos detalles:

- **Tonel:** Descripción. El tonel de 220 litros (55 galones) es muy fácil de encontrar y representa una buena alternativa para almacenar pequeñas cantidades de materia prima a granel. En este tipo de recipiente, la materia prima se conserva bien y por bastante tiempo si el manejo es correcto; además, tiene bajo costo y buena duración si se le da un adecuado mantenimiento. El tonel tiene capacidad para almacenar unos

220 litros de materia prima, es decir, de 130 a 180 kilogramos. (Arias, 1993)

- **Silo metálico:** El silo metálico se construye con láminas o chapas metálicas galvanizadas, ensambladas y soldadas en forma de cilindro. El silo debe colocarse sobre una tarima en un área cubierta, protegido del sol y la lluvia. (Arias, 1993)
- **Silo de hierro-cemento:** El silo de hierro-cemento tiene la forma de cono y la base semejante a un casco esférico, lo que permite almacenar mucha materia prima en una pequeña construcción. Las paredes están hechas de un material formado por una tela de alambre, hierro de construcción y una mezcla o argamasa de cemento y arena. El silo de hierro-cemento se usa para almacenar materia prima a granel. (Arias, 1993).
- **Silo suelo-cemento:** Este silo consiste en una construcción de forma cilíndrica, revestida interna y externamente con bambú y elevada a 80 cm. del nivel del suelo. Para la sustentación del silo se utilizan estacas de madera. Para el techo se pueden usar distintos materiales, como paja, hojas de palma o tejas. (Arias, 1993).
- **Silo de albañilería:** Es una construcción de albañilería de forma cilíndrica, con una abertura en la parte superior para la carga y otra en la parte inferior para la descarga del silo. El techo puede ser construido de tejas de asbesto-cemento, de barro o de paja. (Arias, 1993).
- **Silo metálico:** Los silos metálicos son muy conocidos en Guatemala para almacenar grandes y medianos volúmenes de materia prima. Su capacidad unitaria de almacenamiento puede variar desde 7 hasta 6.200 toneladas de granos de acuerdo con las necesidades. Además, permiten la ampliación gradual de la capacidad de almacenamiento a través de la instalación de nuevas unidades adicionales. Estos silos son construidos generalmente de láminas o chapas metálicas lisas o corrugadas, de hierro galvanizado o de aluminio. Pueden tener fondo plano o cónico; en los silos de fondo plano, la descarga se realiza con equipo mecánico y

en los silos de fondo cónico, se efectúa por gravedad. Los equipos para cargar y descargar los granos pueden ser portátiles o fijos, siendo común el uso de elevadores de cangilones y transportadores helicoidales o neumáticos. (Arias, 1993)

En las regiones tropicales y subtropicales, como Guatemala, la radiación solar que incide en las paredes externas del silo puede causar condensación del vapor de agua en las paredes internas. Para evitar que esto ocurra, los silos metálicos deben contar con un sistema de termometría y aireación. El sistema de termometría deberá detectar rápida y eficientemente la existencia de focos de calentamiento en la masa de granos. El sistema de aireación debe ser capaz de enfriar la masa de granos para evitar su deterioro. (Arias, 1993)

## **5.5 Molienda y separación**

**5.5.1 Molienda.** La molienda es una operación que reduce el volumen promedio de las partículas de la materia prima sólida. La reducción se lleva a cabo dividiendo o fraccionando la materia prima por medios mecánicos hasta el tamaño deseado. Los métodos de reducción más empleados en las máquinas de molienda son compresión, impacto, frotamiento de cizalla y cortado. (Foust, 1980)

Las principales clases de máquinas para molienda son:

- Trituradores (gruesos y finos)
  - de quijadas.
  - giratorio.
  - de rodillos.
- Molinos (intermedios y finos).
  - de martillos.
  - de rodillos de compresión.
  - de tazón.
  - de rodillos.
  - de fricción.

- Molinos revolvedores.
  - de barras.
  - de bolas.
  - de tubo.
  - Ultrafinos.
  - Cortadores y cortadores de cuchillas.

(Foust, 1980)

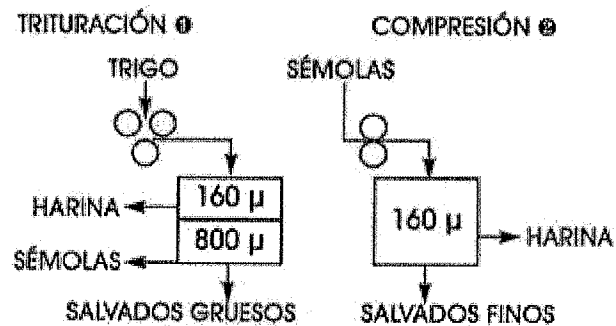
La operación de molienda se realiza en varias etapas:

- **Primera:** consiste en fraccionar sólidos de gran tamaño. Para ello se utilizan los trituradores o molinos primarios. Los más utilizados son: el de martillos y los trituradores de quijadas o molinos de mandíbulas. (Foust, 1980)
- **Segunda:** sirve para reducir el tamaño con más control, manejándose tamaños intermedios y finos. Para esta etapa el molino más empleado en la industria es el molino de bolas. El molino de bolas lleva a cabo la mayor parte de la reducción por impacto. Cuando éste gira sobre su propio eje, provoca que las bolas caigan en cascada desde la altura máxima del molino. Esta acción causa un golpeteo sobre el material a moler; además de un buen mezclado del material. De esta manera la molienda es uniforme. (Foust, 1980)

El tipo de molino comúnmente utilizado en este tipo de industria el de rodillos, consisten en un par de rodillos que por medio de compresión y frotamiento reducen el volumen de la materia prima. Estos se denominan de acuerdo con la longitud y el diámetro de los rodillos. Debiéndose utilizar rodillos de por lo menos 230 mm. de diámetro y 1050 mm. De longitud con un espaciamiento desde 2.5 mm. Para granos grandes (Ej. maíz) hasta 0.875 mm. Para granos más pequeños (Ej. arroz) aproximadamente. El objetivo es llevarlo a una harina fina (160  $\mu\text{m}$ ), como lo indica el grafico 1. (Hall, 1990)

Grafico 1

**Ejemplo del tamaño de harinas  
obtenidas a partir de trituration y compresión.**



(Hall, 1990)

5.5.2 **Tamizado.** La separación de materiales sólidos por su tamaño es importante para la producción de diferentes productos y en especial para alimentos de destete. Además de lo anterior, se utiliza para el análisis granulométrico de los productos de los molinos para observar la eficiencia de estos y para control de molienda de diversos productos o materias primas.

El tamiz consiste de una superficie con perforaciones uniformes por donde pasará parte del material y el resto será retenido por él. Para llevar a cabo el tamizado es requisito que exista vibración para permitir que el material más fino traspase el tamiz. (Hoseney, 1990)

De un tamiz o malla se obtienen dos fracciones, los gruesos y los finos: la nomenclatura es la siguiente, para la malla 100, + 100 indica los gruesos y -100 indica los finos. Si de un producto se requieren N fracciones (clasificaciones), se requerirán N-1 tamices. Los tipos de tamices que vibran rápidamente con pequeñas amplitudes se les llama "Tamices Vibratorios".(Hoseney, 1990)

Las vibraciones pueden ser generadas mecánica o eléctricamente. Las vibraciones mecánicas usualmente son transmitidas por excéntricos de alta velocidad hacia la cubierta de la unidad, y de ahí hacia los tamices. El rango de vibraciones es aproximadamente 1800 a 3600 vibraciones por minuto. (Hoseney, 1990)

El tamaño de partícula es especificado por la medida reportada en malla por la que pasa o bien por la que queda retenida. En el caso de harinas se recomienda que tenga un tamaño menor de 160  $\mu\text{m}$ ; que corresponde a una malla de No. 100 (Standard sieve U.S.A. specifications ASTM E-11-87). (Hoseney, 1990)

Para que ésta pueda ser llamada harina por lo menos el 97% del producto obtenido deberá pasar através del tamiz indicado anteriormente. Según la granulación de las harinas se pueden clasificar en cuatro categorías:

- Salvados Gruesos (Tamiz No. 10 al 20, corresponde a 2mm a 850  $\mu\text{m}$ )
  - Sémolas (Tamiz No. 25 al 40, corresponde a 710  $\mu\text{m}$  a 425  $\mu\text{m}$ )
  - Harinas (Tamiz No. 45 al 120, corresponde a 355  $\mu\text{m}$  a 125  $\mu\text{m}$ )
  - Harinas Finas (Tamiz No. 100, correspondiente a 160  $\mu\text{m}$ )
- (Standard sieve U.S.A. specifications ASTM E-11-87). (Hoseney, 1990)

**5.5.3 Tostado.** Es una operación en la que se emplea el aire caliente o la radiación con el objetivo de modificar la capacidad digestible del alimento. En el tostado no se busca todo lo posible el agua si no que se busca secar la superficie y dejar un poco de humedad en el interior.

La composición química de la materia prima cambia durante el proceso de tostado: el agua se disipa en el grano y una serie de reacciones químicas convierte los azúcares y almidones en aceites, los cuales otorgan aroma y sabor a la materia prima. Al ser tostado, por lo general, la materia prima aumenta su

tamaño al doble, y la caramelización del azúcar cambia el color a marrón. (Sanogo, 1999)

Según Arias (1993), el aporte de calor se puede hacer de las siguientes maneras, por medio de:

- radiación (en hornos refractarios)
- conducción (por contacto directo).
- convección (por corrientes de aire caliente).

Lo más común es combinar los tres métodos con predominio de alguno de ellos, siendo en la mayoría de los casos la convección el predominante. (Arias, 1993)

En este proceso existirá una capa de aire sobre el producto que va a resultar negativa porque dificulta la transmisión del calor e impide una completa evaporación del agua. El que esa capa de aire sea más o menos gruesa será función de la forma del alimento y de la velocidad del aire en el horno. De estos dos parámetros sólo vamos a poder modificar el segundo; los hornos poseen ventiladores que mueven y desplazan esa capa de aire reduciendo su grosor. (Arias, 1993)

La mayoría de los alimentos tienen una baja conductividad del calor (galletas, panes, productos cárnicos...) por lo que el calor no penetra rápidamente en el alimento (en la rapidez influye tamaño del alimento). (Arias, 1993)

El que el calor llegue más o menos al interior va a depender más del tiempo de tratamiento que de la temperatura del aire: una temperatura muy alta va a formar una costra superficial que impide o disminuye la penetración del calor. (Arias, 1993)

**5.5.4 Pesaje de ingredientes por formulación.** Los ingredientes del alimento complementario son pesados individualmente y mezclados en la trituration de todos los ingredientes. (Sanogo, 1999)

### **5.5.5 Trituración y mezcla**

**5.5.5.1 Trituración o segunda molienda.** La harina para infantes requiere una molienda fina para una buena conservación. La humedad de la harina, como consecuencia de la humedad de los granos, es decisiva para una larga conservación y para el sabor del producto final. El equipo utilizado para la trituration y mezclado o segunda molienda debe ser adaptado para moler harinas finas. El contenido de humedad aceptable es de un 16%. Para moler harinas, existen dos tipos de molinos: el molino de martillos y el molino de bolas. (Sanogo, 1999)

La fineza de la harina, controlada por tamices, también es importante porque entre más pequeña la partículas de la harina mejor será la absorción por el niño. Dependiendo del tipo de molino, la molienda puede hacerse dos o tres veces sucesivamente para poder obtener el tamaño de partícula deseada, la cual debería de ser en un aproximado de 160  $\mu\text{m}$  (Standard sieve U.S.A. specifications ASTM E-11-87). (Hoseney, 1990).

La harina luego deberá ser enfriada en recipientes tapados. (Sanogo, 1999)

**5.5.5.2 Mezclado.** El objetivo del mezclado es crear una mezcla homogénea que cubra todos los requerimientos nutricionales del alimento, según las especificaciones de la formulación, para lo cual cualquier muestra que se tome de una mezcla debe ser idéntica en contenido nutricional a cualquier otra mezcla. (Bortone, 2001)

### Propiedades físicas de los ingredientes

- Tamaño de partícula
- Forma de las partículas
- Densidad o peso específico
- Higroscopicidad
- Carga estática
- Adhesividad

(Bortone, 2001)

Las primeras tres propiedades son las más importantes. Las partículas grandes y pequeñas no se mezclan bien. Se puede lograr un mejor mezclado cuando el rango de diferencia de tamaño de partículas es menor. Las partículas de alta densidad, como los minerales, tienden a segregarse en el fondo de la mezcladora. (Bortone, 2001)

La higroscopicidad que es la tendencia de los ingredientes de atraer agua también puede causar problemas en el mezclado. Un material muy higroscópico puede absorber agua del medio ambiente y formar grumos o pelotas que no se dispersan bien en el mezclado. Otros ingredientes, además de ser higroscópicos, pueden también cargarse con electricidad estática. Esto también es causante de segregación en el mezclado debido a que algunos de estos ingredientes se pueden pegar a las paredes de las tolvas o de la mezcladora sin dispersarse en la mezcla. (Bortone, 2001)

Como ya fue mencionado en la sección de molienda, uno de los sitios en donde se puede controlar la variación de los ingredientes es en la molienda. El uso apropiado de molinos de martillos o pulverizadores puede producir el tamaño deseado de partículas. El tamaño adecuado de las partículas de la mezcla ayudara a obtener una mezcla más Homogénea.

La siguiente es la secuencia recomendada para la adición de los ingredientes:

- Ingredientes Mayores: se añaden primero los de mayor cantidad (harina de trigo, maíz etc.) y por ultimo los de menor cantidad. (Bortone, 2001)
  
- Ingredientes Menores – se añaden por ultimo comenzando por el de mayor cantidad (aditivos, vitaminas, etc.) y terminando con el de menor cantidad. (Bortone, 2001)

Los ingredientes menores deben añadirse al final para evitar que terminen en el fondo de la mezcladora o cualquier otro punto muerto (depende del diseño de la mezcladora), que no permite su distribución homogénea en la mezcla. (Bortone, 2001)

Este no es el único problema, también pueden generarse contaminaciones a causa del arrastre de ingredientes entre una fórmula y otra. Las contaminaciones cruzadas son de particular preocupación. Una vez determinado el tiempo de mezclado optimo (tiempo en relación al numero de mezclas por hora) se puede utilizar el coeficiente de variación como una herramienta para determinar el buen funcionamiento de la mezcladora. (Bortone, 2001)

Por lo general, bajos coeficientes de variación, cuando ya se ha determinado el tiempo de mezclado, indican que algo está sucediendo con el funcionamiento de la mezcladora como por ejemplo: desgaste de las paletas, o cinta, acumulaciones de material en las paletas o cinta que afectan el movimiento correcto de la mezcla, o derrames causados por compuertas que no cierran bien. (Bortone, 2001)

**5.5.5.2.1 Tipos de mezcladoras.** Existen tres tipos de mezcladoras: horizontales, verticales, y mezcladores continuos.

La mezcladora más utilizada en la producción de alimentos de destete son las horizontales. (Por eso únicamente se hará referencia a este tipo). Las verticales por requerir tiempos de mezclado muy largos no se deben considerar al momento de seleccionar equipos para una planta de alimentos de destete.

- **Mezcladora horizontal:** Por lo general estos tipos de mezcladoras están equipadas con cintas o aspas que rotan de derecha a izquierda transportando los materiales de un lado al otro. Otro diseño incorpora paletas montadas sobre un eje. Estas últimas permiten adicionar mayor cantidad de líquidos. Por lo general el tiempo de mezclado (CV < 10%) es mucho menor que el de la mezcladora de cintas. (Bortone, 2001)
- Estas mezcladoras deben ser equipadas con una tolva pulmón que permita la descarga instantánea de la mezcla. Con este tipo de mezcladoras se reduce considerablemente lo que se conoce como el tiempo de Bacheo o de lote, que inicia desde el momento que los ingredientes se comienzan a añadir hasta que la mezcla es descargada de la mezcladora. En el caso que se utilice post molienda, el ciclo comienza con la pesada y molienda de los ingredientes mayores (que requieren molienda) hasta la adición de los ingredientes menores, líquidos a la mezcladora terminando con la descarga de la mezcla en la tolva de desalojo. (Bortone, 2001)

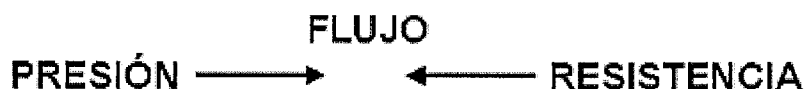
## **5.6 Extrusión**

La extrusión se ha vuelto un proceso importante en la fabricación de alimentos. Es capaz de efectuar un número de operaciones, incluyendo cocción, formación, texturización y deshidratación de materiales alimenticios,

particularmente aquéllos como granos, leguminosa y semillas. Estas operaciones están contenidas en una pieza de equipo compacto, el cual desperdicia poca energía y necesita únicamente una pequeña cantidad de espacio.

La acción de la extrusión sobre el almidón (componente mayoritario de los cereales) se basa en la desorganización de su estructura interna, gracias a la combinación del efecto del calor, la humedad y la presión, transformándose en una fase de Gel. Este fenómeno se conoce con el nombre de gelatinización. El almidón gelatinizado es más fácilmente atacable por los enzimas, facilitando su digestión. Así, está claramente indicado para dietas de animales en primeras edades, cuya capacidad enzimática no está suficientemente desarrollada. (Ripoll, 1993)

**5.6.1 Flujo y resistencia.** El proceso fundamental de extrusión consiste en un aparato generador de presión, el cual causa que el producto se mueva como un líquido en un flujo laminar a través de una resistencia. Estos dos componentes, flujo y resistencia, determinan el proceso de extrusión y el tipo de producto que hace. (Miller, 2005)



La presión y el flujo pueden ser causados por un número de mecanismos, incluyendo pistones y rodillos. Aunque estos son utilizados en muchos casos, el uso de tornillos es más importante. Los tornillos no sólo movilizan el producto hacia adelante, generando presión, sino que también mezclan el producto, ayudando a la generación y transferencia de calor, y a la texturización y homogeneización. (Miller, 2005)

**5.6.2 Corte y mezcla.** El producto contenido en el canal de un tornillo rotatorio es cortado, esto significa que se adhiere a dos superficies diferentes (tornillo y barril) que se mueven respecto a cada uno. (Miller, 2005)

La velocidad del producto en el canal varía de cero (en el barril) a un máximo en la superficie del tornillo. En este gradiente de velocidad, las capas del producto se deslizan unas sobre otras. A esto se le llama corte, un factor muy importante en extrusión de tornillo. La razón del corte es proporcional a la velocidad y diámetro del tornillo e inversamente proporcional a la profundidad del canal. (Miller, 2005)

El corte hace que un producto se estire, acelera la gelatinización de almidones y otras reacciones, alinea moléculas de cadena larga y puede depolimerizarlas (causando dextrinización). (Miller, 2005)

**5.6.3 Preacondicionado.** El preacondicionado de la Materia Prima consiste básicamente en dos etapas: Homogenización de los materiales, es decir que su composición y estructura sea uniforme, y la segunda etapa, de humectado, que es humedecer la mezcla entre un 4% a 8% para buscar la textura deseada del producto. (Miller, 2005).

## **5.7 Control de calidad de harinas**

Una materia prima de calidad será la base de todo el trabajo realizado. Por esto se impondrán controles y registros según lo indican los programas de aseguramiento de calidad, tal como Buenas Prácticas de Manufactura. La supervisión deberá ser constante durante todo el proceso, en el que la mano del hombre solo intervendrá en las tareas de control.

Se deberán elaborar guías y metodologías para el control y la garantía de calidad de las fórmulas. Estas comprenden procedimientos de orden tecnológico

(aceptabilidad y estabilidad del producto), nutricional, análisis microbiológico y sanitario. (Forsythe, 2003)

El análisis de la calidad podrá evaluarse por medio de laboratorios internos y externos que comprueban que el producto se encuentra dentro de los parámetros de calidad establecidos. Según lo indica el *Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene para alimentos para lactantes y niños*. Sección VII: "Requisitos de higiene en la elaboración del producto", incisos 7.7 sobre: "Muestreos y procedimientos de control de laboratorio". (CAC/RCP 21-1979).

**5.7.1 Especificaciones de calidad del producto terminado.** Como lo indica el *Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene para alimentos para lactantes y niños*. Sección VIII: "Especificaciones de calidad del producto terminado". En donde indica que: "*Los alimentos para lactantes y niños deberán estar exentos de toda materia extraña u objetable en la medida de lo posible dentro de unas buenas prácticas de fabricación, y deberán estar exentos también de sustancias tóxicas en concentraciones que se considere que representan un riesgo para la salud de los lactantes y niños*". (CAC/RCP 21-1979)

#### **5.7.1.1 Análisis del producto terminado:**

- Análisis de residuos de plaguicidas y aditivos alimentarios: En donde deberán satisfacer los requisitos para residuos de plaguicidas y aditivos alimentarios establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius. (CAC/RCP 21-1979)
- Análisis Microbiológico: Se mide como un elemento de evaluación de la satisfacción de los requisitos microbiológicos que debe tener el producto, tanto desde el punto de vista sanitario como comercial. (CAC/RCP 21-1979)

**Cuadro 3**  
**Especificaciones microbiológicas**  
**(CAC/RCP 21-1979)**

Las siguientes especificaciones microbiológicas son de carácter consultivo, de conformidad con los Principios Generales para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos para los alimentos, adoptados por la Comisión del Codex Alimentarius. Las especificaciones tienen por objeto aumentar la garantía de que se han cumplido las disposiciones de importancia para la higiene, pero no deben considerarse obligatorias.							
Producto	Prueba	Case	Clase Plan	n	c	Límite por g	
						m	M
8.3.1 Producto tipo bizcocho seco <sup>a</sup>							
8.3.1.1 simple	ninguna	-	-	-	-	-	-
8.3.1.2 revestido	Coliformes Salmonella <sup>b,c</sup>	5 11	3 2	5 10	2 0	<3 <sup>d</sup> 0	20 -
8.3.2 Productos deshidratados e instantáneos <sup>e,f</sup>	Bacterias aerobias mesófilas <sup>g</sup> Coliformes Salmonella <sup>c</sup>	6 6 12	3 3 2	5 5 60	2 1 0	10 <sup>3</sup> <3 <sup>d</sup> 0	10 <sup>4</sup> 20 -
Producto	Prueba	Case	Clase Plan	n	c	Límite por g	
						m	M
8.3.3 Productos deshidratados que han de calentarse antes del consumo <sup>h</sup>	bacterias aerobias mesófilas Coliformes Salmonella <sup>c</sup>	4 4 10	3 3 2	5 5 5	3 2 0	10 <sup>4</sup> 10 0	10 <sup>5</sup> 100 -
8.3.4 Productos tratados térmicamente y envasados en recipientes herméticamente cerrados <sup>i</sup>	Estos productos: a) deberán estar exentos de microorganismos capaces de proliferar en el producto en condiciones normales no refrigeradas de almacenamiento y distribución; y b) no deberán contener ninguna sustancia procedente de microorganismos en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud; y c) si su pH es mayor de 4,6 deberán haber recibido un tratamiento de elaboración que haya suprimido en ellos las formas viables de microorganismos importantes para la salud pública.						

- a. Productos deshidratados de larga duración en almacén.
- b. Se aplica solamente a los productos que contengan uno o varios ingredientes susceptibles de contaminación por Salmonella, por ejemplo, los revestimientos de chocolate.
- c. Para el examen de dichos alimentos con el propósito de verificar la presencia de Salmonella, se usarán muestras de 25 g que podrán ser unificadas.
- d. Significa que no hay tubo positivo en el método uniforme MPN de 3 tubos.
- e. Productos destinados al consumo después de la adición de líquido; comprenden los preparados secos para lactantes, los cereales instantáneos para lactantes, etc.; los límites microbianos son aplicables al producto seco.
- f. Comprende los alimentos suplementarios; por ejemplo, edulcorantes, almidones, texturizantes y productos análogos, solos o en combinación.

- <sup>g</sup>. No se aplica a los productos obtenidos por un procedimiento de fermentación microbiana.
- <sup>h</sup>. Productos destinados al consumo después de la adición de líquido y que han de calentarse hasta el punto de ebullición antes del consumo; los límites microbianos se aplican al producto seco.
- <sup>i</sup>. Comprende los productos envasados asépticamente y los preparados líquidos para lactantes; se presupone que dichos productos se fabrican de conformidad con los respectivos Códigos de Prácticas Correctas de Fabricación.

### **5.7.1.2 Métodos de análisis microbiológicos de los alimentos para lactantes y niños.**

- Bacterias aerobias mesófilas: Proyecto de Norma Internacional ISO/DIS 4833. Remitirse a ICMSF (1974), capítulo 7, páginas 83-91 para la reunión y preparación de muestras destinadas al análisis; en todos los casos, se escogerá una muestra de 25 g como unidad de muestra (unidad analítica); la incubación de placas de agar se hará a 30°C. (CAC/RCP 21-1979).
- Recuento de coniformes: Proyecto de Norma Internacional ISO/DIS 4831. Reunión y preparación de muestras, unidad de muestra e incubación como en el recuento supra de colonias viables. (CAC/RCP 21-1979).
- Salmonella: Según el «Informe de la 13<sup>a</sup> reunión del Comité del Codex sobre Higiene de los Alimentos, Roma, 10-13 de mayo de 1976, Apéndice VI, párrafo 9». Reunión y preparación de muestras, unidad de muestra e incubación como en el recuento supra de colonias viables. (CAC/RCP 21-1979).

**5.7.1.2.1 Análisis nutricional.** Se deben evaluar criterios de calidad y digestibilidad de la proteína y tolerancia por los niños, y efecto suplementario a la dieta. (Benoist, 1999)

**5.7.1.2.2 Análisis fisicoquímico.** Este evalúa la aceptabilidad y estabilidad del producto, así como el cumplimiento de las características de elaboración, evaluando aspectos como; humedad, grasa, Ph, fineza, ceniza, aspecto físico y color, olor. (Benoist, 1999)

### **5.8 Pesado, embolsado, sellado y empacado**

Para esta etapa se deberá seguir un estricto control del peso neto de cada producto para lo cual se emplearan balanzas electrónicas que garantizan el peso exacto, de su sellado y del número de bolsas por caja, así como de su codificación, fecha de producción y fecha de vencimiento.

A estos últimos aspectos se le deberá dar gran importancia para asegurarnos que el producto llegue en las mejores condiciones. (Benoist, 1999)

**5.8.1 Material de envasado.** Todo el material que se emplee para el envasado deberá almacenarse en condiciones de sanidad y limpieza. El material deberá ser apropiado para el producto que ha de envasarse y para las condiciones previstas de almacenamiento y no deberá transmitir al producto sustancias desagradables.

El material de envasado deberá ser satisfactorio y conferir una protección apropiada contra la contaminación. (CAC/RCP 21-1979).

**5.8.2 Identificación de lotes.** Cada recipiente deberá estar permanentemente marcado en clave o en lenguaje claro para identificar la fábrica productora y el lote. Se entiende por lote una cantidad definida de alimentos producida en condiciones esencialmente idénticas, todos cuyos envases deberán llevar un número de lotes que identifique la producción durante un determinado período de tiempo, y en general de una línea» particular u otra unidad de elaboración importante. (CAC/RCP 21-1979).

**5.8.2.1 Etiquetado.** En la etiqueta se deberá dar instrucciones para el almacenamiento y uso adecuados. Almacenamiento y transporte del producto terminado. (CAC/RCP 21-1979)

**5.8.3 Almacenamiento producto terminado.** El producto terminado deberán almacenarse y transportarse en condiciones tales que excluyan la contaminación y/o la proliferación de microorganismos y protejan contra la alteración del producto o los daños del recipiente. Durante el almacenamiento, deberá ejercerse una inspección periódica del producto terminado, a fin de que sólo se expidan alimentos aptos para el consumo humano y de que se cumplan las especificaciones aplicables a los productos terminados. El producto deberá expedirse siguiendo el orden de numeración de los lotes. (CAC/RCP 21-1979)

## **VI. DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS DE DESTETE**

### **6.1 Planeación de procesos**

La planeación de procesos, se inicia a partir de la definición de los propósitos que cumplirá el edificio industrial, estos son los fines esenciales o directrices que definen la estructura para la cual se diseña el edificio industrial y la integración del proceso productivo con el.

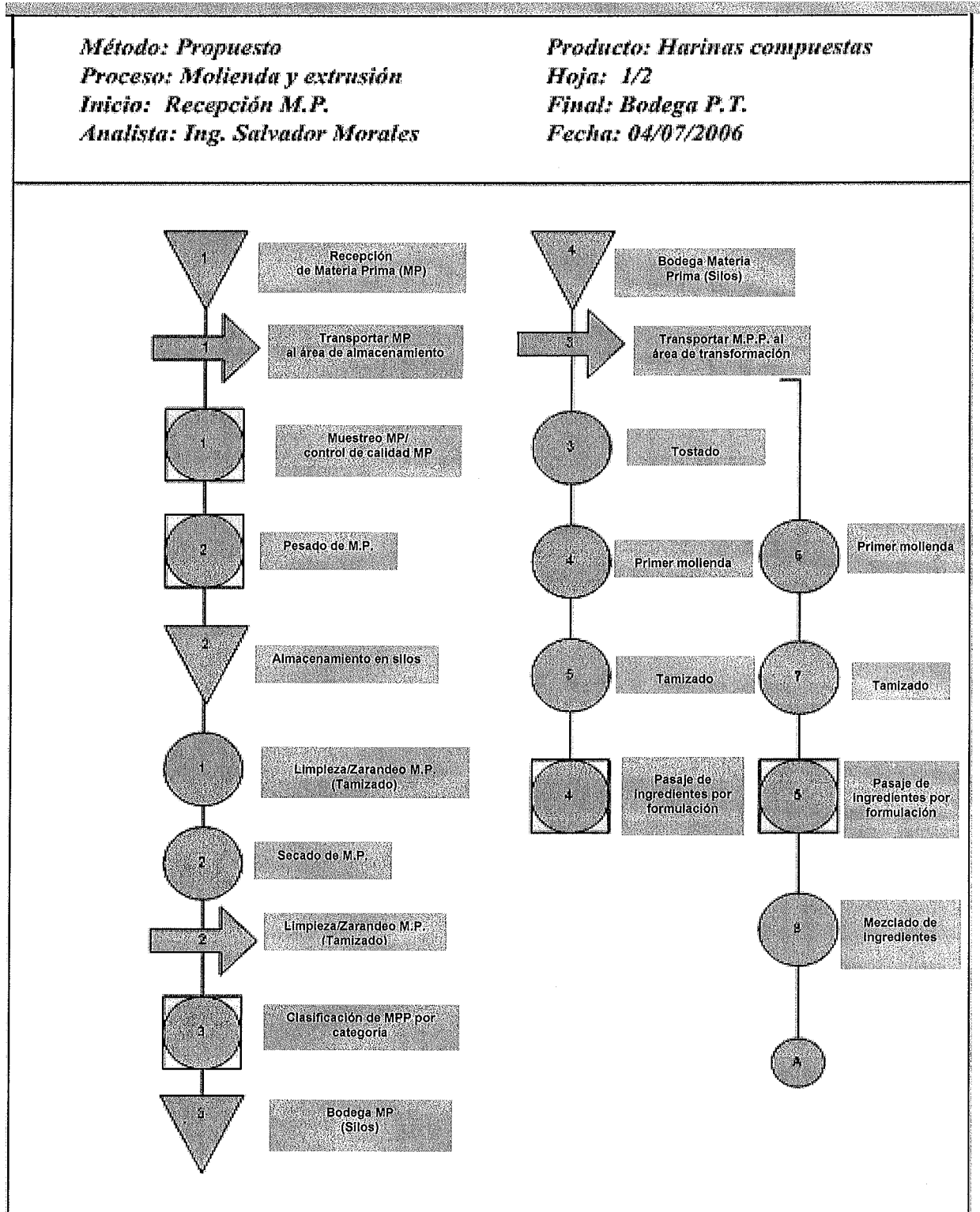
La planeación de procesos proporciona las pautas para el diseño de una cadena productiva, se expresa genéricamente y su determinación nos enmarca las actividades a realizar.

La planeación de procesos tiene las siguientes características:

- Son básicos o trascendentales, porque constituyen el fundamento de los demás elementos relacionados con el proceso productivo (maquinaria, edificio, personal, etc.)
- Son genéricos o cualitativos, porque no se expresan en términos numéricos, sino en cambio de forma gráfica.
- Son permanentes, porque permanecen vigentes durante el período de vida de cualquier industria.
- Son semipermanentes, porque pueden abarcar un período determinado.

**6.1.1 Diagrama de operación del proceso.** A continuación se presenta el diagrama correspondiente a la elaboración de alimentos para lactantes y niños.

**Diagrama 1**  
**Elaboración de alimentos para lactantes y niños**





### 6.1.2 Diagrama de flujo del proceso

<b>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO</b>		
<i>Proceso: Elaboración de Alimentos para Lactantes y Niños.</i>	<i>Producto: Harinas compuestas</i>	<i>Registro No. _____</i>
<i>Método: Propuesto</i>	<i>Hoja: 1 de 2</i>	<i>Diagrama de:</i>
<i>Proceso: Molienda y extrusión</i>	<i>Final: Bodega P.T.</i>	<i>El Recorrido <input type="checkbox"/></i>
<i>Inicio: Recepción M.P.</i>	<i>Fecha: 04/07/2006</i>	<i>La Operación <input type="checkbox"/></i>
<i>Analista: Ing. Salvador Morales</i>		

Descripción Actividad	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenamiento	Distancia	Tiempo
Recepción de la Materia Prima							
Descarga de la materia prima, Transportarla Al área de almacenamiento							
Realizar un Muestreo de Calidad de La Materia Prima (Análisis Microbiológico)							
Pesar la Materia Prima							
Almacenamiento de la Materia Prima En Silos							
Limpieza de la Materia Prima (Aireación y Zarandeo)							
Secado de la Materia Prima							
Transportar la Materia Prima Preparada (MPP) a Bodega de M.P.P.							
Clasificar M.P.P por Categoría							
Almacenamiento de M.P.P. en Silos							
Transporte de M.P.P. al área de Transformación							
Tostado Según Categoría							
Primer Molienda							
Tamizado, Obtención de Harinas (continúa en pagina siguiente)							

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO**

*Proceso: Elaboración de Alimentos para Lactantes y Niños.*

*Método: Propuesto*

*Proceso: Molienda y extrusión*

*Inicio: Recepción M.P.*

*Analista: Ing. Salvador Morales*

*Producto: Harinas compuestas*

*Hoja: 2 de 2*

*Final: Bodega P.T.*

*Fecha: 04/07/2006*

Registro No. \_\_\_\_\_

Diagrama de:

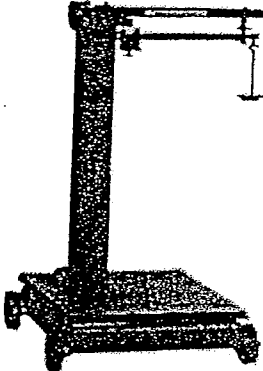
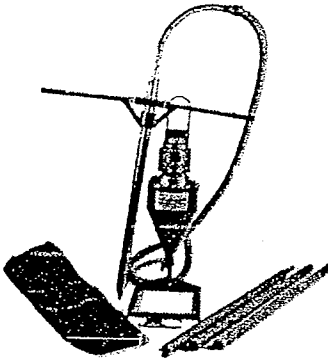
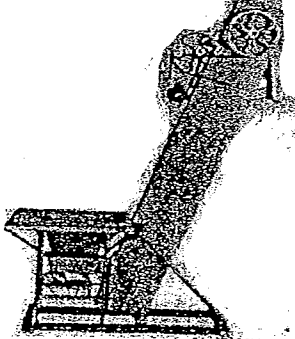
El Recorrido

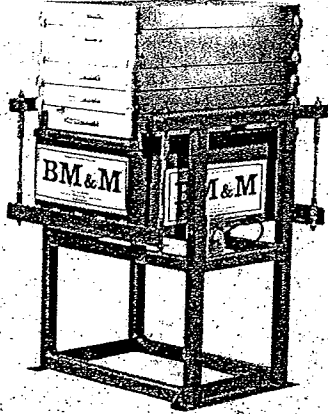
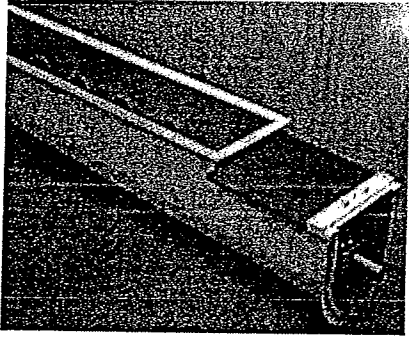
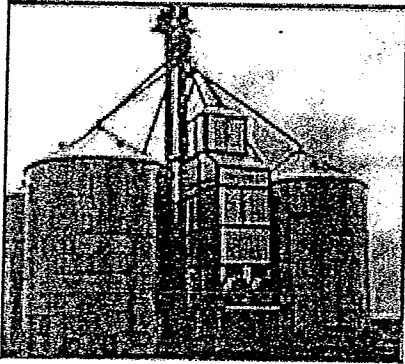
La Operación

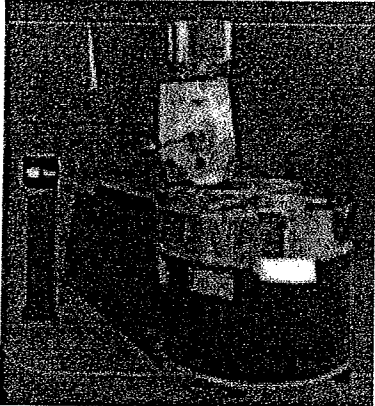
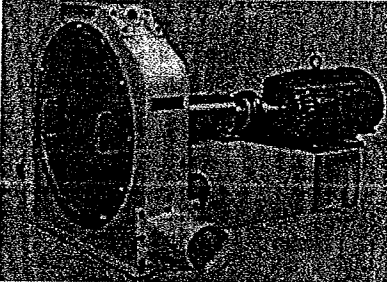
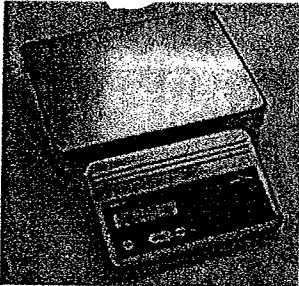
Descripción Actividad	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenamiento	Distancia	Tiempo
Pesaje de Ingredientes por Formulación (Viene de pagina anterior)							
Mezclado y Homogenizado de Ingredientes							
Pre acondicionamiento							
Extrusión							
Trituración y Segunda Molienda							
Zarandeo							
Control de Calidad de Harinas							
Transportar Harinas al Área de Empaque							
Empacado y sellado de Bolsas							
Control de Calidad, Pesado de Bolsas							
Empaque de bolsas							
Traslado de Producto Terminado a Bodega de P.T.							
Identificación de P.T. por Lotes / Etiquetado							
Almacenamiento P.T.							

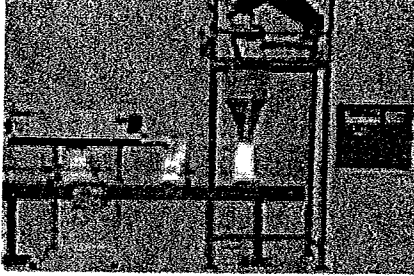
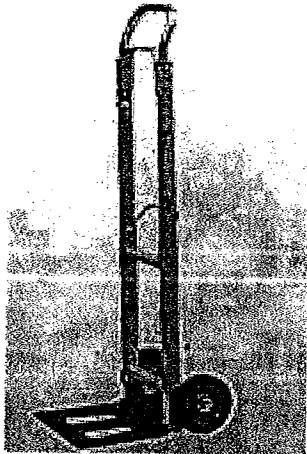
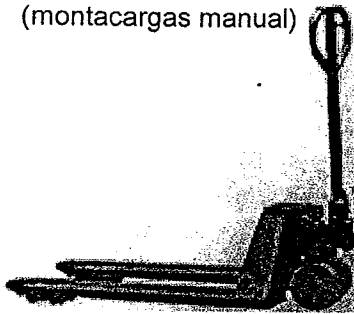
## 6.2 Maquinaria y equipo

## 6.2.1 Especificaciones maquinaria y equipo

Máquina	Función	Requerimientos
<p>Báscula</p> 	<p>Pesado de materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Capacidad entre 5 y 9 Quintales..</li> <li>•Plataforma cubierta en acero de 24" x 31".</li> <li>•Cubierta con anti-oxidante</li> <li>•Peso de la bascula no mayor de 370 lbs.</li> </ul>
<p>Muestreador</p> 	<p>Muestreo de granos, en almacenamiento a granel</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manguera flexible de al r menos 10 cms de c diámetro</li> <li>• Motor, aspirador de 1 110V</li> <li>•Envases para muestras múltiples</li> <li>•Material anticorrosivo de fácil limpieza.</li> </ul>
<p>Elevadora vertical de cangilones</p> 	<p>Transporta materia prima a los silos o a la maquinaria</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Capacidad mínima de 30 m<sup>3</sup>/hr</li> <li>•Portátil</li> <li>•Cangilones de por lo menos 3¾" x 3" de plástico o acero inoxidable</li> <li>•Espaciamiento de al menos 3 ¼" entre Cangilones</li> </ul>

Máquina	Función	Requerimientos
<p>Tamiz vibratorio</p> 	<p>Limpieza y clasificación de la Materia Prima</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Capacidad de por lo menos 4 Ton / Hr.</li> <li>•Motor de al menos 1.5 HP, alimentado por Corriente de 110V AC/60 Hz o 220V AC/50 Hz</li> <li>•Tamices Intercambiables para clasificación de Materias Gruesas (Granos enteros) y clasificación de Harinas.</li> </ul>
<p>Rosca o tornillo sin fin</p> 	<p>Transporte de Materia Prima</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Capacidad de transporte de al menos 50 m3/hr.</li> <li>•Velocidad de la rosca de por lo menos 100 Rpm.</li> <li>•Roscas de hierro, pintura anti-oxidante o de acero inoxidable.</li> </ul>
<p>Silos metálicos</p> 	<p>Almacenamiento de Materias Primas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Capacidad de por lo menos 7 Ton.</li> <li>•Fabricado con lámina lisas o corrugadas, de zinc galvanizado calibre 16</li> <li>•Doble fondo para el secado de los granos, fondo de hormigón armado y base perforada</li> <li>•Plataforma o tarima de madera</li> </ul>

Máquina	Función	Requerimientos
<p>Tostadora</p> 	<p>Secado y/o tostado de la materia prima clasificadora</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Capacidad de tostado de por lo menos 15 kilos en 20 minutos.</li> <li>•Motor ½ Hp. de 110 – 220 Vol.</li> <li>•Sistema de calor a gas</li> <li>•Basca de enfriamiento de por lo menos 0.80 metros de diámetro.</li> </ul>
<p>Molino de martillos</p> 	<p>Reducción de tamaño de las partículas gruesas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Rendimiento entre 400 – 500 kg/hr.</li> <li>•Motor Trifásico de al menos 10 Hp.</li> <li>•Tamaño final de partículas entre 355 µm a 125 µm</li> </ul>
<p>Balanzas digitales</p> 	<p>Pesado de ingredientes/ formulación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Campo de pesado de al menos 150 kg.</li> <li>•Tamaño de la plataforma de al menos 400 x 500 mm.</li> <li>•Límites de temperatura: -10 ... 40°C</li> <li>• Temperatura de limpieza: hasta 50 °C máximo</li> </ul>

Máquina	Función	Requerimientos
<p>Ensacadoras</p> 	<p>Llenado / Envasado de producto terminado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Rango de peso por producto terminado de 1 a 10 lbs.</li> <li>•Rendimiento de 13 a 15 bolsas por minuto</li> <li>•Tolva de pesaje</li> <li>•Sellado de bolsas</li> </ul>
<p>Carretillas</p> 	<p>Movimiento de cargas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Capacidad de carga de por lo menos 150 kg.</li> <li>•Tamaño de pie (plataforma) de por lo menos 360 x 410 mm.</li> <li>•Tamaño de la rueda de por lo menos 150 mm.</li> <li>•Cubierta con pintura antioxidante</li> </ul>
<p>Uñas hidráulicas (montacargas manual)</p> 	<p>Movimiento de cargas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Capacidad de carga de por lo menos 2000 kg.</li> <li>•Altura mínima de uñas de 85 mm.</li> <li>•Largo mínimo de uñas de 1150 mm.</li> <li>•Hidráulica</li> <li>•De acero inoxidable</li> </ul>

## VII. DISEÑO DEL EDIFICIO INDUSTRIAL

### 7.1 Localización industrial

Localización industrial se entiende como la ubicación de las actividades industriales en relación con las demás actividades que se desarrollen entorno a esta. (Municipalidad de Guatemala, 1971). Para que la actividad industrial sea compatible con los demás usos del suelo, deberá observar la siguiente normativa:

- «No se permite la apertura y funcionamiento de una fábrica de alimentos procesados y/o bebidas en áreas insalubres; deben estar alejados de cualquier punto de contaminación como basureros, aguas servidas a flor de tierra o cualquier otro punto de contaminación de otra naturaleza. Además no pueden estar pared a pared con expendios de agroquímicos o a menos de 500 metros de distancia de plantas procesadoras o bodegas de distribución de los mismos, u otras sustancias químicas». (MSPAS, 03-99)
- «Los establecimientos deberán estar situados en zonas exentas de olores objetables, humo, polvo y otros contaminantes y no expuestas a inundaciones». (CAC/RCP 21-1979)

Además de las regulaciones locales que puedan establecer los distintos Códigos Municipales, y la Ley preliminar de Urbanismo, en donde indica la facultad de las Municipalidades de la República dictar normas y emitir las disposiciones reglamentarias que sean necesarias para el desarrollo ordenado de cada ciudad. De donde se establece el siguiente método para localización industrial:

- Se buscará el código del tipo de industria en la clasificación Internacional uniforme de las Naciones Unidas CIIU.

- Con el código se leerá el grupo a que pertenece en el cuadro de Grupos Industriales.

**Cuadro 4**  
**Clasificación de grupos industriales.**

GRUPOS INDUSTRIALES									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2312	2201	2011	3701	2601	3601	2016	2311	2910	3111
2313	2202	2012	3702	2606	3602	2041	2314	3121	3112
2319	2203	2013	3703		3603	2051	2315	3122	3113
2321	2209	2014	3704	3001	3604	2052	2316	3192	3119
2322		2015	3705	3002	3609	2053	2331	3194	3130
2391	2513	2017	3709	3003		2054		3195	3191
2399	2529	2018		3004	3841	2055	2511		3193
	2591	2019	3911	3009	3842	2056	2512	3411	3196
2411	2592	2021	3912		3843	2059		3421	3198
2420	2599	2022	3913		3851		2710		
2431		2023	3914		3852	2071		3820	3211
2432	2602	2029	3915	3311	3853	2072	3993	3831	3291
2433	2603	2031	3921	3312	3859	2073		3832	3299
2434	2604	2032	3922	3319	3891	2074		3833	
2435	2605	2033	3930	3321					
2436	2609	2034	3941	3322	3951	2091			
2437		2035		3329	3952	2093			
2439	2721	2039		3331	3953	2098			
2441	2723	2042		3332	3959				
2442	2724	2049		3333	3998	2110			
2443	2725	2061		3339		2120			
2449	2729	2082		3391		2130			
		2069		3392					
2920	2801	2081		3393					
2931	2802	2082		3394					
2932	2803	2083		3395					
2933	2804	2089		3396					
2939	2805	2092		3397					
	2809	2094		3399					
		2095							
	3610	2096		3501					
		2097		3502					
	3991	2099		3503					
	3992			3504					
	3993	2141		3505					
	3994	2149		3506					
	3995			3507					
	3996			3508					
	3997			3509					
	3999								

(Clasificación internacional uniforme de las Naciones Unidas CIU)

(Municipalidad de Guatemala, 1971)

- Por el estudio de los factores que componen las categorías industriales, se determinará por aquel que arroje un valor más alto en Categoría Industrial. (Cuadro 5)

**Cuadro 5**  
**Categorías industriales**

Categoría	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Estado Ocupacional No. De Trabajadores	Peso materiales Kg. equipo productos	Ruido y Vibraciones Decibeles	Humo- Unidades Ringelman	Olor	Pelvo Y Suciedad Grs./M <sup>3</sup>	Gases Nocivos partes/ millón	Incendio y Explosión	Desechos Líquidos	Desechos sólidos	Transporte	Tránsito Vehículo/Hora	Integración Arquitectónica Urbana	Efectos
I	1-4	500	0	0	sin olor	0	0	sin riesgo	inocuos	inocuos	Vial pick-up	5	A	Neutros
II	5-9	1,000	15	0	sin olor	0	0	sin riesgo	inocuos	orgánicos	Vial pick-up	6	A	Neutros
III	10-19	2,000	20	1	leve no molesto	230 mg/m <sup>3</sup>	0	riesgo poco probable	inocuos	minerales no metálicos	Vial camión liviano	10	A	Neutros
IV	20-99	4,000	35	1	No molesto	460 mg/m <sup>3</sup>	concentración no tóxica	riesgo controlable	requiere tratamiento especial	minerales metálicos	Vial camión pesado ferroviario	15	B	Ligeramente negativos
V	100	4,000	60	2	molesto	690 mg/m <sup>3</sup>	concentración no tóxica	riesgo controlable	requiere tratamiento especial	activos químicos radioactivos	Vial camión pesado ferroviario	20	C	negativos
VI	100	4,000	80	2	Muy molesto	690 mg/m <sup>3</sup>	concentración tóxica de 20 a 150m o mas	Riesgo No controlable	requiere tratamiento especial	activos químicos radioactivos	Vial camión pesado ferroviario	+20	C	negativos

4. Ambos datos - Grupo industrial y Categoría industrial - serán llevados a la matriz de localización industrial, establecida por cada Municipalidad, en el que se leerá la localización permitida. (Cuadro 6)

**Cuadro 6**  
**Matriz de localización industrial**  
**(establecida por la Municipalidad de Guatemala)**

Categoría	MATRIZ DE LOCALIZACION INDUSTRIAL								
	Grupo								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	A	A	B	B	C	C	D	D	E
II	A	B	B	C	C	C	D	D	E
III	C	C	C	C	C	D	D	D	E
IV	D	D	D	D	D	D	E	E	F
V	E	E	E	E	E	E	E	E	F
VI	F	F	F	F	F	F	F	F	F

Las localizaciones permitidas son:  
 LOCALIZACION A: En edificios de varios pisos destinados a usos varios (viviendas en multifamiliares o apartamentos, oficinas y comercio), en sectores A, B, C, y D.\*  
 LOCALIZACION B: En edificios de uno o dos pisos construidos para vivienda o comercio en sectores A y B,\* o en edificios propios para industria en sectores C y D.\*  
 LOCALIZACION C: En edificios propios para industria en bloques o manzanas de vivienda o comercio, en sectores A y B.\*  
 LOCALIZACION D: En zonas de tolerancia industrial  
 \* Determinados en el Reglamento de Construcción  
 LOCALIZACION E: En parques industriales, entendiéndose por ello áreas dotadas con los servicios e instalaciones apropiadas, destinadas a industria agrupada por su afinidad, compatibilidad o interdependencia, con el fin de crear sistemas o complejos industriales.  
 LOCALIZACION F: En edificios aislados. Entendiéndose como tales aquellos que no tengan ni puedan tener ningún otro edificio a una distancia de 500 metros de cualquier punto de la instalación así calificada.

(Municipalidad de Guatemala, 1971)

Cada municipalidad, delimitará las zonas de tolerancia industrial en donde se indicarán las categorías toleradas, así como los grupos industriales permitidos en las zonas establecidas.

7.1.1 **Terrenos.** El terreno es un elemento determinante en la ejecución de cualquier proyecto, este influirá de manera directa en el proceso productivo de cualquier instalación industrial. El diseño del edificio industrial se deberá adaptar a las características que presente el terreno elegido, para lo cual se recomienda evaluar los siguientes aspectos para realizar una buena elección del terreno:

Características de la región:

- Clima de la región: deberá ser favorable para la actividad industrial
- Estructura del suelo: que soporte las cargas a las cuales será sometido.
- Colindancias con otros terrenos y construcciones: que permita el tipo de construcción a realizar y no influya en los otros usos del suelo.
- Irradiación solar recibida: para aprovechar iluminación natural.
- Dirección e intensidad de los vientos: para aprovechar la ventilación natural.
- Drenajes naturales: para que estos no representen riesgo
- Curvas a desnivel del terreno: para conocer los movimientos de tierra que se deben realizar.
- Potenciales riesgos naturales (Inundaciones, deslizamientos, socavaciones, etc.)

Características de la comunidad y el entorno urbano:

- Disponibilidad de Mano de Obra
- Costumbres y hábitos de la comunidad
- Servicios disponibles (agua, electricidad y comunicación)

- Ubicación de los servicios públicos (policía, bomberos y centros de salud)
- Vías de acceso, estado de las mismas.
- Disponibilidad de combustibles

(S. Torres, 1999)

**7.1.1.1 Preparación y mantenimiento de terrenos.** Cuando se prepara un terreno para construcción, éste debe ser limpiado en su totalidad, removiendo los posibles riesgos de contaminación por materiales tóxicos. Además de esto se deben realizar movimientos de tierra, de tal modo que se tenga un adecuado drenaje, y la prevención tener aguas estancadas. Se deben diseñar drenajes de tal forma que estén localizados para una adecuada recolección de las aguas. (R. Schmidt, 1991)

La jardinería es otra consideración importante, ya que la grama, los arbustos y los árboles que se encuentren muy cerca de la construcción incrementan el riesgo de contaminación.

Los árboles y arbustos deben estar a una distancia no menor de 30 pies de la construcción, así mismo la grama de los alrededores debe terminar al menos 30 pulgadas de las paredes de la construcción. Además de esto un buffer de rocas o piedrin deberá colocarse entre el edificio y los jardines, esto con el fin de ahuyentar a los roedores. Colocar una base de plástico polietileno, abajo del piedrin también es una buena consideración. (R. Schmidt, 1991)

**7.1.2 Servicios.** Los servicios básicos con que debe contar la región en donde se realizara la instalación industrial, son los siguientes:

- Agua: Deberá disponerse de suficiente abastecimiento de agua, a presión adecuada y de temperatura conveniente, así como de instalaciones apropiadas para su almacenamiento y distribución. Se deberá dotar de los

implementos necesarios que garanticen que ésta no será contaminada. Deberá disponerse de un abundante abastecimiento de agua que se ajuste a lo dispuesto en la Sección 7.3 del Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 2(1985), Volumen 1 del Codex Alimentarius), a presión adecuada y de temperatura conveniente, así como de instalaciones apropiadas para su almacenamiento, en caso necesario, y distribución, y con protección adecuada contra la contaminación. Durante las horas de trabajo deberá disponerse en todo momento de un abastecimiento suficiente de agua potable caliente cuya temperatura no habrá de ser inferior a +80°C. (CAC/RCP 21-1979)

- Electricidad: Se deberá contar con una adecuada distribución de las líneas de tendido eléctrico, abasteciendo con voltajes de 110V y 220V. la transformación dependerá del equipo que la planta tenga instalada, teniendo como perfil unifilar por lo menos 34500 voltios. (W. Handley, 2000). La tasa de potencia de la maquinaria y equipo necesitada para producir alimentos de destete es aproximadamente de 320 Kw.
- Comunicación: La instalación industrial deberá contar con medios de comunicación que le permitan realizar de la mejor manera las coordinaciones necesarias para la actividad industrial, deberán estar en disponibilidad líneas telefónicas como mínimo, siendo de gran beneficio alguna conexión a Internet.
- Sistemas de evacuación de afluentes y aguas residuales (Drenajes): La región donde se instalará el edificio industrial, debe disponer de un sistema eficaz de evacuación de efluentes y aguas residuales, el cual debe mantenerse en todo momento en buen estado. Todos los conductos de evacuación (incluidos el sistema de alcantarillado) deben ser lo suficientemente grandes para soportar cargas máximas y se construirán

separados 3 m como mínimo de las instalaciones de abastecimiento de agua potable, a manera de evitar contaminación de la misma. (S. Torres, 1999)

- Disposición de desechos sólidos: De preferencia se buscara que en la región exista un sistema de recolección de desechos sólidos. La basura debe ser removida de la planta, por lo menos, diariamente. Y se recomienda separar los desechos orgánicos de los inorgánicos. (W. Handley, 2000)

### **7.1.3 Infraestructura circundante.**

- Vías de acceso: Es de vital importancia la cercanía a las vías de comunicación, y se recomienda que las vías de acceso (a los caminos) que rodean la instalación industrial, y que se encuentren dentro del recinto, estén pavimentadas, con acabado de superficie lisa, sean de fácil limpieza y con pendiente hacia coladeras o rejillas de desagüe para facilitar el drenado, a fin de evitar encharcamientos. (R. Schmidt, 1991). Las vías de acceso y zonas utilizadas por el establecimiento, que se encuentren dentro del recinto de éste o en sus inmediaciones, deberán tener una superficie dura y pavimentada, apta para el tráfico rodado. Debe disponerse de un desagüe adecuado, así como de medios de limpieza. (CAC/RCP 21-1979)
- Otras industrias existentes: Este factor no se refiere a la competencia que se pueda tener de las otras industrias, sino a la conveniencia de contar en la región con todos los servicios propios y mano de obra necesaria para el desarrollo de la actividad industrial, pues se supone que las otras industrias ya cuentan con los servicios requeridos para operar. (S. Torres, 1999)

- Ubicación de servicios públicos: Policía, bomberos, hospitales, bancos

7.1.4 **Otros factores.** Materia Prima: Se refiere a la disponibilidad de la materia prima para fabricar alimentos de destete. La existencia de la materia prima evitara el incremento de costos.

- Combustibles: Tener el aprovisionamiento adecuado de los combustibles para operar la maquinaria de la instalación industrial es vital. La disponibilidad y el acceso a los combustibles influirá en el proceso industrial.
- Medios de transporte: una región puede tener la materia prima y mano de obra en abundancia y el mercado de ventas cercano, pero si no existen en dicha región los medios necesarios para hacer funcionar toda la infraestructura necesaria de la instalación industrial, de nada servirá esta región, pues los medios de transporte es el sistema nervioso de la distribución y aprovisionamiento de la instalación industrial.
- Situación geográfica de mercados y materias primas: La situación geográfica en este caso se refiere al balance de los elementos contribuyentes a la operación involucrada, fundamentalmente representada por el balance de localización de materias primas, localización de mercados, medios y costos de transporte y la logística resultante de estas consideraciones.
- Actitud de la comunidad: este factor se refiere a la aceptación de la comunidad de las nuevas instalaciones industriales con la cual tendrá que convivir en los siguientes años.

## 7.2 Categoría del edificio industrial

Los edificios industriales son las estructuras diseñadas para satisfacer funcionalmente las necesidades de la industria, tomando en consideración las áreas productivas e improductivas necesarias para su funcionamiento óptimo. (S. Torres, 1999)

El edificio industrial debe ser diseñado de una manera integral constituida por las diferentes necesidades de la empresa. Planificar la construcción de un edificio industrial, requiere tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Necesidades presentes y futuras de la empresa
- Disponibilidad financiera
- Normativa y reglamentación.

(S. Torres, 1999)

Los edificios industriales pueden ser de una o varias plantas, ajustándose cada uno de ellos a las situaciones determinantes. Para la producción de alimentos de destete se recomienda la construcción de edificios de una planta, ya que la tendencia general de este tipo de construcción es por claros más amplios y de menos columnas para obtener mayor flexibilidad de distribución de las instalaciones en el piso de la fábrica. Además de presentar los siguientes factores:

- Bajo costo del terreno
- Tiempo limitado para construir
- Menos espacio perdido en columnas y escaleras
- Cargas altas debido a la maquinaria
- Mayor flexibilidad para futuros cambios en la instalación
- Aprovechamiento de la iluminación y ventilación natural
- Aislamiento de trabajos peligrosos
- Bajo costo global de funcionamiento
- Rutas de trabajo más eficientes

(S. Torres, 1999)

---

En este tipo de edificios predomina el acero estructural con una combinación de concreto armado en cantidades menores, ya que este último servirá de apoyo a las columnas de acero y a los tabiques de relleno. Las estructuras principales en las cuales intervienen las columnas, las uniones y las vigas pueden ser del tipo conocido como alma llena o vacía. (S. Torres, 1999)

La cimentación de las columnas principales deberá ser individual y de concreto armado. Los muros exteriores y los interiores deberán transmitir el peso al suelo mediante cimentaciones corridas. (S. Torres, 1999)

Los muros exteriores no deberán recibir ninguna carga superior por lo hace al edificio asísmico. Los acabados generalmente son de superficies rústicas pintadas. Los muros interiores pueden ser de block de cemento o del tipo prefabricado, contruidos de planchas de tablex con alma de duroport y estructura de aluminio. (S. Torres, 1999)

A este tipo de edificios se les denomina "Edificios de Segunda Categoría Industrial".

Además los edificios deben ofrecer en todos sus ambientes y estructuras condiciones locativas seguras y favorables para la fácil limpieza y desinfección. Las uniones entre pisos y paredes, así como las esquinas, deben preferiblemente ser redondeadas. Los pisos deben ser de material impermeable y de fácil limpieza. Los techos, o cielos rasos, deben ser de material seguro y de fácil limpieza. Se debe contar con un sistema efectivo de extracción de humos y vapores, acorde a las necesidades del establecimiento y aprobado por las autoridades sanitarias. Los ambientes del edificio deben incluir un área específica para vestidores, con muebles adecuados para guardar la ropa, zapatos y demás objetos de uso personal. Las puertas y accesos deben evitar la

entrada de insectos, roedores, animales u otro tipo de contaminación. (MSPAS, 03-99)

7.2.1 **Techos.** Los techos o cubiertas es el elemento que corona toda la construcción, y debe cumplir con los siguientes aspectos:

- Impermeabilidad
- Duración
- Seguridad
- Pendientes
- Aislamiento térmico
- Aislamiento acústico

El techo necesita dos elementos básicos: Cubierta y estructura.

El techo para este tipo de edificios puede ser de lamina galvanizada o lamina de zinc de por lo menos un calibre 26; de dos aguas, con pendientes, las cuales deben ser mayor de 2%, con respecto a la horizontal. La pendiente de la cubierta esta en función del material usado. También son factores importantes la ubicación del edificio, el clima y aspectos arquitectónicos del diseño. (S. Torres, 1999)

Es importante calcular el traslape de las laminas, de por lo menos 2 pulgadas, así como las aristas exteriores del techo con respecto a las paredes laterales, de por lo menos 2 pies de distancia entre el techo y la pared. (S. Torres, 1999)

El peso sobre el techo es otro factor a considerar, como por ejemplo el propio peso del techo; así como la presión del viento sobre la superficie.

Las láminas deberán ser pintadas con pintura anticorrosivo para alargar su tiempo de vida, así como para cumplir con las normativas de Buenas Prácticas de Manufactura.

Según el Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene para Alimentos para Lactantes y Niños, indica que: «Los techos deberán proyectarse, construirse y acabarse de manera que se impida la acumulación de suciedad y se reduzca al mínimo la condensación y la formación de mohos y conchas y deberán ser fáciles de limpiar». (CAC/RCP 21-1979)

**7.2.2 Ventilación.** La ventilación del edificio industrial debe ser suficiente, ya sea natural o artificial, en forma permanente. Por medio de la ventilación debe asegurarse temperatura y humedad relativa confortables en las áreas de trabajo.

El aire que se respira ha de poseer la calidad necesaria para no afectar la salud humana. La calidad del aire está determinada por la concentración de agentes contaminantes tales como polvo, humos, gases, vapores, etc.

Ventilación de un edificio industrial es el proceso mediante el cual el aire contaminado del interior es reemplazado por aire fresco del exterior; mediante la extracción de calor se logra un balance térmico. (W. Handley, 2000)

**7.2.2.1 Ventilación natural.** Los ventanales del edificio industrial deberán ser colocados tanto longitudinalmente como frontalmente, ya que el viento algunas veces soplara paralelo al lado longitudinal y otras soplara al lado frontal. En la distribución de ventanas se deben aprovechar las zonas de presión y vacío, colocando ventanas de entrada y salida respectivamente de tal manera que la acción combinada de ambos efectos produzcan ventilación cruzada dentro del edificio.

El área de ventanas para una buena ventilación natural deberá ser del 25% al 30% de la superficie total de las paredes del edificio. Cuando la dirección del viento es prácticamente constante debe aprovecharse esta circunstancia orientando al edificio de tal manera que su eje mayor quede perpendicularmente a la dirección del viento dominante. (W. Handley, 2000)

Entre los factores a tomar en cuenta para el diseño de un sistema de ventilación natural están:

- Velocidad promedio del aire
  - Dirección dominante
  - Obstáculos cercanos, tales como edificios, árboles, etc.
- (S. Torres, 1999)

La cantidad de aire que entra a un edificio puede medirse a través de la siguiente fórmula:

$$Q=C*A*V$$

En donde:

- Q Flujo del aire en m<sup>3</sup>/seg.
- C Coeficiente de entrada de la ventana (0.25 a 0.35 cuando actúa longitudinalmente, 0.30 a 0.50 cuando actúa frontalmente)
- A Área de paso de las ventanas en metro cuadrado
- V Velocidad del aire

**7.2.2.2 Ventilación artificial.** Sistemas HVAC o renovación forzada: El sistema de calentamiento, ventilación y aire acondicionado (Heating, ventilation and air conditioning) funciona de tal modo que mantiene la temperatura y la humedad de un edificio industrial. Las operaciones que se llevan a cabo en la instalación industrial, dependen de un funcionamiento adecuado de un sistema que prevenga la condensación de calor, así como que mantenga un ambiente confortable para las personas que ahí laboran. Estos

sistemas deben ser construidos, diseñados e instalados de tal modo que no sean una fuente de contaminación, por ejemplo, la fuente de aire no deberá extraer aire de fuentes cercanas de contaminación.

Remoción calor: Una de las formas mas comunes para eliminar el calor de una instalación industrial, es por medio de extractores, ya sean dinámicos o estáticos. Regularmente en los techos industriales se intercalan los dos tipos de extractores, estáticos y dinámicos, a continuación se mencionan detalles de cada uno de estos extractores:

- *Dinámico*: funciona con la velocidad del viento exterior al edificio, el viento choca contra las rejillas superiores y éste le hace dar un movimiento circular constante, adentro del extractor tiene unas rejillas que al estar en movimiento succionan el aire interior, provocando una succión rápida de donde estén colocados.
- *Estático*: funciona únicamente por diferencia de presiones, tanto interior como exterior, regularmente la presión interior es superior a la presión exterior y por las masas de aire caliente contenida en el interior del edificio son expulsadas hacia el exterior.

Según el Código Internacional Recomendado de Practicas de Higiene para Alimentos para Lactantes y Niños, la ventilación «Deberá proveerse una ventilación adecuada para evitar el calor excesivo, la condensación del vapor y el polvo y para eliminar el aire contaminado. La dirección de la corriente de aire no deberá ir nunca de una zona sucia a una zona limpia. Deberán haber aberturas de ventilación provistas de una pantalla o de otra protección de material anticorrosivo.

Las pantallas deben poder retirarse fácilmente para su limpieza. En las zonas donde se manipulen productos en polvo, se emplearán medios especiales, como caperuzas de aspiración o tabiques divisorios, para impedir que se extienda el polvo». (CAC/RCP 21-1979)

**7.2.3 Iluminación.** La iluminación en los edificios industriales puede ser natural, artificial o combinada. El sistema de iluminación deberá estar diseñado para que se aproveche al máximo la iluminación natural, pues es la más económica, a continuación se detallan aspectos generales a considerar en la iluminación:

- **Iluminación natural.** La iluminación natural se debe prever en las estructuras físicas del edificio industrial. La luz natural se obtiene por colocar ventanales corridos en los extremos de las paredes laterales del edificio, así como láminas de plástico de color claro en los techos. (S. Torres, 1999). Se deberá orientar la instalación industrial de tal forma de aprovechar la iluminación solar durante más horas en el día.
- **Iluminación artificial.** El edificio industrial debe estar diseñado para poder realizar tareas en turnos nocturnos, por lo cual es necesario iluminarlo con medios artificiales. Para lograr esto se colocan lámparas a una distancia tal que la cobertura de luz de las lámparas no se crucen unas con respecto a otra. La altura a que se colocan las lámparas respecto al suelo influye en la intensidad de luz sobre la superficie de trabajo. Si están muy altas la intensidad de luz podría ser demasiado tenue y si están muy bajas la intensidad podría ser demasiado fuerte.

Una iluminación adecuada es importante para todas las operaciones a realizar en el edificio industrial. Es especialmente importante en las tareas de sanitización y limpieza. (W. Handley, 2000). Los niveles de iluminación recomendados por la Sociedad de Ingeniería de Iluminación (IES) son las siguientes:

**Cuadro 7**  
**Niveles de iluminación recomendados por IES**

<b>ÁREA</b>	<b>INTENSIDAD DE LUZ (CANDELA / PIE)</b>
Recepción de materia prima	20 – 30
Bodega de materia prima	20 – 30
Áreas de procesamiento	55 – 65
Bodegas de aditivos	34 – 40
Laboratorio control de calidad	110 – 130
Área de Empaque	30 – 40
Bodega de producto terminado	55 – 65
Áreas de mantenimiento	110 – 130
Oficinas Administrativas	70 – 80
Baños / Área de Lockers	70 – 80
Cafetería	20 – 30

(W. Handley, 2000)

Los tipos de luminarias deben ser adecuadas para las instalaciones que manipulan alimentos, deberán estar equipadas con mallas protectoras, así como estar diseñadas para ser fáciles de limpiar. (W. Handley, 2000)

Según el Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene para Alimentos para Lactantes y Niños, respecto a la iluminación: «Todo el establecimiento deberá tener un alumbrado natural o artificial adecuado. Cuando proceda, el alumbrado no deberá alterar los colores, y la intensidad no deberá ser menor de:

- 540 lux (50 candelas pie): en todos los puntos de inspección, o en los puntos que exijan un examen atento;
- 220 lux (20 candelas pie): en las salas de trabajo;
- 110 lux (10 candelas pie): en otras zonas.

Las bombillas y lámparas que estén suspendidas sobre el material alimentario en cualquiera de las fases de producción deben ser de tipo inocuo y

estar protegidas para evitar la contaminación de los alimentos en caso de rotura». (CAC/RCP 21-1979)

**7.2.4 Piso industrial.** Debido a la exposición diaria que tienen los pisos a químicos, materiales y líquidos, el piso industrial es la superficie más difícil de mantener en una instalación industrial. Los pisos deben ser lisos, impermeables, no absorbentes, resistentes a la corrosión, lavables y fáciles de reparar. Además de estas características el piso industrial debe ser instalado de tal forma que permita un adecuado drenaje de los líquidos y prevenir la formación de posas o agua estancada. (S. Torres, 1999)

Es importante garantizar que el piso industrial no propicie las características para albergar microorganismos, especialmente en áreas húmedas; una vez aparecidas rajaduras, agujeros y otros daños al piso; es probable que en esta se alberguen microorganismos. Por lo cual hay que repararlas inmediatamente.

Para consideraciones de seguridad industrial, el piso no debe ser del todo liso, ya que esto representa un riesgo para los empleados, de resbalar y caer. (W. Handley, 2000)

El piso cerámico, de granito y demás materiales, que sea colocado por unidad no es recomendado, ya que las sisas de estos representan riesgos potenciales para la proliferación de microorganismos. Además de no soportar las cargas de las operaciones industriales.

Las funciones que debe cumplir el piso industrial es transmitir las cargas hacia el suelo y proporcionar una superficie de uso, lisa, fácil de limpiar y mantener. Comúnmente, para este tipo de industria se diseñan pisos en función de una carga vida de 75 lb./pie<sup>2</sup>, para tráfico liviano y de 125 lb./pie<sup>2</sup> para lugares con maquinaria pesada y almacenamiento. (S. Torres, 1999)

El piso debe estar uniformemente distribuido y asentado sobre el suelo, por lo tanto el suelo debe estar compactado. Es importante dejar juntas de expansión en las superficies del piso industrial, esto con el fin de permitir el movimiento vertical como el horizontal que sufre el piso.

El concreto es el material que comúnmente se utiliza en edificios industriales, es una mezcla de cemento, arena, pedrín y agua. El grosor de la plancha debe ser de 20 a 30 centímetros; para soportar alto tráfico y paso de montacargas. Cuando se necesite mayor resistencia del piso se puede fundir con varillas de hierro de ¼" de 40 a 50 centímetros. Hay que recordar que el secado o fraguado del cemento es de por lo menos 28 días. (S. Torres, 1999)

Los suelos, cuando así proceda, se construirán de materiales impermeables, inabsorbentes, lavables, antideslizantes y atóxicos; no tendrán grietas y serán fáciles de limpiar y desinfectar. Según el caso, se les dará una pendiente suficiente para que los líquidos escurran hacia las bocas de los desagües. (CAC/RCP 21-1979)

**7.2.5 Pintura industrial.** Existen tres razones porque pintar alguna superficie, por decoración, por protección o por identificación. La pintura industrial se refiere a la protección e identificación que necesitamos para las superficies.

**7.2.5.1 Pintura de pisos.** La pintura de pisos, es necesaria cuando los mismos necesitan obtener protección sobre la superficie o necesitamos obtener mejores parámetros de reflexión de la luz natural o artificial. Para esto se puede utilizar una pintura de poliuretano, para tráfico liviano y pintura epóxica para zonas de muchos derrames químicos.

Es importante preparar las superficies del piso a pintar con una desinfección y remoción de la suciedad y grasa; aplicando una solución de ácido muriático al 20% con agua (1 parte de ácido y 4 partes de agua). Se recomienda un grosor de 3 a 5 milímetros de espesor de pintura.

**7.2.5.2 Pintura de techos.** Se recomienda pintar los techos cuando la superficie es metálica, en especial cuando esta conformado por láminas galvanizadas o similares; esto debido a las condiciones climáticas húmedas de Guatemala, en donde estos materiales se corroen rápidamente.

La pintura no sólo dará protección al techo, sino una mayor reflectancia de los rayos solares que dará como resultado mayor frescura del ambiente interior de la instalación industrial.

Por lo general para este tipo de superficies se utilizan pinturas anticorrosivas, en colores fuertes para poder detectar las áreas que están sin aplicar pintura.

**7.2.5.3 Pintura de paredes.** Las paredes se pintan por dos razones, decoración y sellar los poros de las mismas para evitar proliferación microbiológica. Según el color que se pinten las paredes, así serán los niveles de reflexión de la luz sobre la superficie de la pared.

Se recomienda utilizar pintura a base de aceite para pintar las paredes, ya que estas sellan por completo los poros de las mismas, son repelentes al agua y se pueden lavar con detergentes sin que sufran desgaste.

**7.2.5.4 Pintura de maquinaria.** La pintura de maquinaria aplica con el propósito de identificar y organizar mejor los programas de mantenimiento de la maquinaria, pues además de proteger a los equipos de la corrosión, la pintura nos puede ayudar a identificar la maquinaria existente.

7.2.5.5 **Pintura de tubería.** Esta pintura se aplica en las tuberías de conducción de líquidos, gases o vapor de las instalaciones del edificio industrial, para que cualquier persona que necesite saber el contenido de una tubería sepa identificar fácilmente el mismo. Guiándose por el siguiente código de colores:

Cuadro 8

**Código de colores de tubería**

COLOR	SIGNIFICADO
Verde	Agua caliente
Verde/rallas azul	Agua fría
Verde/rallas celeste	Agua destilada
Verde/rallas rojas	Agua para incendios
Celeste	Aire comprimido
Gris/rallas rojas	Vapor / Incendios
Verde/rallas violeta	Aguas desecho de laboratorio
Negro	Aguas negras
Naranja	Servicios eléctricos
Amarillo ocre	Gases excepto el aire
Café	Aceites minerales
Gris plata	Vapor
Violeta/Rallas amarillas	Ácidos y álcalis

(S. Torres, 1999)

En general podemos decir que la pintura industrial en los siguientes colores indica:

- Rojo: Actividad peligros
- Amarillo: Atención, peligro
- Verde: Seguridad

(W. Handley, 2000)

7.2.6 **Control de ruidos.** El sonido es una combinación de movimiento de ondas sonoras con un medio para su propagación y una fuente productora de estas ondas sonoras. Dependiendo de la intensidad de estas ondas sonoras la intensidad del ruido. La intensidad del sonido, oscila entre los 125 Hz. a 800 Hz.; que son los que el oído humano percibe. (W. Handley, 2000)

Estas frecuencias se miden en decibeles, el decibel está definido en términos de la razón de la intensidad de un sonido con respecto a otro tomado como nivel de referencia. Algunas mediciones de decibles se pueden expresar como:

**Cuadro 9**  
**Mediciones de ruido**

DECIBELES	FUENTE EMISORA
0	Umbral del oído humano
10	Campo Tranquilo
20	Habitación ocupada
30	Biblioteca
40	Dormitorio
50	Sala de estar
60	Conversación corriente
70	Aspiradora
80	Calle con tránsito
90	Interior de autobús
100	Interior de tren
110	Maquina textil
120	Martillo neumático
130	Concierto de Rock
150	Avión a reacción

(S. Torres, 1999)

Los niveles que hacen daño a la salud humana son todos aquellos ruidos que sobrepasan los 90 decibles a exposiciones largas.

Según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, la exposición al nivel máximo de 90 decibeles es de 8 horas, si el nivel de ruido es mas alto, el periodo de exposición diario permitido es menor; por cada incremento de 5 decibeles, el periodo se hace la mitad, el nivel máximo permitido es de 115 decibeles durante 15 minutos y no se permite la exposición por arriba de este nivel. Niveles por debajo de 90 decibeles se admiten para cualquier duración de tiempo.

Para controlar los ruidos en una instalación industrial se tienen varios métodos, siendo los más importantes:

- Aislamiento de máquinas: por medio de tabiques alrededor de la maquina en forma de cubículo. Con materiales como fibra de vidrio, duroport, etc. (W. Handley, 2000)
- Colocación de paneles aéreos: para áreas en donde aislar no es posible, se cuelgan paneles aéreos con materiales absorbentes de las ondas sonoras. (W. Handley, 2000)
- Absorbedores tipo triangular: contruidos con fibra de vidrio, absorben las ondas sonoras de ambos lados del panel de la fuente emisora de ruido. (W. Handley, 2000)
- Espuma acústica: material flexible de poro abierto colocado en la par de la fuente emisora del sonido.(W. Handley, 2000)

### **7.3 Dirección de operaciones**

La dirección de operaciones se puede definir como el diseño, la integración arquitectónica, la gestión del funcionamiento y la incorporación de estos con los sistemas de producción de un edificio industrial. (J.A. Diego-Mas, 2006)

La integración de las instalaciones industriales con los procesos que ahí se llevaran a cabo es de vital importancia, ya que una adecuada interacción de estos elementos permitirá un proceso productivo armónico, controlado y fluido.

**7.3.1 Distribución del edificio industrial.** La distribución del edificio industrial determina la ordenación de los medios productivos, teniendo como objetivos:

- Simplificar el proceso productivo
- Minimizar los costos de manejo de materiales
- Aprovechamiento del espacio

- Evitar inversiones de capital innecesarias
- Aumentar el rendimiento de las operaciones

El tipo de distribución recomendado para este tipo de industria, es la distribución por producto, en cadena o en serie, la cual agrupa a la maquinaria y los equipos necesarios para la fabricación en una misma zona, siguiendo la secuencia de las operaciones que deben realizarse sobre la materia prima. (J.A. Diego-Mas, 2006)

El producto recorre la línea de producción de una estación a otra, siendo sometido a las operaciones necesarias. Este sistema permite reducir tiempos de fabricación, minimizar el trabajo en curso y el manejo de materiales. Como desventajas se pueden mencionar la falta de flexibilidad, una mayor inversión requerida, poca tolerancia a fallos en el sistema (una maquina puede parar toda la cadena de producción). (J.A. Diego-Mas, 2006)

#### 7.3.1.1 **Análisis de las relaciones entre actividades.**

Conociendo los diagramas de operación, se debe plantear el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas.

Estas relaciones no se limitan a la circulación de materiales, pudiendo ser esta irrelevante o incluso inexistente entre determinadas actividades. La no existencia de flujo material entre dos actividades no implica que no puedan existir otro tipo de relaciones entre ellas. (J.A. Diego-Mas, 2006)

7.3.1.1.1 **Tabla relacional de actividades.** La Tabla relacional de actividades se emplea para representar las relaciones encontradas de una manera lógica y que permita clasificar la intensidad de las relaciones. Consiste en un cuadro organizado en diagonal, en el que se plasman las necesidades de proximidad entre cada actividad y las restantes desde diversos puntos de vista. (J.A. Diego-Mas, 2006)

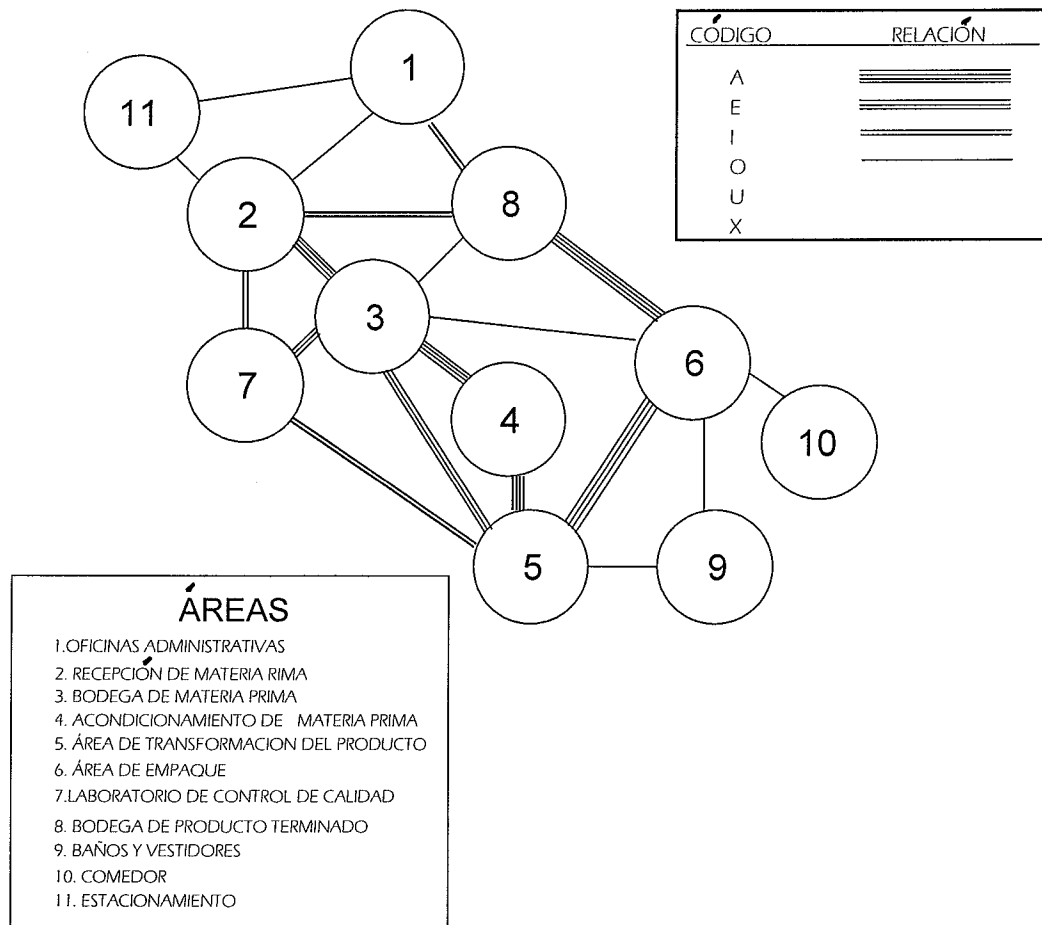


entre actividades, o por lo menos entre aquellas que representen una mayor intensidad relacional. De esta forma, se trata de conseguir distribuciones en las que las actividades con mayor flujo de materiales estén lo mas próximas posibles. (J.A. Diego-Mas, 2006)

En el gráfico 3 se representan las relaciones de las distintas actividades, con la cual se puede determinar una optima distribución de los ambientes en la instalación industrial.

Gráfico 3

**Diagrama relacional de recorridos propuesto**



**7.3.3 Especificaciones de construcción.** La instalación industrial deberá cumplir con todos los requisitos y especificaciones de construcción que faciliten la higiene y garanticen la inocuidad de los productos elaborados dentro de dicha instalación. Además de esto, deberán cumplir con las especificaciones indicadas en el *Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene para Alimentos para Lactantes y Niños*.

Los edificios e instalaciones deberán construirse de tal manera que las operaciones puedan realizarse en las debidas condiciones higiénicas y por medios que regulen la fluidez del proceso de elaboración desde la llegada de la materia prima a los locales hasta la obtención del producto terminado, garantizando además condiciones de temperatura apropiadas para el proceso de elaboración y para el producto. (CAC/RCP 21-1979)

#### **7.3.3.1 Instalación industrial**

**7.3.3.1.1 Edificio.** Se recomienda, que en el exterior, el edificio tenga superficies duras, libres de polvo y drenadas, de manera que no se generen por su arquitectura, encharcamientos, ni lugares que puedan servir de refugio o anidación de plagas.

Además de esto, que en el interior, sean construidos con materiales, diseño y acabados tales que faciliten el mantenimiento, las operaciones de limpieza y la operación sanitaria de los procesos. Las superficies de paredes, pisos y techos, equipos y estructuras, deben ser lisas, continuas, impermeables, sin ángulos, ni bordes.

Es importante disponer de dimensiones proporcionadas a los equipos y a las operaciones que se realicen. Disponer de espacios suficientes para la colocación de los equipos, las maniobras de flujo de materiales, el libre acceso a la operación, la limpieza, el mantenimiento, el control de plagas y la inspección. (L. Flores, 1999)

Entre los equipos, o las estibas de materiales y entre éstos y las paredes debe dejarse un espacio libre, que se recomienda sea de 40 cm. como mínimo. (S. Torres, 1999)

Las áreas de proceso deben estar separadas o aisladas, para cada proceso y de las áreas destinadas a servicios, por cualquier medio eficaz, para evitar acciones, movimientos o procedimientos que puedan causar contaminación entre ellas, con microorganismos, ingredientes, materias primas, sustancias químicas, polvo, mugre u otros materiales extraños.

La circulación del personal, de materias primas, de productos en proceso, de productos terminados o de materiales para cualquier uso (empaques, envases, material eléctrico, utensilios de limpieza, etc.), debe diseñarse cuidando que no haya cruzamientos. (L. Flores, 1999)

El Código Internacional recomendado de Practicas de Higiene para Alimentos para Lactantes y Niños, indica: «Los edificios e instalaciones deberán ser de construcción sólida y habrán de mantenerse en buen estado». (CAC/RCP 21-1979)

**7.3.1.1.2 Pasillos.** Se recomienda que los pasillos tengan una amplitud proporcional al número de personas que transiten por ellos y a las necesidades de trabajo que se realicen.

Los pasillos no deben emplearse como sitios de almacenamiento, ya que la acumulación de materiales o productos pueden favorecer el refugio de plagas, sobre todo si se almacena por largo tiempo. (L. Flores, 1999)

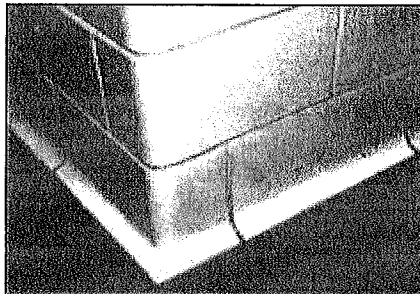
**7.3.1.1.3 Paredes.** Las paredes deben tener superficies lisas, continuas, impermeables, impenetrables, sin ángulos ni bordes, para que sean accesibles a la limpieza.

Para la construcción de las paredes exteriores se pueden emplear los siguientes materiales: ladrillos, tabicón, bloques de concreto (block) y materiales similares que confieran superficies duras, libres de polvo, drenadas, sin huecos o aleros que puedan dar lugar a la anidación y refugio de plagas. (S. Torres, 1999)

Las paredes interiores que se construyen para la separación y aislamiento pueden construirse con los materiales antes señalados o con materiales más ligeros que reúnan las características antes descritas, incluyendo lámina de acero, tabla-yeso, cancelería de vidrio, etc. La unión de estas paredes con el piso no deben ser en ángulo recto, sino redondeadas y selladas a prueba de agua (acabado sanitario) para facilitar la limpieza.

Gráfico 4

**Acabado sanitario de paredes**



Para recubrir las paredes del área de proceso y los almacenes que así lo requieran, se recomienda: losetas, ladrillo vidriado, cerámica, azulejo, mosaico, láminas de P.V.C. o pinturas como la acrílica, la vinílica, la alquídica u otras que confieran una superficie lisa e impermeable. (L. Flores, 1999)

En las áreas donde hay mucha humedad, poco ventiladas y que se haya observado crecimiento de hongos en las paredes, se recomienda aplicar pinturas adicionadas con productos que contengan agentes fungicidas o germicidas; la pintura deberá ser lavable e impermeable. El recubrimiento de la

pared con láminas de superficie continua, de cualquier material que sea lavable, ofrece muy buenos resultados para eliminar los hongos. Además, programar la limpieza con mayor frecuencia y aplicar soluciones de limpieza que contengan fungicidas, además de la pintura.

Se recomienda, la aplicación de pinturas de colores claros, con la finalidad de facilitar la supervisión de la limpieza. (S. Torres, 1999)

**7.3.1.2 Áreas de carga y descarga.** Las entradas de las plataformas de carga y descarga deben estar techadas, para evitar la entrada de lluvia. Los pisos deben ser de material adecuado, de fácil limpieza, resistente para soportar la carga de tráfico diario.

Se recomienda que las tarimas queden separadas de la pared 50 centímetros; para prevenir cargas sobre las mismas y facilitar recorridos de verificación. Las estibas de sacos se harán respetando las especificaciones y evitando rebasar la altura establecida. (H. Schmidt, 1991)

Se deberá contar con señalamientos que indiquen claramente la ubicación de los pasillos, y éstos permanecerán siempre libres de cualquier obstáculo que impida la fácil circulación. (H. Schmidt, 1991)

**7.3.1.2.1 Recepción de materia prima.** El área de recepción deberá estar lo más cerrado posible. Una construcción inadecuada será un atractivo para nidos de aves, roedores e insectos. Las rampas y plataformas de recepción deberán ser construidas de tal forma que minimicen la entrada de plagas; las cuales deberá de tener por lo menos 1 metro de altura sobre el suelo; la cual se deberá colocar una lámina o cualquier otro material de superficie lisa adherido, para prevenir que los roedores suban por ella. (H. Schmidt, 1991)

Puertas corredizas, persianas plásticas y/o cortinas de aire deberán utilizarse para prevenir la entrada de insectos y aves. (L. Flores, 1999)

**7.3.1.3 Áreas de almacenamiento.** Las áreas de almacenamiento deberán estar completamente cerradas, con puertas corredizas que puedan aislar completamente estas áreas, deberán diseñarse rampas que faciliten el tránsito de troqueles, carretones o montacargas. El piso deberá estar construido con concreto armado, para poder soportar cargas altas. Además debe proveerse una adecuada ventilación para evitar el acumulamiento de vapores, gases y humedad en esta área. Otros aspectos a observar son:

- Deben contar con señalamientos que indiquen claramente la ubicación de los pasillos, y éstos permanecerán siempre libres de cualquier obstáculo que impida la fácil circulación. (L. Flores, 1999)
- Las estibas no deberán obstruir el acceso al equipo contra incendio, salidas, botiquines o equipo de seguridad. (L. Flores, 1999)
- Se recomienda llevar un control de primeras entradas y primeras salidas, a fin de evitar que se tengan productos sin rotación. Así mismo se recomienda que periódicamente se les dé salida a productos y materiales inútiles, obsoletos o fuera de especificaciones a fin de facilitar la limpieza y eliminar posibles focos de contaminación. (L. Flores, 1999)
- Las materias primas deberán almacenarse en condiciones que confieran protección contra la contaminación y reduzcan al mínimo los daños y deterioros. (L. Flores, 1999)
- Los montacargas no deberán circular por las áreas de proceso, cuando no sea necesario. (L. Flores, 1999)

- No se permite el almacenamiento de materias primas, ingredientes, material de empaque o productos terminados, directamente sobre el piso ya que se deben almacenar sobre tarimas. (L. Flores, 1999)

#### **7.3.1.4 Área de servicios (baños y vestidores)**

7.3.1.4.1 **Sanitarios.** Los sanitarios no deben tener comunicación directa con el área de producción. Las puertas de entrada se recomienda que posean un sistema de cierre automático (resortes).

Los baños deben estar provistos de retretes, papel higiénico, lavamanos, jabón, jabonera, secador de manos (aire o toallas de papel) y recipiente para la basura. Es conveniente que los grifos no requieran accionamiento manual. Deberán colocarse rótulos en los que se indique al personal que debe lavarse las manos después de usar los sanitarios. (L. Flores, 1999)

7.3.1.4.2 **Vestidores y regaderas.** Se debe prever la construcción de regaderas para los empleados, los vestidores deberán contar como mínimo con un casillero para cada persona. Para guardar ropa, objetos e implementos de higiene. No deberán depositarse ropa ni objetos personales en las áreas de producción. (L. Flores, 1999)

El Código Internacional recomendado de Practicas de Higiene para Alimentos para Lactantes y Niños, establece que: «Todos los establecimientos deberán disponer de vestuarios y cuartos de aseo adecuados, convenientemente situados. Los cuartos de aseo deberán proyectarse de manera que se garantice la eliminación higiénica de las aguas residuales. Estos lugares deberán estar bien alumbrados y ventilados y, en su caso, deberán tener calefacción y no habrán de dar directamente a la zona donde se manipulen los alimentos. Junto a los retretes, y situados de tal manera que el empleado tenga que pasar junto a ellos al volver a la zona de elaboración, deberá haber lavabos con agua fría y caliente, provistos de un preparado conveniente para

lavarse las manos y medios higiénicos convenientes para secarse las manos. Los lavabos deberán tener grifos que permitan mezclar el agua fría y el agua caliente. Si se usan toallas de papel, deberá haber junto a cada lavabo un número suficiente de dispositivos de distribución y receptáculos. Conviene que los grifos no requieran accionamiento manual. Deberán ponerse rótulos en los que se indique al personal que debe lavarse las manos después de usar los servicios».

**7.3.1.4.3 Instalaciones para lavarse las manos en las áreas de Producción.** Deberán proveerse instalaciones convenientemente situadas para lavarse y secarse las manos siempre que así lo exija la naturaleza de las operaciones. Deberá disponerse también de instalaciones para la desinfección de las manos, con jabón, agua y de un preparado conveniente para la desinfección de las manos. Deberá haber un medio higiénico apropiado para el secado de las manos. Si se usan toallas de papel deberá haber junto a cada lavabo un número suficiente de dispositivos de distribución y receptáculo. Conviene que los grifos no requieran un accionamiento manual. (L. Flores, 1999)

Las instalaciones deberán estar provistas de tubería debidamente sifonadas que lleven las aguas residuales a los drenajes. (H. Schmidt, 1991)

**7.3.1.4.4 Instalaciones de desinfección.** Cuando así proceda, deberá haber instalaciones para la limpieza y desinfección de los útiles y equipo de trabajo. Esas instalaciones se construirán con materiales resistentes a la corrosión, y que puedan limpiarse fácilmente y estarán provistas de medios convenientes para suministrar agua caliente, agua fría o vapor en cantidades suficientes.

Los sanitarios no deben tener comunicación directa con el área de producción. Las puertas de entrada deben poseer sistema de cierre automático. (H. Schmidt, 1991)

Los baños deben estar provistos de retretes, papel higiénico, lavamanos, jabón, jabonera, secador de manos (aire o toallas de papel) y recipiente para la basura. Es conveniente que los grifos no requieran accionamiento manual.

Deberán colocarse rótulos en los que se indique al personal que debe lavarse las manos después de usar los sanitarios. (L. Flores, 1999)

**7.3.1.5 Alrededor de la instalación.** En los patios y alrededores de la instalación industrial se recomienda realizar una construcción de tal forma que esta evite condiciones que puedan ocasionar contaminación del producto y proliferación de plagas, tales como:

- Almacenamiento y acumulación de equipo en desuso
- Existencia de basura, desperdicios y chatarra
- Formación de maleza, hierbas o pasto de manera excesiva
- Existencia de áreas que originen polvo o tierra en exceso
- Encharcamiento por drenaje insuficiente o inadecuado.
- Los drenajes deben tener tapa apropiada para evitar la entrada de plagas provenientes del alcantarillado o áreas externas.
- Inadecuada iluminación.

(L. Flores, 1999)

### **7.3.1.6 Puertas y ventanas**

**7.3.1.6.1 Puertas.** Las puertas deberán ser de superficie lisa e inabsorbente y, cuando así proceda, deberán ser de cierre automático y ajustado. (CAC/RCP 21-1979)

Las puertas se recomienda que cuenten con superficies lisas, de fácil limpieza, sin grietas o roturas, estén bien ajustadas en su marco. Es recomendable evitar puertas que contienen compartimientos de vidrio, y sustituirlos por materiales irrompibles o materiales plásticos, para evitar el riesgo de roturas.

Se recomienda que las puertas estén bien señaladas y de preferencia con cierre automático y con abatimiento hacia el exterior, o con cierre automático donde las puertas se abran hacia los lados, para evitar así las corrientes de aire ya que siempre se mantienen cerradas.

Su construcción es conveniente ofrezca gran rigidez a base de refuerzos interiores y chapas o cerraduras de buena calidad. Las puertas de salida estarán bien señaladas y de preferencia abrirán al exterior.

Las aberturas inferiores de las puertas, marcos, umbrales y dinteles se recomienda sean cubiertos con protecciones tales que impidan el acceso a las plagas, por ejemplo la hoja de hierro galvanizada. De preferencia esta lámina quedará engargolada o doblada alrededor del marco de la puerta. Los canales o láminas colocados en los bordes verticales deberán extenderse por lo menos 15 cm. por encima de la parte inferior de la puerta. (L. Flores, 1999)

También pueden protegerse con mallas metálicas o protecciones de material anticorrosivo para impedir el paso a toda clase de plagas. Deben ser fácilmente desmontables para realizar su limpieza.

Se recomienda, que en el interior, las puertas sean construidas con materiales, diseño y acabados tales que faciliten el mantenimiento, las operaciones de limpieza y la operación sanitaria de los procesos. (L. Flores, 1999)

7.3.1.6.2 **Ventanas.** Las ventanas y otras aberturas deberán construirse de manera que se evite la acumulación de suciedad, y las que se abran deberán estar provistas de persianas. Las persianas deberán poder quitarse fácilmente para su limpieza y buena conservación. Las repisas de las ventanas deberán estar en pendiente para que no se usen como restantes. (CAC/RCP 21-1979)

Los marcos de las ventanas deben ser construidas con materiales que proporcionen superficies lisas, impermeables, impenetrables, sin bordes y

lavables. Hasta donde sea posible, los vidrios de las ventanas deben reemplazarse con materiales irrompibles o por lo menos con láminas de plástico transparente, como el acrílico, para evitar el riesgo de roturas y por lo tanto la posible contaminación con partículas de vidrio.

Cuando en un área de elaboración se prefiera la ventilación a través de ventanas, lo que no es recomendable si se quiere tener un ambiente controlado, libre de polvo, de plagas y de contaminantes en general, se requiere que en las ventanas se instalen marcos con tela de alambre para impedir la entrada de insectos, por lo menos. La limpieza de las ventanas y los marcos con tela de alambre debe programarse con mucha frecuencia. Además, las redes estarán colocadas de tal forma que se puedan quitar fácilmente para su limpieza y conservación. (H. Schmidt, 1991)

El alféizar de las ventanas, por el lado interior, presentará una pendiente o superficie inclinada para reducir la acumulación de polvo y suciedad. (H. Schmidt, 1991)

Los vidrios de las ventanas que se rompan deberán reemplazarse inmediatamente. Se recomienda tener mucho cuidado de recoger todos los fragmentos y asegurarse de que ninguno de los restos ha contaminado ingredientes o productos en la cercanía.

**7.3.1.7 Drenajes.** La instalación industrial deberá disponer de un sistema eficaz de evacuación de efluentes y aguas residuales, el cual debe mantenerse en todo momento en buen estado. Todos los conductos de evacuación (incluidos el sistema de alcantarillado) deben ser lo suficientemente grandes para soportar cargas máximas y se construirán separados 3 m como mínimo de las instalaciones de abastecimiento de agua potable, a manera de evitar contaminación de la misma. (CAC/RCP 21-1979)

En las áreas donde se utilice agua, se recomienda instalar una coladera por cada 37 m<sup>2</sup> de superficie. (H. Schmidt, 1991)

Se recomienda un drenaje para el piso en el cual los puntos más altos deben estar a no más de 3 m de un drenaje maestro colector, la pendiente máxima del drenaje con respecto a la superficie del piso debe ser superior a 5%.

Las tuberías de desagüe de los inodoros deben descargar directamente al sistema de drenaje. Se cuidará que las tuberías de hierro o acero galvanizado sean de un diámetro interior de por lo menos 10 cm. (4 pulgadas). (L. Flores, 1999)

Los drenajes deben ser distribuidos adecuadamente y estar provistos de trampas contra olores y rejillas para evitar entrada de plagas provenientes del drenaje. Tanto los pisos, así como los drenajes deben tener la inclinación adecuada para permitir un flujo rápido y eficiente de los líquidos desechados. Las cañerías de drenaje deben ser de terminación lisa para evitar la acumulación de residuos y formación de malos olores. (L. Flores, 1999)

**7.3.1.7.1 Manejo de desechos sólidos.** La instalación industrial deberá contar con un área exclusiva para el depósito temporal de desechos.

Los recipientes de basura en la planta deben estar convenientemente ubicados, deben mantenerse de preferencia tapados e identificados. Es necesario especificar, naturaleza y estado físico de los desechos, métodos de recolección y transporte, frecuencia de recolección y otras características mínimas de la basura como: aristas cortantes, toxicidad, flamabilidad y otras.

El área central de colección de basura debe tener construcción sanitaria que facilite la limpieza evitando acumulación de residuos y malos olores. Esta área debe estar delimitada y fuera de las áreas de producción. Se recomienda tomar en cuenta los vientos dominantes para evitar que éstos acarreen malos olores dentro del establecimiento. (L. Flores, 1999)

La basura debe ser removida de la planta, por lo menos, diariamente. Y se recomienda separar los desechos orgánicos de los inorgánicos.

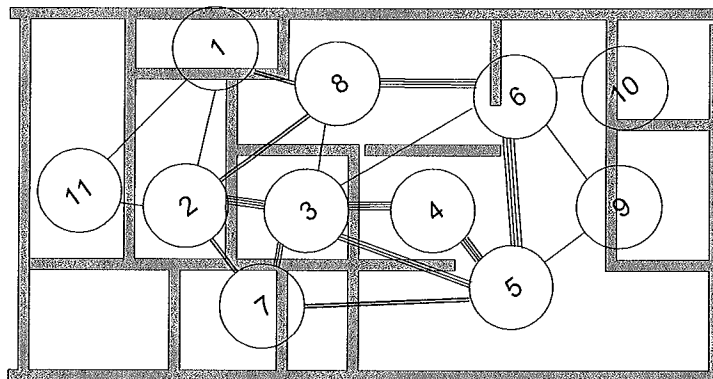
## VIII. INTEGRACIÓN DEL PROCESO

La integración del proceso, es la dimensionar de una forma más concretas las posibles distribuciones planteadas para la instalación industrial, se trata de relacionar e integrar los distintos ambientes con que contará la instalación industrial con las operaciones que se llevaran acabo dentro de ella. Teniendo como base para esto los diagramas relacionales de espacios realizados previamente.

En el gráfico 5 se presenta una propuesta de la integración de los espacios de la instalación con el proceso industrial.

Gráfico 5

### Propuesta de la Integración del Proceso.

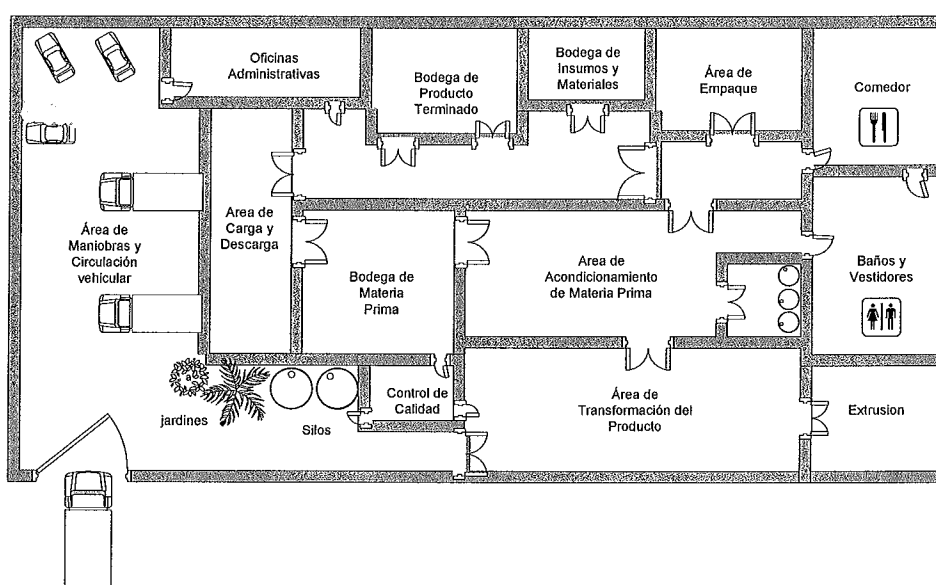


### 8.1 Distribución de planta

La distribución de planta es la que determina la ordenación de los medios productivos en un edificio industrial, esta condiciona los espacios y por tanto influye en la configuración arquitectónica del mismo. Además de tener incidencia directa sobre los costos de los productos fabricados, los tiempos de fabricación, el consumo de recursos energéticos, y la capacidad de adaptación ante los cambios en la demanda. (J.A. Diego-Mas, 2006)

En la gráfico 6 se presenta una propuesta para la distribución de planta, determinando la ubicación de los distintos ambientes, con base a los análisis presentados anteriormente.

Gráfico 6  
Propuesta de la distribución de la planta



**8.1.1 Diagrama de recorrido.** Éste pretende recoger la ordenación topológica de las actividades en base a la integración de los diagramas de flujo del proceso y las propuestas de distribuciones obtenidas mediante los diagramas relacionales.

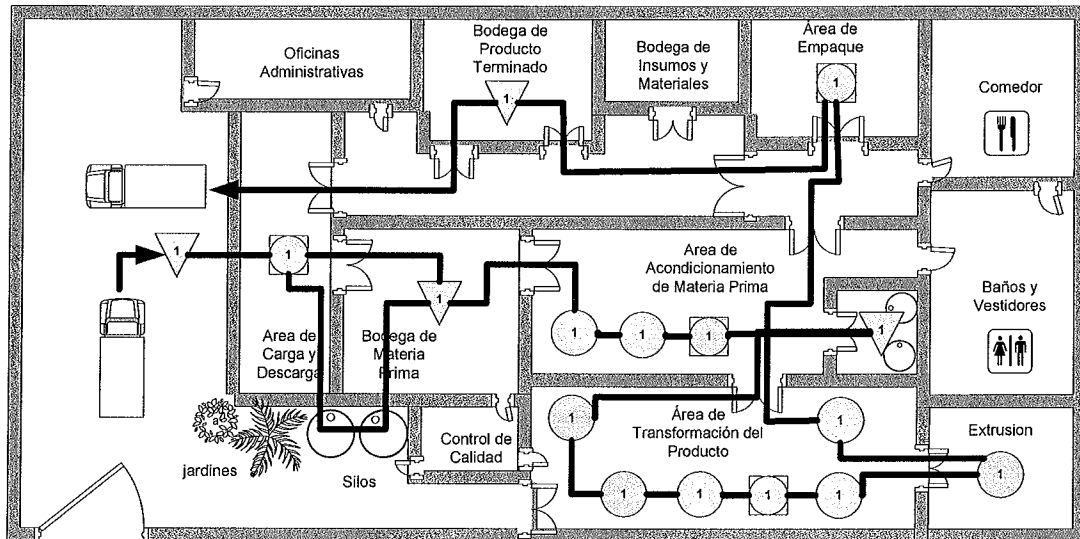
Los objetivos de elaborar un diagrama de recorrido son:

- Integración conjunta de todos los factores que afectan la circulación
- Movimiento del material según distancias mínimas
- Circulación del trabajo a través de la planta
- Utilización efectiva de todo el espacio
- Satisfacción y seguridad de todos los trabajadores
- Flexibilidad en ordenación que facilite ajustes posteriores

(J.A. Diego-Mas, 2006)

En el gráfico 7 se presenta una propuesta del diagrama de recorrido, con base a la distribución planteada anteriormente.

Gráfico 7  
Diagrama de recorrido propuesto



## 8.2 Impacto ambiental

Con el fin de conocer los impactos ambientales que tienen este tipo de industria, se realizó una visita técnica a una industria de similares características. Esta industria está dedicada a la elaboración de alimentos para animales y cuentan con procesos industriales de molienda, mezclado y extrusión. Se realizaron algunas mediciones y se investigó en el expediente de consulta entregado a la Municipalidad de Guatemala, en donde se obtuvieron las siguientes mediciones:

8.2.1 **Sólidos.** Los desechos obtenidos en este tipo de industria son Minerales no Metálicos. Los cuales son aprovechados para la obtención de subproductos.

Los subproductos y productos derivados (salvado, harina forrajera y residuos de la limpieza) pasan en forma de componentes de piensos y forrajes a la industria productora de alimentos para el ganado o bien al sector agrícola.

Otra fuente de generación de desechos sólidos son las actividades administrativas que en el local se puedan desarrollar, generando un promedio diario de 5 Kg. al día los cuales son desechados por medio del servicio municipal de recolección de desechos, el cual se deberá pagar mensualmente.

**8.2.2 Líquidos.** En este tipo de actividad industrial sólo se producen aguas residuales industriales en el lavado de los cereales, pero sólo si tienen que fabricarse productos granulados o de grano entero. En la industria molinera actual se procede predominantemente a una limpieza en seco, que separa las impurezas con ayuda de tamices y de mesas densimétricas. Si se integra la producción de arroz tipo "Bulgur" y "Parboiled", se origina aquí agua de procesos con una escasa proporción de almidón.

En la moderna molienda de los cereales sólo se utiliza agua para el acondicionamiento (mojado) del cereal, y esta agua es absorbida totalmente por el grano. Hoy en día, todo el proceso de limpieza se realiza con ayuda de aire, cribado y separación densimétrica. Los procesos de lavado son reemplazados casi totalmente por máquinas restregadoras, con lo que ya no se producen aguas residuales industriales.

Por lo tanto los desechos líquidos son Inocuos. Solamente se utiliza agua potable para los servicios sanitarios y el aseo del personal que labora en el local. Esta agua será obtenida a través del servicio municipal, contando con una disposición mínima de ½ paja de agua. Los desechos líquidos resultantes de los servicios sanitarios son desechados por medio el servicio municipal de alcantarillado.

**8.2.3 Emisión de humo.** Medición: 0 (en unidades de Ringelman). No existe generación de humo en este tipo de actividad industrial.

**8.2.4 Emisión de polvo.** Aproximadamente 230 mg/m<sup>3</sup>.

Durante la molienda, mezclado y llenado de los sacos se genera una cantidad mínima de partículas que son el resultado de la trituración de la materia prima y el proceso en si, estas partículas son de dimensiones muy pequeñas, las cuales son recolectadas para su posterior uso.

En las instalaciones de limpieza de los molinos se tratan los desechos pulverulentos y los residuos de limpieza granulados, que son obtenidos por aspiración, los cuales se adicionan a los subproductos del molino (salvado) destinados a la alimentación animal.

En el cuadro 10 se relacionan los contenidos de polvo del aire de trabajo en las diversas secciones de la industria molinera, así como los valores de emisiones permitidos.

Cuadro 13

**Contaminantes y emisiones admisibles en la industria molinera.**

Clase de industria molinera	Contenido de polvo en el aire de trabajo		Valores de emisiones admisibles
Silos	12 a 15	g/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>
Secaderos	15 a 18	g/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>
Molinos de cereales	aprox.96	g/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>
Molinos descascarilladores	6 a 8	g/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>
Purific. de semillas	8 a 10	g/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>

(Hoseney, 1990)

8.2.5 **Ruido.** El ruido podrá ser generado por los motores de los molinos, extrusores y mezcladoras, los cuales son operados por periodos durante la jornada de trabajo.

Se realizaron mediciones en diversos puntos con un Decibelímetro marca Radio Shack, con siete alcances de nivel de volumen, permitiendo medidas de 50 dB hasta 126 dB (en relación a 0.00002 mbar). En donde se obtuvieron las siguientes lecturas:

Cuadro 11  
**Medición decibeles Interior de la planta**

MEDICIÓN	Punto		
	1	2	3
1	85.3	80.6	78.28
2	86.2	80.8	78.03
3	85.5	81	79.6

Como se muestra en la medición, el nivel promedio de ruido no sobrepasa los 90 decibels, por lo cual no representa riesgo para la salud tanto de los trabajadores como de los vecinos del local. El ruido en el interior esta clasificado como ruido estable o continuo, por lo cual no existen medidas de control de ruido.

Cuadro 12  
**Medición decibeles exterior de la planta**

MEDICIÓN	Punto	
	1	2
1	75.3	70.2
2	75.2	70.00
3	75.2	70.01

Como se muestra en la medición, el nivel promedio de ruido en la parte exterior no sobrepasa los 80 decibels, por lo cual no representa riesgo para la salud tanto de los trabajadores como de los vecinos del local. El ruido en el exterior está clasificado como ruido ambiente, por lo cual no existen medidas de control de ruido.

### **8.3 Factores determinantes**

Los factores determinantes son aquellos que se deberán tomar en cuenta, para lograr una operación adecuada de la industria, estos son fundamentales para escoger la ubicación de la instalación industrial, para determinar costos de forma global y para estimar la cantidad de recursos necesaria.

#### **8.3.1 Capacidad de producción**

Una planta equipada con la maquinaria y equipo descrito anteriormente, tendrá una capacidad aproximada de 8 toneladas por hora. La capacidad de producción de harina sin extruir podría ser de 10 toneladas por hora.

**8.3.2 Consumo de agua.** Para este tipo de proceso se estima un consumo máximo por día de agua de  $1.5 \text{ m}^3$ , la cual es utilizada en su mayoría en procesos de limpieza, en los servicios sanitarios y aseo personal de los trabajadores. El agua utilizada para el preacondicionamiento del producto no representa algún consumo significativo.

**8.3.3 Consumo de energía eléctrica.** El consumo aproximado de energía por hora es de 17.5 Kw. / Hr.; La cual podrá ser abastecida por el sistema nacional de empresa eléctrica.

**8.3.4 Consumo de combustibles.** No se tienen estimados consumos de algún combustible, ya que la maquinaria y equipo con que se tienen estimados utilizan energía eléctrica para su funcionamiento. Los equipos que consumen combustibles podrían ser generadores eléctricos de emergencia.

**8.3.5 Perturbación tránsito circundante.** Se estima que según la capacidad de producción de la instalación industrial, estarán circulando aproximadamente 5 – 8 vehículos por hora. Por medio de camiones con capacidad de hasta 10 toneladas, y/o pickups con capacidad de hasta ½ tonelada. De donde se estima que el tiempo de carga o descarga de es de 45 minutos para el camión y 15 minutos para el pickup.

**8.3.6 Riesgo de explosión.** Riesgo poco probable. No existe un riesgo potencial de incendio y explosión, además, la instalación industrial deberá contar con un sistema de ventilación adecuado, una altura considerable del techo, así como con extinguidores clase ABC además de esto dentro del mismo no se almacenan combustibles ni materiales inflamables. El único riesgo potencial de incendio lo representan los sacos de polipropileno en los cuales se almacenan los productos

**8.3.7 Personal.** Se recomienda trabajar en jornada ordinaria diurna, con un total de 13 personas por turno.

**8.3.8 Turnos.** Se realizara únicamente un turno por día.

**8.3.8.1 Horario.** Las actividades se desarrollarán en horario de 8:00 a.m. a 17:00 p.m. de lunes a viernes. Y de 8:00 a.m. a 12:00 p.m. el día sábado.

**8.3.8.2 Número de trabajadores.** Se deberá contar con un total de por lo menos 13 trabajadores, en la jornada indicada anteriormente; distribuida de la siguiente forma:

Cuadro 13  
Distribución del personal

CLASIFICACIÓN DEL TRABAJO	NÚMERO DE PERSONAS
Preparación de material y materia prima	2
Mezcla y control de producción	2
Operación de maquinaria	3
Línea de empaque	1
Manejo y/o manipulación del producto	1
Administración de la planta	1
Mantenimiento	2
Control de Calidad	1
<b>Total</b>	<b>13</b>

## IX. CONCLUSIONES

- A. La razón más importante para iniciar el destete en los infantes es cubrir las necesidades energéticas para que el niño se desarrolle y crezca adecuadamente. Llega un momento con el paso del tiempo en el que la lactancia exclusiva no es capaz de proporcionarles la energía suficiente. Esto no quiere decir que debe suprimirse la lactancia, todo lo contrario, se debe continuar si es posible la lactancia materna hasta pasado el año de vida de los infantes.
- B. El tipo de alimentos que deben darse en el periodo de destete va a depender de factores geográficos, culturales, económicos, costumbres familiares, apetito del niño, etc. La administración de nuevos alimentos debe ser gradual y lenta.
- C. El proceso de transformación de las materias primas tiene como finalidad mejorar la digestibilidad en los infantes, de las proteínas y los carbohidratos complejos de los ingredientes, esto se logra por medio de la predigestión enzimática de los productos, al ser sometidos a procesos industriales como la extrusión
- D. El primer paso para el diseño de un edificio industrial es realizar la planeación de procesos la cual proporciona las pautas para el diseño de una cadena productiva, ésta se expresa genéricamente y su determinación nos enmarca las actividades a realizar.
- E. La integración de las instalaciones industriales con los procesos que ahí se llevaran a cabo es de vital importancia, ya que una adecuada interacción de estos elementos permitirá un proceso productivo armónico, controlado y fluido.

## X. RECOMENDACIONES

- A. La introducción de nuevos alimentos al infante debe hacerse poco a poco y en preparaciones sencillas.
- B. No se debe eliminar la lactancia materna, la leche materna continúa siendo la principal fuente de nutrientes hasta que el infante tenga por lo menos dos años. Sin embargo, después de seis meses de edad, todos los infantes necesitan cantidades crecientes de alimentos adicionales. Su introducción en la dieta no significa que se deba descontinuar la lactancia materna.
- C. Llevar a cabo un estudio de mercado de los alimentos de destete, para con ello conocer las preferencias del mercado en cuanto a las presentaciones del producto y sus formulaciones.
- D. Utilizar materias primas disponibles en la región donde se pretenda instalar la planta industrial, estas materias primas deberán ser accesibles en términos de costo y disponibilidad y que sean culturalmente aceptables, pero teniendo en cuenta su calidad nutricional en términos de digestibilidad, densidad energética y contenido de nutrientes.
- E. Seleccionar únicamente ingredientes de alta calidad, ya las materias primas representan el 90% de los costos de manufactura, por eso se recomienda que se incluya un programa de compras de materias primas que cumpla con los parámetros de medición de la calidad.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Benoist, B. 1999. *Complementary feeding: a challenge to both children and mothers*. En: Dop MC, Benbouzid D, Trèche S, de Benoist B, Verster A, Delpeuch F, eds: *Complementary feeding of young children in Africa and the Middle East*. Geneva, World Health Organization, pp. 9-14.
- Bortone, Eugenio D. 2001. *Elaboración de alimentos de acuacultura*. Monterrey Nuevo Leon, Mexico. 2ª ed. 12 págs.
- Cameron, Margaret & Hofander Yngue. 1989. *Manual para Alimentación de Infantes y Niños Pequeños*. Editorial Pax. México.
- CAC/GL 08-1991. FAO/OMS, 1991. *Directrices sobre preparados alimenticios complementarios para lactantes de mas edad y niños pequeños*. 12 págs.
- CAC/RCP 21-1979. FAO/OMS, 1979. *Código internacional recomendado de prácticas de higiene para alimentos para lactantes y niños*. 21 Págs.
- Diego-Mas, Jose Antonio. 2006. *Optimización de la distribución en planta de las instalaciones industriales*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, España
- Dijkhuizen, P., W. Würdemann. 1999. *Production of low-cost complementary food: from a numtrition intervention programme service to a market oriented approach*. En: Dop MC, Benbouzid D, Trèche S, de Benoist B, Verster A, Delpeuch F, eds: *Complementary feeding of young children in Africa and the Middle East*. Geneva, World Health Organization, pp. 121-132.

- Flores, Luis. 1999. *Manual de buenas practicas de higiene y sanidad*. 1ª ed. México, D.F.
- Forsythe, S.J. 2003. *Alimentos seguros; Microbiología*. 1ª ed. 410 págs.
- Greiner, J. Hum. 1996. *The concept of Weaning; Definitions and their implications*. Pág. 123 – 128.
- Guatemala. 1971. Departamento de Regulaciones. *Reglamento especifico de localizacion e instalación industrial del Municipio de Guatemala*. Guatemala, Municipalidad de Guatemala, 56 págs.
- Handley, Webber. 2000. *Manual de Seguridad Industrial*. McGraw-Hill. 150 págs.
- INE, Instituto Nacional de Estadística. 1996. *Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil*. DHS/Macro International Inc. Guatemala.
- Miller, Robert C. 2005. *Tecnología de extrusión de alimentos*. Aurburn New York. 1ª Edición
- MSPAS 003-99. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. 1999. *Norma Sanitaria Para la autorización y funcionamiento de Fábricas de Alimentos Procesados y Bebidas*. 8 págs.
- Peters, M. and Timmerhaus, K. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. 4a ed. McGraw-Hill.
- Ripoll, Pane A. 1993. *El proceso de extrusión en cereales y habas de soja*. Pág. 15 – 30.

Sanogo, M. 1999. *Technology and equipment for the production of flour for infants and young children*. En: Dop MC, Benbouzid D, Trèche S, de Benoist B, Verster A, Delpuech F, eds: Complementary feeding of young children in Africa and the Middle East. Geneva, World Health Organization, pp. 141-149.

Schmidt, Ronald H. 1991. *Sanitary design and construction of food processing and handling facilities*. 1ª ed. Northside. 25 págs.

Torres, Sergio Antonio. 1999. *Ingeniería de Plantas*. 1ª edición 85 págs.

Vilbrandt, Francis. 1991. *Chemical Engineering Plant Design*. 4ª ed. Mc-Graw-Hill.

#### **Documentos electrónicos consultados:**

Arias, C. 1993. *Cosecha de soya*. Ecuador. Recuperado de Internet el 9 de mayo 2004:

<http://www.fao.org/inpho/vlibrary/x0051s/X0051S05.htm#5>

Caldwell, R.W. 1958. *In Processed plant protein foodstuffs*. New York, Academic Press. Recuperado de Internet el 9 de mayo 2004:

<http://www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/tfeed8/index.htm>

FAO. 1967. *Rice by-product utilization*. Rome. Informal Working Bulletin No. 30. Recuperado de Internet el 9 de mayo 2004:

<http://www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/tfeed8/Data/37.HTM>

Flores, M., R. Alemán, T. Solomon. 2003. *La utilización de leguminosas en Sistemas Agrícolas de Regiones de Altura*. Recuperado de Internet el 9 de mayo 2004:

[http://rds.org.hn/miembros/cidicco/boletin\\_\\_6.htm#El%20uso%20del%20frijol%20chinapopo](http://rds.org.hn/miembros/cidicco/boletin__6.htm#El%20uso%20del%20frijol%20chinapopo)

Higuera, A., A. Chacín y J. Semprún. 1999. *Momento óptimo para la cosecha de granos verdes en cinco variedades de quinchoncho Cajanus cajan (L.) Millsp. con fines agroindustriales*. Recuperado de Internet el 9 de mayo 2004:

[http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v16\\_s/v167z037.html](http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v16_s/v167z037.html)

Infoagro. 2002. *El cultivo del arroz*. Recuperado de Internet el 9 de mayo de 2004: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm#1.%20ORIGEN>

Savon, L., I. Scull. 2001. *Leguminosas*. Habana, Cuba. Recuperado de Internet el 9 de mayo 2004:

[http://www.puc.cl/sw\\_educ/cultivos/introleg.htm](http://www.puc.cl/sw_educ/cultivos/introleg.htm)

## **XII. ANEXOS**

## ANEXO 1

### Composición química del arroz blanco

Composición del arroz blanco  
(por cada 100 g de sustancia)

Agua (%)	15.5
Proteínas (g)	6.2
Grasas (g)	0.8
Carbohidratos (g)	76.9
Fibra (g)	0.3
Cenizas (g)	0.6
Calcio (mg)	6
Fósforo (mg)	150
Hierro (mg)	0.4
Sodio (mg)	2
Vitamina B1 (Tiamina) (mg)	0.09
Vitamina B2 (Riboflavina) (mg)	0.03
Niacina (Ácido nicotínico) (mg)	1.4
Calorías	351

(Infoagro, 2002)

## ANEXO 2

### Evolución de la desnutrición, en infantes menores de 5 años

Evolución de la desnutrición en menores de 5 años, 1987-1995

Evolución de la desnutrición crónica, aguda y global en niños de 12 a 36 meses de edad en Guatemala entre ENSMI-87 y ENSMI-95				
Tipo de desnutrición	12-23		24-35	
	1987	1995	1987	1995
<b>Crónica</b>	<b>69.7</b>	<b>57.2</b>	<b>67.6</b>	<b>57.3</b>
Leve	32.0	31.6	28.8	26.5
Moderada/severa	37.7	25.6	38.8	30.8
<b>Aguda</b>	<b>21.8</b>	<b>6.1</b>	<b>10.0</b>	<b>3.8</b>
Leve	19.0	4.9	9.5	2.8
Moderada/severa	2.8	1.2	0.5	1.0
<b>Global</b>	<b>44.4</b>	<b>35.2</b>	<b>38.6</b>	<b>35.4</b>
Leve	33.6	26.6	28.3	25.8
Moderada/severa	10.8	8.6	10.3	9.6

(INE, 1996)

## ANEXO 3

### *Indicadores de desnutrición por características demográficas.*

#### Indicadores de desnutrición infantil por características demográficas

Entre los niños menores de cinco años, porcentaje clasificado como desnutrido según tres índices antropométricos: talla para la edad, peso para la edad y peso para la talla, según características demográficas seleccionadas, Guatemala 1995

Característica	Talla para la edad		Peso para la talla		Peso para la edad		Número de niños
	Porcentaje -3 DE o más <sup>1</sup>	Porcentaje -2 DE o más <sup>2</sup>	Porcentaje -3 DE o más <sup>1</sup>	Porcentaje -2 DE o más <sup>2</sup>	Porcentaje -3 DE o más <sup>1</sup>	Porcentaje -2 DE o más <sup>2</sup>	
<b>Edad del niño (en meses)</b>							
< 6	3.1	11.5	0.3	1.4	0.7	3.3	788
6-11	9.5	32.5	1.0	2.9	3.2	18.5	874
12-23	25.6	57.2	1.2	6.1	8.6	35.2	1,654
24-35	30.8	57.3	1.0	3.8	9.6	35.4	1,539
36-47	28.2	56.7	0.7	2.8	5.7	27.1	1,510
48-59	28.2	57.4	0.3	1.1	3.5	24.4	1,403
<b>Sexo</b>							
Masculino	23.8	50.4	0.9	3.6	6.3	25.9	3,939
Femenino	23.3	49.1	0.7	2.9	5.5	27.3	3,829
<b>Orden de nacimiento</b>							
Primer hijo	16.0	39.7	0.7	3.6	4.4	20.4	1,610
Segundo o tercero	19.8	43.1	0.6	2.9	5.2	24.1	2,620
Cuarto o quinto	27.2	54.3	1.0	3.4	6.3	28.1	1,607
Sexto o mayor	31.7	63.3	0.9	3.3	7.9	33.9	1,931
<b>Intervalo entre nacimientos</b>							
Primer nacimiento	16.0	39.7	0.7	3.6	4.4	20.4	1,616
Menos de 24 meses	30.6	57.1	0.7	3.1	7.8	31.4	1,818
24-47 meses	26.0	54.1	0.9	3.1	6.0	28.4	3,321
48 meses y más	14.6	38.4	0.7	3.4	4.6	21.8	1,012
<b>Total</b>	<b>23.5</b>	<b>49.7</b>	<b>0.8</b>	<b>3.3</b>	<b>5.9</b>	<b>26.6</b>	<b>7,768</b>

Nota: Cada índice se expresa en términos de desviaciones estándar (DE) de la mediana de la población de referencia internacional recomendada por NCHS/CDC/WHO. Los niños se clasifican como desnutridos si se encuentran 2 o más desviaciones estándar (-2 DE) por debajo de la mediana de la población de referencia.

<sup>1</sup> Desnutrición severa

<sup>2</sup> Total de desnutridos

Desnutrición leve: total menos moderada o severa

(INE, 1996)

## ANEXO 4

### **Indicadores de desnutrición infantil por características seleccionadas (área, región, educación y grupo étnico)**

#### Indicadores de desnutrición infantil por características seleccionadas

Entre los niños menores de cinco años, porcentaje clasificado como desnutrido según tres índices antropométricos: talla para la edad, peso para la edad y peso para la talla, según residencia, nivel de educación y grupo étnico, Guatemala 1995

Característica	Talla para la edad		Peso para la talla		Peso para la edad		Número de niños
	Porcentaje -3 DE o más <sup>1</sup>	Porcentaje -2 DE o más <sup>2</sup>	Porcentaje -3 DE o más <sup>1</sup>	Porcentaje -2 DE o más <sup>2</sup>	Porcentaje -3 DE o más <sup>1</sup>	Porcentaje -2 DE o más <sup>2</sup>	
<b>Área</b>							
Urbana	12.8	35.3	0.8	2.7	3.4	18.2	2,505
Rural	28.6	56.6	0.8	3.5	7.1	30.6	5,263
<b>Región</b>							
Metropolitana	12.1	33.5	1.0	3.3	3.8	18.3	1,992
Norte	21.0	55.3	0.5	2.7	5.0	24.9	741
Nor-Oriente	18.0	43.9	0.9	3.9	6.3	23.1	640
Sur-Oriente	18.3	45.4	0.7	2.6	5.3	26.4	756
Central	20.8	45.7	0.9	4.7	7.0	27.0	845
Sur-Occidente	32.1	59.5	1.0	3.5	7.4	32.9	1,693
Nor-Occidente	41.4	69.9	0.3	2.2	7.6	34.9	1,100
<b>Departamento</b>							
Chimaltenango	30.0	60.9	1.3	6.4	10.1	35.5	341
San Marcos	35.4	63.8	1.0	3.5	8.4	35.4	430
Huehuetenango	42.9	69.9	0.2	1.8	8.3	34.6	684
Quiché	39.0	69.9	0.3	2.8	6.4	35.4	417
Alta Verapaz	21.6	56.2	0.3	3.0	4.9	24.4	580
Resto	18.6	43.0	0.9	3.3	5.2	23.8	5,316
<b>Nivel de educación</b>							
Sin educación	33.8	63.8	0.9	3.6	7.9	34.8	2,970
Primaria	20.9	48.0	0.8	3.1	5.6	24.6	3,791
Secundaria	3.6	15.6	0.0	1.8	1.0	10.2	874
Superior	0.0	8.8	3.0	7.9	3.0	7.6	133
<b>Grupo étnico<sup>3</sup></b>							
Indígena	36.4	67.8	0.9	3.3	7.9	34.6	3,245
Ladino	14.2	36.7	0.7	3.2	4.5	20.9	4,497
<b>Total</b>	<b>23.5</b>	<b>49.7</b>	<b>0.8</b>	<b>3.3</b>	<b>5.9</b>	<b>26.6</b>	<b>7,768</b>

Nota: Cada índice se expresa en términos de desviaciones estándar (DE) de la mediana de la población de referencia internacional recomendada por NCHS/CDC/WHO. Los niños se clasifican como desnutridos si se encuentran 2 o más desviaciones estándar (-2 DE) por debajo de la mediana de la población de referencia.

<sup>1</sup> Desnutrición moderada o severa.

<sup>2</sup> Total de desnutridos.

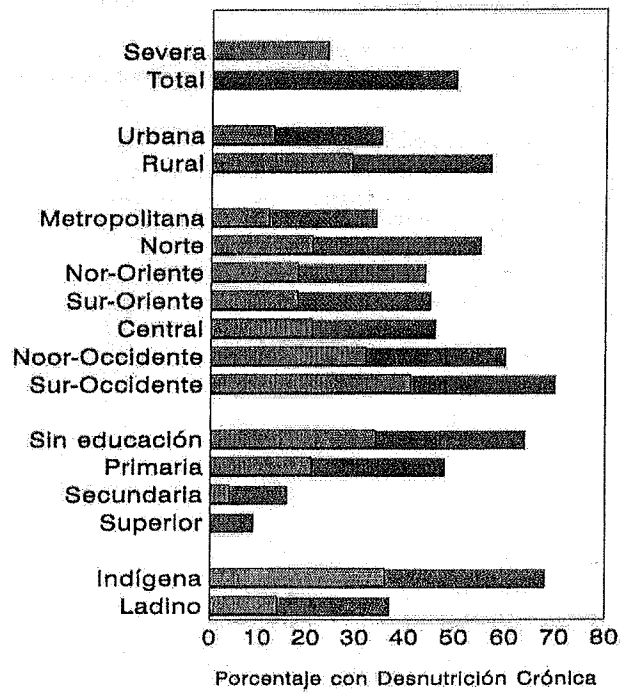
Desnutrición leve: total menos moderada o severa

<sup>3</sup> Se excluyen 25 casos sin información.

(INE, 1996)

**ANEXO 5**  
**Niveles de Desnutrición crónica por Área,**  
**Región, Educación y Grupo Étnico.**

**Niveles de Desnutrición Crónica por**  
**Area, Región, Educación y Grupo Étnico**



## ANEXO 6

### *Tipo de lactancia de los infantes*

Distribución porcentual de niños sobrevivientes por tipo de lactancia en las 24 horas que precedieron la encuesta, según edad del niño en meses, Guatemala 1995

Edad en meses	Porcentaje de todos los niños que:					Número de niños sobrevivientes
	No están lactando	Lactan exclusivamente	Lactan y reciben:		Total	
			Sólo agua	Complementos		
0-1	0.9	57.9	7.1	34.0	100.0	276
2-3	2.4	44.2	7.0	46.5	100.0	331
4-5	7.1	37.4	6.0	49.4	100.0	301
6-7	7.9	17.4	2.7	71.9	100.0	306
8-9	7.3	10.0	1.6	81.0	100.0	307
10-11	12.4	4.0	0.4	83.3	100.0	321
12-13	27.5	2.3	0.2	69.9	100.0	354
14-15	22.2	2.4	0.0	75.4	100.0	309
16-17	33.5	0.6	0.2	65.8	100.0	324
18-19	39.0	0.0	0.3	60.7	100.0	258
20-21	52.2	0.2	0.1	47.5	100.0	276
22-23	61.3	0.1	0.0	38.5	100.0	290
24-25	72.9	0.2	0.2	26.7	100.0	269
26-27	78.1	0.0	0.0	21.9	100.0	273
28-29	80.5	0.0	0.0	19.5	100.0	297
30-31	87.0	0.0	0.0	13.0	100.0	284
32-33	90.8	0.0	0.0	9.2	100.0	296
34-35	91.9	0.0	0.0	8.1	100.0	292
0-3	1.7	50.4	7.1	40.8	100.0	607
4-6	7.0	32.4	5.2	55.4	100.0	447
7-9	7.9	11.1	1.7	79.2	100.0	468

(INE, 1996)

## ANEXO 7

### *Lactancia y alimentación complementaria por edad, y frecuencia de alimentación.*

Porcentaje de niños vivos menores de 3 años meses que recibieron alimentos específicos en las últimas 24 horas y porcentaje que reciben biberón por edad y condición de lactancia, Guatemala 1995

Edad en meses	Porcentaje de niños que:									Número de niños sobre-vivientes
	Reciben alimentos:									
	Lacta exclusivamente	Leche para bebé	Otras leches	Otros líquidos	Sólidos (carne/pezu/huevo)	Grano/harina/cereal	Tubérculos/plátanos	Otros	Usa biberón	
<b>Niños que están lactando<sup>1</sup></b>										
0-1	58.4	6.0	8.5	26.0	0.0	0.4	0.0	0.6	22.5	274
2-3	45.3	10.9	10.6	39.6	0.8	3.5	0.8	2.3	28.3	323
4-5	40.3	9.7	14.2	46.1	6.5	5.9	5.9	9.3	23.0	280
6-7	18.9	10.6	20.0	73.3	22.7	16.9	27.8	36.8	32.5	282
8-9	10.8	5.1	18.4	79.2	31.3	19.5	33.1	56.4	26.8	285
10-11	4.5	4.5	14.5	85.9	43.3	24.5	46.4	75.6	29.8	281
12-13	3.2	6.6	15.2	90.8	55.3	29.3	50.5	89.5	27.8	256
14-15	3.0	4.6	20.6	93.9	56.8	28.3	52.7	87.7	21.8	240
16-17	0.9	6.9	16.3	94.0	65.8	28.0	57.7	93.1	34.2	215
18-23	0.3	5.5	24.2	95.6	62.8	30.9	53.7	91.1	29.1	402
24-29	0.4	5.8	16.7	97.6	66.6	29.4	54.7	91.3	18.1	191
30-35	0.0	7.1	29.8	95.6	69.1	36.7	62.3	99.1	32.8	88
0-3	51.3	8.7	9.6	33.3	0.5	2.1	0.4	1.5	25.6	596
4-6	34.8	10.7	16.6	52.6	9.9	10.0	12.3	15.8	28.0	416
7-9	12.1	6.3	18.4	79.5	30.2	18.2	32.0	52.2	26.9	431
Total	17.2	7.0	16.9	74.3	37.1	19.8	34.6	57.1	27.2	3,116
<b>Niños que no están lactando<sup>2</sup></b>										
0-1	NA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	34.2	ND
2-3	NA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4-5	NA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6-7	NA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8-9	NA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10-11	NA	24.2	90.1	82.6	66.8	43.9	74.7	70.7	95.0	40
12-13	NA	14.4	83.7	90.0	65.1	49.6	64.5	81.3	92.2	97
14-15	NA	9.2	70.1	87.3	61.5	38.3	56.8	92.2	82.8	69
16-17	NA	1.3	66.3	91.1	76.7	40.6	71.0	87.2	74.9	108
18-23	NA	4.5	50.2	99.0	75.6	40.1	66.8	91.8	62.5	422
24-29	NA	0.6	36.2	97.4	74.6	36.8	56.3	91.5	39.6	648
30-35	NA	2.0	32.3	94.7	73.2	34.6	59.7	91.8	29.8	784
0-3	NA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4-6	NA	30.0	79.1	79.9	4.2	43.2	18.9	1.6	100.0	31
7-9	NA	7.9	70.5	90.7	53.5	34.7	55.1	69.4	87.9	37
Total	NA	3.8	44.3	95.0	71.8	37.5	60.1	88.6	48.6	2,247

NA: No aplicable; ND: no disponible por estar basado un m6enos de 25 casos

Nota: Los porcentajes por tipo de alimentos pueden sumar m6as de 100 por ciento debido a que un ni6no puede recibir m6as de un tipo de complemento.

<sup>1</sup> Corresponde a las columnas 2, 3 y 4 en el Cuadro 5.2

<sup>2</sup> Corresponde a la columna 1 en el Cuadro 5.2

(INE, 1996)

## ANEXO 8

### Tipo y frecuencia de alimentos según situación de lactancia

Porcentaje de niños vivos menores de 3 años que fueron alimentados con diferentes tipos de comidas en la última semana y número promedio de días que fueron alimentados en la última semana, por edad y condición de lactancia, Guatemala 1995

Edad	Agua sola		Leche		Otros líquidos		Huevo/pescado		Carné		Grano/harina		Tubérculos		Otros		Niños sobrevivientes
	Porcentaje	Pro-medio	Porcentaje	Pro-medio	Porcentaje	Pro-medio	Porcentaje	Pro-medio	Porcentaje	Pro-medio	Porcentaje	Pro-medio	Porcentaje	Pro-medio	Porcentaje	Pro-medio	
<b>Niños que están lactando<sup>1</sup></b>																	
0-1	24.4	4.9	12.2	6.5	20.7	3.6	0.6	1.0	0.0	-	2.2	2.6	0.6	1.0	0.6	7.0	274
2-3	39.5	5.7	20.7	6.1	36.0	3.9	0.8	4.1	0.4	1.6	4.5	4.4	1.5	3.8	2.4	6.6	323
4-5	46.0	5.6	24.7	5.9	39.6	4.7	7.0	2.2	5.0	1.3	8.7	5.3	11.6	4.7	11.6	5.5	280
6-7	59.3	5.7	27.8	5.7	73.3	5.3	32.4	3.1	14.4	2.1	23.9	4.5	38.8	4.3	45.3	5.4	282
8-9	67.1	5.8	29.0	5.4	77.7	5.3	48.4	2.8	25.2	1.6	31.1	4.3	54.8	3.6	64.6	5.6	285
10-11	75.7	5.8	28.9	5.3	88.6	6.4	64.2	3.4	40.8	1.9	43.5	3.8	70.8	3.7	85.6	6.0	281
12-13	77.0	6.1	27.1	5.4	89.8	6.1	81.6	3.3	57.0	2.0	45.9	4.1	82.0	3.5	94.1	6.0	256
14-15	78.3	6.1	30.7	5.3	94.3	6.2	78.3	3.8	64.3	1.9	53.3	4.2	83.4	3.7	91.3	6.5	240
16-17	84.0	5.6	30.5	5.0	91.9	6.4	86.1	3.8	64.9	2.3	51.0	3.7	84.8	3.4	96.2	6.0	215
18-23	80.8	6.1	33.7	5.2	95.4	6.4	87.8	3.4	75.5	1.8	57.3	3.8	86.7	3.4	96.1	6.5	402
24-29	82.2	6.1	28.3	4.5	98.3	6.2	88.8	3.3	76.8	1.9	52.4	3.3	89.0	3.4	95.3	6.0	191
30-35	81.9	6.2	47.1	4.8	100.0	6.3	96.5	3.3	75.7	2.3	55.3	3.9	88.2	4.3	99.1	6.2	88
0-3	32.5	5.4	16.8	6.3	29.0	3.8	0.7	2.9	0.2	1.6	3.4	3.9	1.1	3.1	1.6	6.7	596
4-6	49.4	5.5	26.5	5.7	47.9	4.9	12.4	3.1	5.9	1.4	13.7	5.2	18.9	4.5	19.8	5.4	416
7-9	65.4	5.8	27.8	5.5	78.8	5.4	45.8	2.8	23.6	1.8	28.6	4.2	51.0	3.8	60.8	5.5	431
Total	64.6	5.9	27.3	5.4	73.0	5.9	52.1	3.4	38.5	1.9	33.9	4.0	54.3	3.6	61.5	6.1	3,116
<b>Niños que no están lactando<sup>2</sup></b>																	
0-1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4-5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6-7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8-9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10-11	98.1	5.3	90.1	6.9	74.4	5.2	72.9	4.6	37.1	4.4	62.3	5.3	88.4	5.3	82.6	5.8	40
12-13	78.8	6.6	77.1	6.6	93.3	5.3	83.2	4.0	69.3	2.4	75.6	4.9	82.8	4.6	90.0	6.5	97
14-15	71.0	6.6	73.6	6.3	98.4	5.5	78.8	4.0	68.2	2.2	50.8	5.7	88.9	4.1	95.3	6.1	69
16-17	87.3	6.3	72.3	6.2	91.9	6.0	87.0	4.3	74.5	2.8	60.6	5.0	91.9	3.9	92.2	6.6	108
18-23	90.0	6.1	55.8	5.9	98.8	6.3	93.5	4.2	81.1	2.5	57.0	4.8	90.5	4.4	97.9	6.2	422
24-29	86.9	6.3	47.4	5.5	98.3	6.3	92.5	3.8	78.9	2.2	56.3	4.3	89.9	3.9	96.9	6.6	648
30-35	89.0	6.3	42.5	5.3	96.5	6.3	92.2	3.9	78.5	2.3	59.5	4.3	89.6	4.0	96.5	6.4	784
0-3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4-6	59.4	6.9	97.1	6.7	74.1	4.9	4.2	7.0	ND	ND	44.5	6.5	39.8	4.3	14.7	6.3	31
7-9	78.2	5.2	75.2	6.8	80.8	6.1	76.0	4.3	41.4	3.1	56.6	5.9	81.0	4.1	83.1	5.0	37
Total	86.9	6.3	52.6	5.8	96.0	6.2	89.2	4.0	75.4	2.4	58.2	4.5	88.4	4.1	94.3	6.4	2,247

ND: No disponible por estar basado en menos de 25 casos.

Nota: Los porcentajes por tipo de alimento pueden sumar más de 100 por ciento debido a que un niño puede recibir más de un tipo de complemento.

<sup>1</sup> Corresponde a las columnas 2, 3 y 4 del Cuadro 5.2

<sup>2</sup> Corresponde a la columna 1 del Cuadro 5.2