



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**COMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA
QFD PARA EL DESARROLLO DE
NUEVOS PRODUCTOS, MEDIANTE EL
DISEÑO DE UN MANUAL PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS
DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN PARA
LA INDUSTRIA ALIMENTARIA EN
MÉXICO.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUÍMICA DE ALIMENTOS
P R E S E N T A
DULCINEA MEJIA JIMENEZ



MÉXICO, D.F.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE	PROF. FEDERICO GALDEANO BIENZOBAS
VOCAL	PROF. FRANCISCO JAVIER CASILLAS GÓMEZ
SECRETARIO	PROF. JUAN CARLOS GUEVARA ARAUZA
1^{ER} SUPLENTE	PROF. MIGUEL ANGEL HIDALGO TORRES
2^O SUPLENTE	PROF. RAFAEL CARLOS MARFIL RIVERA

**SITIO EN DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:
FACULTAD DE QUÍMICA, CIUDAD UNIVERSITARIA.**

ASESOR DEL TEMA.



DR. JUAN CARLOS GUEVARA ARAUZA.

SUSTENTANTE.



DULCINEA MEJÍA JIMÉNEZ.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todas las bendiciones que siempre me ha brindado a lo largo de toda mi vida y por ayudarme a darle buen fin a este proyecto tan importante para mí.

A mis queridos padres Francisco Mejía Márquez y Eloisa Jiménez Ramírez por su apoyo y comprensión incondicionales para poder realizar todos mis proyectos y en especial este, gracias por todo su cariño, dedicación y el gran esmero con el que han luchado día con día. Para ustedes mi más profundo respeto y admiración.

A mi querida hermana Janete por todo su apoyo y cariño en todos los aspectos de mi vida y cuando más lo necesite.

A mis queridos hermanos Miguel Ángel y Francisco por que de cada uno he aprendido a ser una mejor persona.

A mi mejor amiga: Rosalba García Cruz (q.e.d) por su apoyo, cariño y confianza durante todo el tiempo que tuvimos el gusto de conocernos y convivir.

A Salvador por todas las experiencias vividas a su lado, por sus consejos, su apoyo, por ser una parte importante de mi vida.

A mi Asesor por su orientación y consejos para lograr llevar a buen fin este proyecto.

Al Profesor. Federico Galdeano por sus consejos y apoyo.

Al Profesor. Francisco Javier Casillas por sus consejos.

A mi misma por luchar y aferrarme a la vida en cada momento, por haber salido adelante en los momentos más difíciles que he vivido y por mirar siempre hacia adelante.

DEDICATORIAS

Esta tesis se la dedicó con mucho cariño y respeto a mis padres Francisco Mejía Márquez y Eloisa Jiménez Ramírez y a Dios.

INDICE

DEDICATORIAS

INDICE

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS	2
OBJETIVOS	2

CAPITULO 2. ANTECEDENTES

2.1 Importancia de implementar programas de limpieza y desinfección en la industria alimentaria	8
2.1.1 Suciedad	10
2.1.2 Limpieza y Desinfección	12
2.1.2.1 Fundamentos de la limpieza	14
2.1.2.2 Fundamentos de la desinfección	16
2.1.3 Factores que influyen en los procesos de limpieza y desinfección	18
2.1.3.1 Naturaleza, estado y carga de la suciedad	18
2.1.3.2 El tipo de material sobre el que se va a actuar y sus características	19
2.1.3.3 Tipos y capacidades de utensilios y productos de limpieza y desinfección	23
2.1.3.3.1 Mecánicos	23
2.1.3.3.2 Físicos y químicos	24
2.1.3.4 El agua	25
2.1.3.5 El tipo de microorganismos a eliminar	27
2.1.3.6 Elegir el método de limpieza y desinfección más adecuado	28
2.1.3.7 Establecer un programa efectivo de limpieza y desinfección	28
2.2 Métodos de limpieza y desinfección	29
2.2.1 Métodos de limpieza	29
2.2.1.1 Limpieza en seco	30
2.2.1.2 Limpieza fuera de sitio (COP)	30
2.2.1.3 Limpieza en el sitio (CIP)	30
2.2.1.4 Vapor a presión	31
2.2.1.5 Aparatos hidráulicos	32
2.2.1.6 Aire comprimido	32
2.2.1.7 Ultrasonido	32
2.2.1.8 Limpieza con espuma o gel	32
2.2.1.9 Limpieza del equipo pequeño	33
2.2.1.10 Adsorbentes del papel y tejidos	33
2.2.2 Métodos de desinfección	33
2.2.2.1 Desinfección física (calor)	33
2.2.2.2 Desinfección química	34
2.3 Agentes limpiadores y desinfectantes	35
2.3.1 Agentes limpiadores	35
2.3.1.1 Clasificación	36
2.3.1.2 Detergentes	38
2.3.1.2.1 Factores que influyen en la eficiencia de un detergente	39
2.3.1.2.2 Clasificación de los detergentes	41
2.3.1.2.3 Formulación de detergentes	41
2.3.2 Agentes desinfectantes	43
2.3.2.1 Factores que influyen en la eficiencia de un agente desinfectante	44
2.3.2.2 Clasificación	45
2.3.2.3 Agentes físicos	45
2.3.2.3.1 Calor	45
2.3.2.3.2 Radiación	46
2.3.2.3.3 Por micro y nanofiltrado	46
2.3.2.4 Desinfectantes químicos	47
2.3.2.4.1 Halogenados y sus derivados	47
2.3.2.4.1.1 Cloro	47
2.3.2.4.1.2 Dióxido de cloro	48
2.3.2.4.1.3 Compuestos generadores de cloro activo	49
2.3.2.4.1.3.1 Hipocloritos	50

2.3.2.4.1.3.2 Fosfato trisódico clorado	50
2.3.2.4.1.3.3 Cloroisocianúricos	51
2.3.2.4.1.3.4 Cloraminas	51
2.3.2.4.1.3.5 Diclorodimetilhidantoina	53
2.3.2.4.1.4 Yodo	53
2.3.2.4.1.5 Bromo	53
2.3.2.4.1.6 Flúor	54
2.3.2.4.2 Agentes oxidantes productores de oxígeno	54
2.3.2.4.2.1 Peróxido de hidrógeno	54
2.3.2.4.2.2 Ácido peracético	55
2.3.2.4.2.3 Persulfato o ácido peroxigénico	56
2.3.2.4.2.4 Ozono	56
2.3.2.4.3 Aldehídos	56
2.3.2.4.4 A base de metales pesados	57
2.3.2.4.5 Oxido de etileno	57
2.3.2.4.6 Fenoles	57
2.3.2.4.7 Biguanidas	58
2.3.2.4.8 Tensoactivos	58
2.3.3 Riesgos y precauciones en el manejo de agentes limpiadores y desinfectantes	59
CÁPITULO 3. DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE LA CALIDAD "QFD"	63
3.1 ¿Qué es QFD?	63
3.2 Reseña histórica	64
3.3 Filosofía de QFD	65
CÁPITULO 4. ESTRUCTURA DE QFD	66
4.1 Equipo QFD	66
4.2 Forma de trabajo de QFD	67
4.3 Las matrices forman a QFD	67
4.4 Ventajas del uso de QFD	70
4.5 Aplicaciones	73
CÁPITULO 5. METODOLOGIA DE QFD	74
5.1 Casa de la calidad	74
5.1.1 Partes que integran la casa de la calidad	74
5.2 Proceso QFD	78
5.2.1 Etapa I. Planificación del producto o servicio	79
5.2.1.1 Metodología	79
5.2.2 Etapa II. Despliegue de partes	84
5.2.2.1 Metodología	85
5.2.3 Etapa III. Planificación del proceso	88
5.2.3.1 Metodología	89
5.2.4 Etapa IV. Planificación de la producción	92
5.2.4.1 Metodología	92
5.3 Necesidad de complementación de la técnica QFD	95
CÁPITULO 6. PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA	96
6.1 Programa de limpieza y desinfección	96
6.1.1 Factores que influyen en la implementación de un programa de limpieza y desinfección	97
6.1.2 Validación del programa de limpieza y desinfección	99
6.2 Programa de limpieza y desinfección de las áreas de alimentos	99
6.2.1 Indicaciones generales	99
6.2.2 Procedimientos de limpieza y desinfección (higiene)	101
6.2.2.1 Acciones específicas de limpieza y desinfección	102
6.3 Matriz para el desarrollo de programas de limpieza y desinfección en la industria alimentaria	118
CONCLUSIONES	119
BIBLIOGRAFÍA	120

CÁPITULO 1

INTRODUCCIÓN

El Despliegue de la Función de Calidad “QFD” es una técnica de diseño de nuevos productos y servicios que surgió en Japón en la década de los 60’s. Proporciona información acerca de las demandas y expectativas de los clientes y las traduce a características técnicas y operativas que satisfacen al consumidor.

Su versatilidad permite no solo utilizarlo en el diseño de productos y servicios, también en el diseño y mejora de procesos ya existentes.

QFD consta de cuatro etapas:

Etapa I.- Identificación de los requerimientos del cliente.

Etapa II. Identificación de las características de las partes (ingredientes, materiales, procedimientos y servicios).

Etapa III.- Identificación de los requerimientos del proceso.

Etapa IV.- Planificación del proceso.

QFD involucra en cada una de sus etapas el control de diversos parámetros, con la finalidad de asegurar que los requerimientos del consumidor son conservados a lo largo del desarrollo del nuevo producto o servicio. En la cuarta etapa se generan los formatos de aseguramiento de calidad que ayudan a controlar los procesos de operación, sin embargo QFD no considera como punto importante el generar manuales y mucho menos programas de limpieza y desinfección, lo cual es de suma importancia en la industria alimentaria, ya que este simple hecho pone en riesgo el cumplimiento de los requerimientos del consumidor presentes en el producto. Es por esta razón que se propone el diseño de procedimientos generales para la implementación de programas de limpieza y desinfección para la industria alimentaria en México, que complementa a QFD en su cuarta etapa.

La técnica de QFD al ser complementada mediante los procedimientos para la implementación de programas de limpieza y desinfección, se verá fortalecida, haciéndola mas robusta y permitiendo su aplicación en la micro, pequeña, mediana y gran empresa de la industria alimentaria en México.

HIPOTESIS

Mediante la generación o creación de procedimientos de limpieza y desinfección y su integración en QFD la técnica se robustece y se amplía su aplicación en la industria alimentaria.

OBJETIVO GENERAL

Complementar la técnica de Despliegue de la Función de Calidad "QFD" mediante la creación e integración de procedimientos de limpieza y desinfección.

OBJETIVOS PARTICULARES

1.- Desarrollar procedimientos generales de limpieza y desinfección para la industria alimentaria que sirvan de guía para el diseño de procedimientos específicos.

2.- Desarrollar una matriz que complemente a QFD en su cuarta etapa y que ayude a crear programas de limpieza y desinfección específicos de acuerdo a las necesidades de cada industria.

CÁPITULO 2

ANTECEDENTES

Hoy en día la demanda de los consumidores por productos con niveles de calidad cada vez mejores y la existencia de una gran diversidad de productos generados de la innovación tecnológica, han ocasionado que las empresas se enfrenten a frecuentes cambios en su estructura con la finalidad de mantenerse y crecer dentro del mercado.

De acuerdo con K. Ishikawa (1994), lo que las compañías número uno del mundo están viviendo y haciendo, es parte de una evolución en los procesos de calidad, en las que el eje principal son:

- Los sistemas que se integran en forma adecuada.
- El flujo continuo de comunicación que establecen con el cliente, este último punto implica que se den a la tarea de conocer la voz del cliente con la finalidad de rescatar las observaciones y conceptos que se escapan de la visión de todos los profesionales encargados del desarrollo de un producto.

Es importante realizar un cambio en la forma de pensar al interior de las empresas, para que comiencen a construir o diseñar productos con una cultura preventiva y no correctiva basada en la planificación de la calidad, de esta manera cada día se podrán encontrar mejores productos y los costos disminuirán simplemente por el hecho de que las empresas ya no perderán grandes capitales en reparar los errores encontrados después de la producción de un producto.

Juran (1988), menciona que el proceso para poner en práctica la planificación de calidad incluye dos actividades principales:

- 1.- La planificación de productos que cumplan con las necesidades del cliente.
- 2.- La planificación del sistema de procesos para obtener el producto.

A través del tiempo diversos autores han definido a la palabra calidad como:

- *“La conformidad con los límites de especificación (aspectos puramente cuantitativos), para otros es mucho más que esto. Sin embargo, se puede decir, que calidad designa el conjunto de atributos o propiedades de un objeto (aspectos cualitativos) que nos permiten emitir un juicio de valor acerca de él. En este sentido se habla de nula, poca, buena o excelente calidad de un objeto”* (Gutierrez, M., 1995).
- *“El total de características de una entidad, referentes a la habilidad de satisfacer las necesidades”* (The International Organization For Standardization, 9000).

- “Un conjunto de métodos y actividades de carácter operativo, que se utilizan para satisfacer el cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos” (Norma Mexicana Voluntaria NMX-C-C-00211-1995-IMNC).

En la actualidad hablar de calidad de un producto o servicio implica el cumplimiento de especificaciones ya establecidas y regulaciones gubernamentales sin olvidar como satisfacen estas las expectativas del cliente tal como se puede observar en la figura 1.

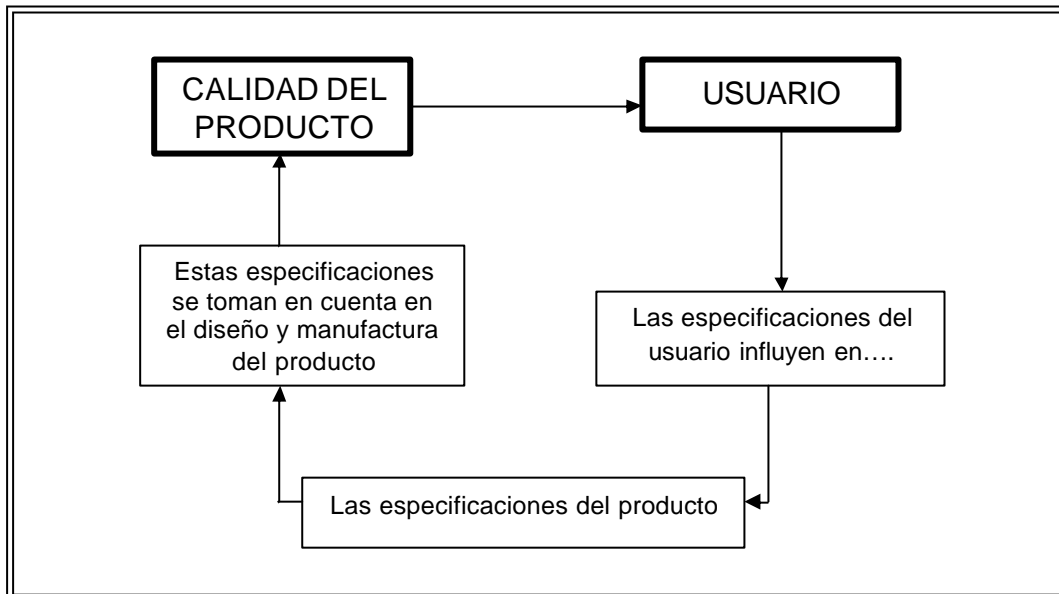


Figura 1. Relación entre los requerimientos del cliente y las especificaciones del producto (Gutierrez, M., 1995).

La definición de calidad abarca muchos términos adicionales como son: producto, características de un producto, cliente (externo e interno), usuario, necesidades del cliente, satisfacción del cliente, conformidad de especificaciones, todos estos términos nos ayudan a comprender mejor el significado de calidad (Feigenbaum, V.A., 1994).

La calidad debe abarcar a toda la empresa, ello se debe, a que la calidad del producto es el resultado del trabajo de todos los departamentos, ya que cada uno de ellos tiene la responsabilidad de realizar sus actividades correctamente para obtener productos aptos para el consumo y para el consumidor (Juran, J.M., 1988).

Para poder desarrollar un producto una empresa debe tomar en cuenta la calidad, el costo, la oportunidad y productividad.

En particular la relación costo-calidad puede llegar a crear conflicto en la toma de decisiones cuando se olvida que el punto primordial es satisfacer al cliente, cuando se toma la errónea decisión de reducir el costo del producto disminuyendo su calidad la empresa se esta condenando a perder una mayor participación en el

mercado y aumentar su rentabilidad, porque debemos recordar que las empresas que producen baja calidad a bajo costo tienen un mercado limitado a corto plazo, la figura 2 muestra la relación costo-calidad.

		CALIDAD	
		BAJA	ALTA
C O S T O	BAJO	BASURA	DESEADO
	ALTO	MAL NEGOCIO	(ORO)

Figura 2. Relación costo-calidad (American Supplier Institute de México, 1993).

De acuerdo con la figura 2 se generan las siguientes relaciones:

- **Costo bajo-calidad baja:** Definitivamente genera un producto pésimo.
- **Costo alto-calidad baja:** Es un mal negocio.
- **Calidad alta-costo alto:** Es característica de las empresas que se mueven en mercados muy selectos con precios altos.
- **Calidad alta-costo bajo:** Es la combinación perfecta y más deseable, debido a que esto lleva a un incremento en la participación en el mercado y mayor eficiencia en la operación.

Las empresas hoy en día buscan moverse al cuadrante que les genere una calidad alta a bajo costo mediante el cambio de tácticas, esto implica enfocarse en la prevención, en la generación de diseños robustos y reducción de variaciones con el único fin de sobrevivir en tiempos donde la competencia internacional esta siendo cada día más fuerte, es decir deben volverse más competitivas o retirarse.

Otro factor a considerar por parte de las empresas es el tiempo de llegada al mercado, especialmente en el caso donde el ciclo de desarrollo de un producto es muy largo, la reducción de los tiempos de desarrollo de productos puede ayudar a que una compañía adapte mejor el producto al cliente y esto solamente se logra invirtiendo tiempo en una adecuada planificación en el desarrollo del producto. Hacerse presente en el mercado no asegura el éxito, de nada sirve a una empresa llegar primero que sus competidores al mercado si después se tiene que retirar para poder corregir errores en su producción, esto le genera perdidas económicas y lo que es peor se ve afectada la calidad e imagen de la empresa.

La planificación es la base de toda actividad al interior de una empresa y es el primer paso para garantizar la calidad total. *“Cuando se dedica tiempo y esfuerzo*

al desarrollo del producto, enfocándose a una rigurosa planificación y prevención de problemas se obtienen un número menor de problemas en producción y por lo tanto un bajo nivel de recursos destinados a la solución de problemas” (American Supplier Institute de México, 1993), en la figura 3 y 4 se puede observar bien los efectos que tiene sobre un producto la adecuada planificación del mismo.

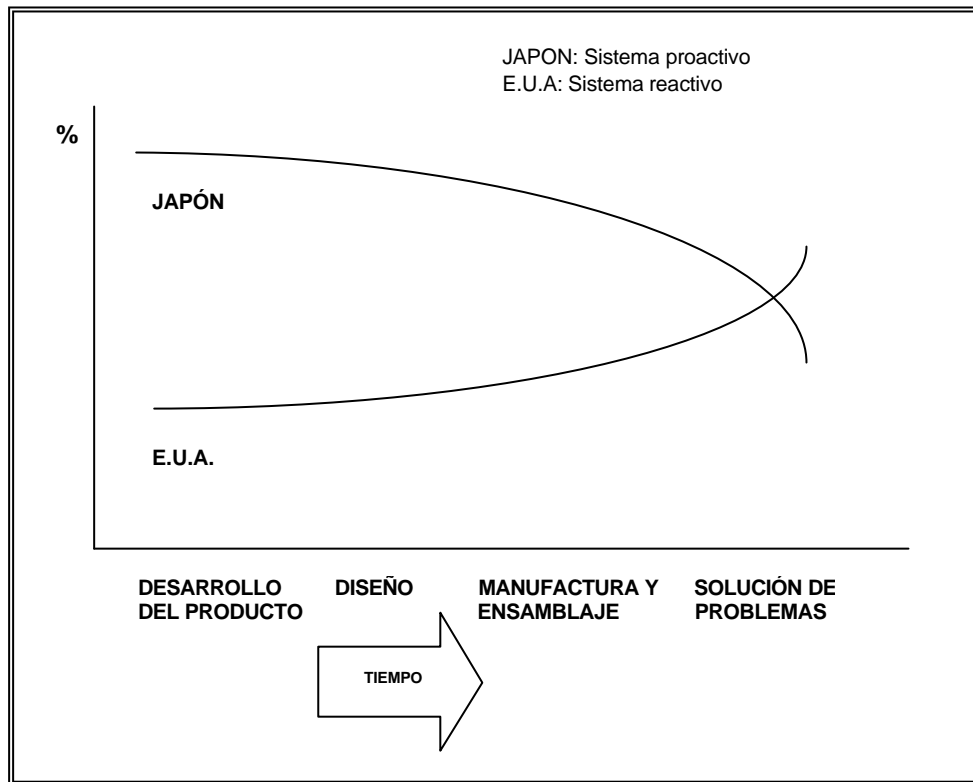


Figura 3. Sistema preventivo y sistema correctivo (American Supplier Institute de México, 1993).

Como se observa en la figura 3 durante el proceso de desarrollo de un producto, los japoneses centran sus esfuerzos en actividades como la investigación, el desarrollo y diseño, con la finalidad de optimizar el producto y el proceso generando una mayor funcionalidad y reducción de la variación de los mismos de esta manera se asegura una producción mucho más sencilla.

Por otra parte, los estadounidenses, generalmente se concentran en actividades enfocadas a la resolución de problemas ocasionados debido a la poca inversión de tiempo en la planeación, a enfocarse demasiado en la funcionalidad y no en el proceso manufactura y producción.

En la figura 4 se observa como la palanca de la calidad ayuda a visualizar el impacto generado en la efectividad de mejoras desde el inicio del proceso en el desarrollo de un producto, cuando se trabaja con la filosofía de la prevención. Por ejemplo en el caso de la corrección oportuna de problemas el trabajo se concentra en las primeras etapas de diseño en una relación del 100:1, para disminuir durante el diseño del proceso 10:1 y en la producción 1:1, es decir, la retribución del

esfuerzo realizado es mucho mayor cuando se trabaja adecuadamente desde el inicio de la operación.

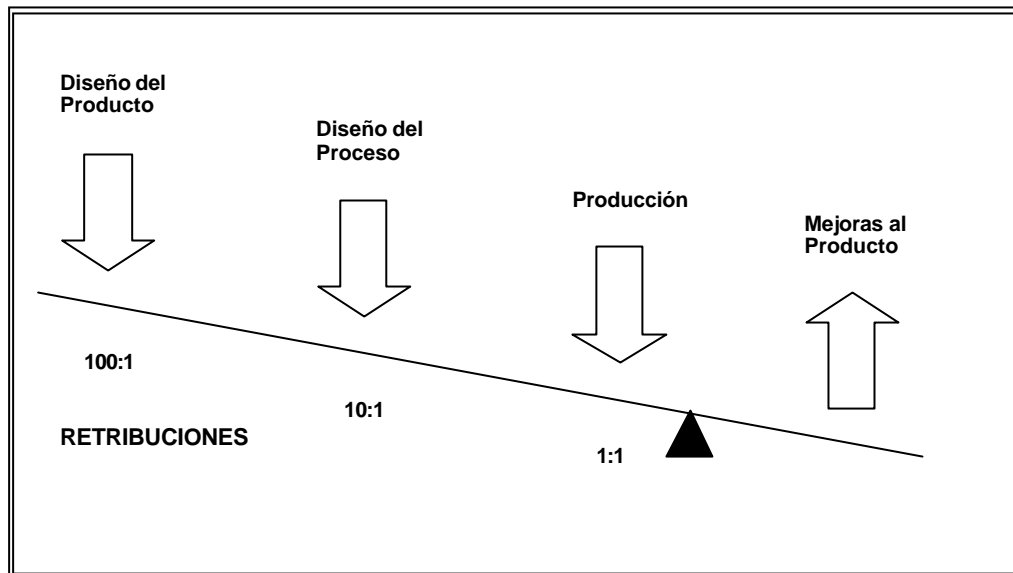


Figura 4. Palanca de la calidad (American Supplier Institute de México, 1993).

Desafortunadamente existen muchos factores culturales y sociales que han dado lugar a una cultura poco preventiva y más correctiva, debido a esto se necesita educar a la gente por medio de metodologías que contribuyan a fomentar una cultura preventiva.

El Despliegue de la Función de Calidad "QFD" es una metodología que nos ayuda a llevar a cabo con éxito la transición a operaciones de negocios que son preventivas más que correctivas, debido a que se enfoca en el control de calidad en el diseño del producto o servicio y no en el tradicional control de calidad en la manufactura, esto implica un gran trabajo en equipo por parte de cada una de las personas que conforman la empresa y por supuesto de mantener una constante comunicación.

QFD se basa en escuchar la voz (necesidades) del cliente y se encarga de llevarla a cada una de las etapas del proceso de desarrollo del producto o servicio, de esta manera no se pierde en el camino la voz del cliente y se asegura su completa satisfacción.

QFD involucra todas las actividades o funciones responsables de la calidad de un producto o servicio como son el diseño, fabricación y producción, por medio del uso de matrices, tablas y gráficos, de esta manera después de identificar las necesidades de un consumidor se encarga de identificar las características de las materias primas y del proceso que son fundamentales para llevar a cabo una producción basada en la voz del cliente, es decir, relaciona las necesidades del cliente con los términos técnicos de diseño de productos o servicios y de producción.

“La técnica QFD es un método para desarrollar la calidad de diseño enfocada a satisfacer al consumidor y entonces traducir las demandas del consumidor en metas de diseño y puntos principales de aseguramiento de la calidad, a través de la fase de producción” (Rosenthal, S.R., 1992).

“QFD es una de las herramientas más completas diseñada por los japoneses con la finalidad de ayudar en la planeación, en la evaluación de diseños y mejora de procesos. Estas herramientas orientadas a la calidad dan confianza en que los nuevos diseños no tendrán dificultad en el proceso de desarrollo, ya que el diseño se llevará a cabo planificando desde el principio” (Juran, J.M., 1993).

El uso de QFD elimina el riesgo de ver los resultados buenos o malos hasta el final del desarrollo del producto o servicio.

Cuando se planea desarrollar un producto o servicio el primer paso es conceptualizar una idea, posteriormente desarrollarla y realizar pruebas con el fin de iniciar la producción y finalmente lanzar al mercado el producto o servicio.

En el desarrollo de un producto o servicio utilizando QFD se involucran no solamente el departamento de control de calidad, también debe participar mercadotecnia, ingeniería, ventas, compras, manufactura, etc., debido a que son participantes vitales.

QFD es una técnica tan completa que utiliza diversas herramientas de calidad como son: ISO9000, HACCP, BPM, etc., para poder lograr sus objetivos. Cada día surgen más aplicaciones de QFD que muchas empresas están utilizando. En el caso específico de la industria alimentaria en México, QFD es una técnica que va a remunerarle mucho conforme se vaya explotando su uso, por ejemplo en el desarrollo de un nuevo producto o en el mejoramiento de uno ya existente o en el desarrollo de programas de limpieza y desinfección.

2.1 IMPORTANCIA DE IMPLEMENTAR PROGRAMAS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Los alimentos tienen como fin ayudar a preservar la vida y salud de los seres vivos, proporcionándole al organismo los nutrientes esenciales para cumplir con sus funciones vitales, como consecuencia es fundamental contar con alimentos de calidad, es decir, alimentos que conserven su pureza, sus cualidades físicas, nutritivas y organolépticas propias desde su origen y deben conservarse a través de su procesamiento libres de contaminación.

La industria alimentaria tiene como primer objetivo proporcionar alimentos de calidad que contribuyan a brindar nutrición a los consumidores con la finalidad de satisfacer sus necesidades y expectativas en forma oportuna, eficiente y segura. La seguridad se entiende como la inocuidad de los alimentos, esto implica contar con prácticas de manufactura eficientes en cada una de las etapas de la cadena de producción alimentaria. Se debe prevenir la contaminación proveniente de las

materias primas, el personal manipulador de alimentos, los equipos y utensilios sucios, el ambiente (aire, agua, residuos, animales, etc.) y la contaminación cruzada, para esto se deben establecer las condiciones sanitarias en el manejo y la elaboración de los alimentos para evitar su contaminación, porque los alimentos como tal son una fuente potencial de proliferación de microorganismos debido a su composición (hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas y minerales). En consecuencia, los alimentos están potencialmente expuestos a muchos riesgos de contaminación, desde su producción hasta llegar a sus derivados.

Un alimento y/o agua contaminados pueden generar ETA'S (Enfermedades transmitidas por los alimentos) al ser ingeridos y contener microorganismos, toxinas (venenos de plantas y animales) en cantidades tales que afecten la salud del consumidor a nivel individual o en grupos de población, los efectos de las ETA'S pueden ser graves y a veces mortales. Las ETA'S se pueden transmitir por cualquier alimento o bebida contaminada, muchas veces surgen como consecuencia de errores en el proceso final de la producción de los alimentos ocasionados por la falta de higiene en la manipulación de los alimentos.

La industria alimentaria debe contar con principios generales de higiene de los alimentos, en los que se establezca que se dispondrá de instalaciones y procedimientos que aseguren que toda operación se lleve a cabo de manera eficaz y que se mantenga un grado apropiado de higiene personal, para ello cada establecimiento de alimentos debe contar con su propio programa de limpieza y desinfección. La higiene de los alimentos involucra diversas áreas: limpieza, construcción de equipos y maquinaria, microbiología, química y leyes.

La higiene de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994 se define como *“Todas las medidas necesarias para garantizar la sanidad e inocuidad de los productos en todas las fases del proceso de fabricación hasta su consumo final”*.

La limpieza y la desinfección son base de la higiene debido a que son esenciales para lograr la seguridad y sanidad de los productos alimenticios, contribuyen a generar alimentos libres de adulteraciones o alteraciones que pueden causar daños a la salud, ayudando con esto a tener una mayor disponibilidad de productos en el mercado, reducir pérdidas económicas, evitar enfermedades y problemas legales, al obtener todo lo anterior se logra crear una imagen de calidad. En consecuencia es fundamental contar con un adecuado programa de limpieza y desinfección que especifique los distintos procedimientos de limpieza y desinfección que se deben realizar en la industria alimentaria, explicando claramente que limpiar (eliminación de suciedad) y desinfectar (eliminación de microorganismos), como y cuándo hacerlo, todos los implementos para llevar a cabo dichas labores y los responsables de realizarlas.

Otro punto que contribuye a tener un exitoso programa de higiene es cuidar que la planta procesadora y los lugares donde se almacenan o manipulan alimentos en general puedan estar libres de todo tipo de plagas y animales domésticos.

2.1.1 SUCIEDAD

Recibe el nombre de suciedad:

- *“Todo residuo, tanto de naturaleza orgánica, como inorgánica, que permanece en el equipo y otras superficies de la fábrica” (Forsythe, S.J. y Hayes, P.R., 1999).*
- *“Los residuos que persisten en la maquinaria, utensilios y depósitos en la preparación de alimentos” (Wildbrett, G., 2000).*
- *“Todo lo que en cualquier sentido pueda afectar al medio o causar un efecto dañino aun en el sentido estético” (Remes, A., 1997).*

En general la suciedad contribuye a deteriorar los materiales en donde se deposita, genera problemas de contaminación y afecta la estética del lugar. La suciedad esta compuesta por una gran diversidad de sustancias denominadas contaminantes, existen tres tipos de contaminantes: biológicos, físicos y químicos. En la tabla 1 se muestra esta clasificación.

Tabla 1. Contaminantes que pueden afectar a los alimentos.

TIPOS DE CONTAMINACIÓN	GRUPO DE AGENTES CONTAMINANTES	AGENTES CONTAMINANTES ESPECÍFICOS
BIOLOGICA	MICROORGANISMOS	Saprofitos Patógenos Toxinógenos
	PLAGAS	Insectos Roedores Pájaros, etc.
	DESECHOS ORGÁNICOS	Saliva Escamas epidérmicas Cabellos y cerdas Vapores del cuerpo Grasa de la piel Secreciones y expectoraciones Celdillas de organismos Excreciones, vómitos, materia fecal y orina Fragmentos de insectos Materia orgánica en descomposición
	VEGETALES	Partes de plantas Tóxico (solanina, ergotina, ácido oxálico, muscalina, etc.) Hongos venenosos Algas tóxicas, plancton tóxico
	ANIMALES	Peces en crianza: Lucio, Carpa, Esturión Parásitos (Nematodos, triquina, tenias, protozoarios, cisticercos, etc.) Insectos vivos (Gorgojos, Cucarachas)
QUÍMICA	METALES PESADOS	Plomo, Cadmio, Mercurio, Selenio, Arsénico, etc.
	RESIDUOS DE PLAGUICIDAS	Insecticidas Rodenticidas Herbicidas
	RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS	Penicilina Ácido penicilínico, otros
	PRODUCTOS QUÍMICOS DIVERSOS	Residuos de detergentes y limpiadores Desechos industriales Venenos
	PRODUCTOS DE AUTODEGRADACIÓN	Enranciamiento (ácidos grasos oxidados) Oxidaciones (sust. oxidadas en general) Desnaturalización (leche desnaturalizada) Acción enzimática (sustancia fermentada)

FÍSICA	PARTÍCULAS	Fragmentos de vidrio, plástico, metal, etc. Polvos (que a su vez contengan contaminación microbiológica) Cosméticos (que a su vez son contaminantes químicos) Cenizas (idem) Fibras e hilos Arena Materia desecada inerte
	RADIACIONES	Solares Ionizantes Calóricas

Remes, A., 1997.

Contaminantes físicos: Son considerados los menos dañinos, son cuerpos extraños que provienen de diversas fuentes tales como: maquinaria, ambiente, personal, envases, infestaciones y radiaciones (solares, ionizantes, calóricas). Son contaminantes físicos el polvo, cosméticos, cenizas, fibras e hilos, arena y materia inerte, las principales causas por la que se genera esta contaminación son falta de cuidado y de prevención. También los residuos de alimentos son contaminantes físicos y pueden ser partículas secas, residuos desecados o cocidos, pegajosos, grasos o viscosos.

Contaminantes químicos: Causan grandes daños a la salud ya que pueden ocasionar la muerte o producir alteraciones fisiológicas. Los agentes contaminantes son los metales pesados, pesticidas, plaguicidas, antibióticos, productos químicos diversos, productos de autodegradación y demás.

Contaminantes biológicos: Dentro de esta clasificación se encuentran los microorganismos, las plagas, los desechos orgánicos, vegetales y animales. En la tabla 2 se muestran las diversas fuentes en las cuales se encuentran los diferentes tipos de contaminantes.

Tabla 2. Clasificación de las fuentes de contaminación de alimentos.

FUENTES	TIPOS DE CONTAMINACIÓN	GRUPOS DE AGENTES CONTAMINANTES
Aire, agua y suelo	Biológica	Microorganismos Plagas Desechos orgánicos Vegetales Animales
	Química	Metales pesados Residuos de plaguicidas Productos diversos
	Física	Partículas Radiaciones ionizantes
Basura	Biológica	Microorganismos Plagas Desechos orgánicos Vegetales Animales
	Química	Residuos de plaguicidas Productos diversos
	Física	Partículas
Materias primas y materiales	Biológica	Microorganismos Plagas Desechos orgánicos Vegetales Animales

	Química	Metales pesados Residuos de plaguicidas Residuos de antibióticos Productos diversos Productos de autodegradación
	Física	Partículas Radiaciones ionizantes
Equipos (maquinaria y utensilios)	Biológica	Microorganismos Desechos orgánicos
	Química	Metales pesados Residuos de plaguicidas Productos diversos como (PCB'S)
	Física	Partículas
Procesos (elaboración y envasado)	Biológica	Microorganismos Desechos orgánicos Vegetales Animales
	Química	Metales pesados Residuos de plaguicidas Productos diversos Productos de autodegradación
	física	Partículas Radiaciones ionizantes
Locales y estructuras	Biológica	Microorganismos Plagas Desechos orgánicos
	Química	Metales pesados Residuos de plaguicidas Productos diversos
	Física	Partículas Radiaciones ionizantes
Terrenos (anexos a la planta)	Biológica	Microorganismos Plagas Desechos orgánicos Vegetales
	Química	Residuos de plaguicidas Productos diversos
	Física	Partículas
Almacenamiento	Biológica	Microorganismos Plagas
	Química	Residuos de plaguicidas
	Física	Radiaciones (calóricas) Microorganismos
Transporte	Biológica	Plagas
	Física	Radiaciones (calóricas)
Plagas (afecta a casi todas las anteriores y contaminan más de lo que consumen)	Biológica	Microorganismos Desechos orgánicos Animales
	Química	Residuos de plaguicidas
	Física	Partículas
Hombre (afecta a todas las anteriores, siendo por tanto la fuente más extensa)	Biológica	Microorganismos Plagas Desechos orgánicos Animales
	Física	Partículas

Remes, A., 1997.

2.1.2 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

La limpieza y la desinfección como ya se comento anteriormente son parte importante del proceso de higiene que se debe llevar a cabo en la industria alimentaria para asegurar la calidad de los alimentos. La limpieza y la desinfección son dos procesos que van muy ligados pero que tienen objetivos diferentes.

Los objetivos de la limpieza y desinfección de las superficies que contactan con los alimentos pueden resumirse como sigue:

Limpieza:

- 1.-Cumplir exigencias estéticas.
- 2.-Restablecer el funcionamiento normal de las instalaciones y utensilios y mantenerlos libres de suciedad después de ser utilizados.
- 3.-Prolongar la vida de instalaciones y utensilios.
- 4.-Asegurar la calidad óptima de los alimentos frente a productos químicos.

Desinfección:

- 1.-Proteger la salud del consumidor.
- 2.-Asegurar una calidad óptima de los alimentos frente a microorganismos.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994 **La Limpieza** se define como *“El conjunto de procedimientos que tiene por objeto eliminar residuos, suciedad, polvo, grasa u otras materias objetables”*.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994 **La Desinfección** se define como la *“Reducción del número de microorganismos a un nivel que no da lugar a contaminación del alimento, mediante agentes químicos, métodos físicos o ambos, higiénicamente satisfactorios”*.

Desde la cosecha con el fin de asegurar la materia prima se deben tomar medidas de limpieza y desinfección en conjunto con otras para combatir a los microorganismos nocivos, por ejemplo en el caso de los vegetales se da un tratamiento a las semillas, pasando por la protección de las plantas en sus diferentes etapas de desarrollo y recolección. En el caso de los productos de origen animal se lucha contra las enfermedades llevando a cabo un adecuado programa de higiene que tiene como puntos fundamentales la limpieza y la desinfección. Posteriormente durante el transporte, acondicionamiento, proceso o distribución todas las superficies que estén en contacto con los alimentos deben ser limpiadas y desinfectadas, tales como son las partes internas y externas de recipientes, equipos, utensilios y de todas las áreas de la planta: paredes, pisos, desagües y alrededores, sin olvidar la higiene del propio personal.

Para lograr un eficiente proceso de limpieza y desinfección es fundamental llevar a cabo medidas que aseguren la eficiencia de ambos procesos como son las siguientes:

- Medidas educativas: Con el fin de instruir a todo el personal, en especial a los manipuladores de alimentos sobre la importancia de la limpieza, la desinfección y la higiene personal como parte del proceso de higiene.

- Elección del personal que realiza las labores de limpieza y desinfección: La limpieza y la desinfección generan costos, en consecuencia el personal que se selecciona para realizar las labores de limpieza puede provenir de cuadrillas especializadas o ser empleados de la sección de producción, pero independientemente de su procedencia deben tener fundamentos de microbiología e higiene de los alimentos y del equipo de limpieza.
- Papel de las diferentes áreas que conforman una industria alimentaria: Cualquier industria alimentaria esta conformada por distintas áreas y cada una es fundamental para que funcione adecuadamente en todos los aspectos, todo el personal de la planta debe estar involucrado en temas como: la calidad, la higiene, la limpieza y la desinfección, así mismo deben contribuir en la medida de lo posible para que se lleven a cabo. Es fundamental que el personal de más alto nivel en la industria, establecimiento o comercio este convencido de la importancia de la limpieza y la desinfección como parte fundamental del proceso de higiene, con la finalidad de que pueda transmitir su interés a todos los niveles que conformen su lugar de trabajo, los cuales deben de crear conciencia de la importancia de mantener la empresa en condiciones higiénicas. La gerencia debe ejercer un papel importante en la higiene de los alimentos por ser la responsable de las decisiones de la compra del equipo de procesado de alimentos, de los instrumentos de limpieza y desinfección, de señalar la frecuencia y el tiempo destinados a dichas tareas, así mismo debe estar familiarizado con los resultados de las pruebas microbiológicas de las líneas de procesado y organizar reuniones con todos los implicados para exponer los problemas que se presenten para buscar soluciones a los mismos y de promocionar en la empresa una buena disposición hacia la higiene. La responsabilidad final de la higiene debe asumirla un alto funcionario de gerencia, no debe traspasarse a mandos intermedios. La organización de la higiene como departamento, dependerá del tamaño de la industria, establecimiento o comercio donde se manipulen alimentos, en último caso la higiene debe administrarse desde una sub-sección independiente dentro del departamento de control de calidad, el responsable debe estar bien preparado en los principios fundamentales de microbiología, tecnología e higiene de los alimentos.

2.1.2.1 FUNDAMENTOS DE LA LIMPIEZA

Existen muchas formas de definir a la limpieza:

- *“Eliminación de tierra, residuos de alimentos, suciedad, grasa u otras materias”* (Marriot, N.G., 1999).
- *“Es la eliminación de restos de alimentos, grasa o suciedad, pero de manera general, se aplica a todo el proceso de higienización (limpieza + desinfección)”* (Hazelwood, D., 1994).

- *“Cubre todos los procesos implicados en la eliminación de todo tipo de suciedad de las superficies, pero no los que corresponden a la esterilización”* (Forsythe, S.J. y Hayes, P.R., 1999).

Existen tres pasos fundamentales para realizar en forma eficiente el proceso de limpieza:

1. **Prelimpieza o prelavado:** Su finalidad es la eliminación de la suciedad más gruesa, residuos de alimentos, polvo o de otras materias por medio de barrido, frotado, inmersión en agua caliente o fría de acuerdo al tipo de suciedad a eliminar, de vacío (sustancias secas) o pre-enjuagado a presión. Al efectuar este primer paso se logra utilizar una menor cantidad de agente limpiador para eliminar la suciedad restante y de esta manera se puede aprovechar más.
2. **Limpieza ó lavado a fondo:** Se utiliza un agente limpiador para eliminar la grasa y la suciedad mediante los siguientes procesos:
 - Acción humectante: Se refiere a la propiedad que tienen algunos productos (tensoactivos) para reducir la tensión superficial del agua y de esta manera esta pueda penetrar y entrar en contacto con la suciedad y eliminarla con mayor facilidad de la superficie a limpiar.
 - Dispersión: El material insoluble se dispersa en pequeñas fracciones que son suspendidas.
 - Suspensión: Las partículas de suciedad insolubles son retenidas en la solución.
 - Disolución: De la reacción del agente limpiador con la suciedad insoluble se pueden obtener productos solubles.
 - Emulsificación de grasas y aceites: La grasa es dividida y suspendida en pequeñas gotas que son distribuidas en la fase acuosa.
3. **Enjuague:** En este paso se lleva a cabo la eliminación del agente limpiador y de la suciedad disuelta y suspendida, esta operación se debe realizar inmediatamente para evitar la redeposición de la suciedad, otro punto importante a cuidar es utilizar la cantidad adecuada de agua para efectuar exitosamente el enjuague porque de lo contrario el proceso de limpieza puede no ser efectivo. Enjuagar con agua caliente y un cepillo limpio facilita dicha operación.

Con las etapas descritas anteriormente se logra la separación y eliminación de la suciedad de cualquier tipo de superficie, la dispersión de la misma en soluciones limpiadoras y la prevención de la redeposición. Un punto fundamental en el proceso de limpieza es establecer los tiempos en los cuales se llevará a cabo, el establecimiento de los intervalos entre las operaciones de limpieza depende del tipo de producto, del proceso, del tiempo y de que tan involucrada este la gerencia con las buenas prácticas de sanidad, en base a lo anterior la limpieza se puede realizar al principio, al terminar un turno o determinada tarea o en muchos casos

no es necesario detener la producción para poder comenzar a limpiar todo dependerá de las necesidades de la empresa.

2.1.2.2 FUNDAMENTOS DE LA DESINFECCIÓN

La desinfección es el paso siguiente a la limpieza y el paso final del proceso de higiene en la industria alimentaria, se debe llevar a cabo después de una limpieza minuciosa.

Desinfección significa la destrucción de microorganismos presentes en el medio ambiente por medio de métodos físicos y químicos, a un nivel que no comprometa la inocuidad del alimento. La desinfección se lleva a cabo por medio de agentes desinfectantes y debe ser ciertamente cualitativa, pero sobre todo cuantitativa. En el proceso se destruyen tanto microorganismos patógenos como no patógenos, incluyendo esporas. Por lo anterior es importante buscar las vías de contaminación con el fin de poder crear una desinfección dirigida, para evitar en lo posible eliminar microorganismos que son útiles. La acción mortal que puede tener un desinfectante contra los diversos microorganismos existentes depende de su composición y de la naturaleza del microorganismo, es decir, cada producto es para una cierta clase de microorganismos en especial y también existen productos de amplio espectro de acción, que comúnmente son los más utilizados.

Un punto importante a cuidar es evitar la resistencia microbiana al desinfectante, esto se logra rotando los desinfectantes para evitar la generación de cepas resistentes y eliminar las que sobrevivieron a la acción de otros productos aplicados en tratamientos previos. La alteración en la permeabilidad de la membrana es la forma más importante de resistencia en el caso de las bacterias gram negativas, en el caso de las esporas bacterianas forman una barrera a la entrada de los agentes desinfectantes (capas de envolturas y córtex), las membranas que rodean el núcleo de la spora también pueden actuar como factor adicional que limite la penetración del biocida químico. Muchos virus son resistentes a los agentes desinfectantes por formación de agregados.

Es importante saber de que manera actúan los agentes desinfectantes. El mecanismo de acción se puede dividir en dos fases: En primer lugar debe existir un contacto directo entre el desinfectante y los microorganismos, porque a diferencia de la desinfección térmica en la cual se da el efecto por transmisión de calor, en la desinfección química debe existir un contacto desinfectante-microorganismo para poder llevarse a cabo, de aquí la importancia de realizar una adecuada limpieza para dejar sin protección a los microorganismos ante los desinfectantes. El segundo paso se refiere al proceso de penetración de las sustancias desinfectantes a los microorganismos con la finalidad de tener acceso a sus componentes celulares "vitales", este proceso se lleva a cabo en la membrana celular y dependiendo del tamaño de las moléculas, el acceso se puede dar como se representa en la figura 5.

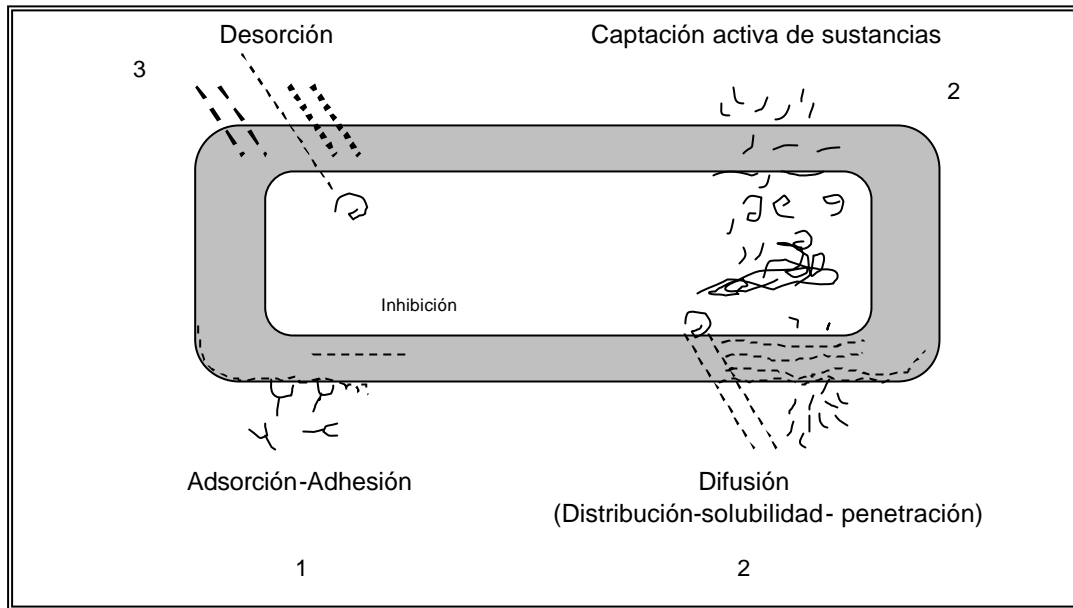


Figura 5 . Vía de penetración de un desinfectante en un microorganismo (Wildbrett, G., 2000).

El proceso de penetración de un desinfectante a la célula microbiana dependerá del tamaño y estructura de las moléculas, este puede darse de la siguiente manera:

1.- El contacto exterior comienza con la adsorción y adhesión, favorecida por cargas eléctricas de signo contrario y en parte por grupos moleculares o grupos marginales complementarios. En el caso de moléculas grandes el ataque puede concluir en este punto después de haber ocasionado la alteración de la permeabilidad de la membrana celular.

Mediante la activación de mecanismos de defensa celular se da la presencia de desinhibidores, neutralizantes o desintoxicantes que pueden generar un efecto inhibitorio o de bloqueo del fenómeno adsorción-adhesión generando un fenómeno de desorción y reactivación.

2.- Se da un equilibrio de distribución y la penetración del desinfectante de acuerdo con su solubilidad en la membrana celular. La penetración del desinfectante se puede dar por difusión o por transporte activo, es decir, una asimilación, favorecida cuando el desinfectante posee grupos funcionales que son reconocibles por grupos que se encuentran en la membrana. Un ejemplo de estos grupos funcionales son los ácidos orgánicos y los grupos alquíl de distintos grupos de principios activos.

3.- Se da una desorción del desinfectante que al llegar al citoplasma primero genera un equilibrio de concentraciones líquido citoplasmático-desinfectante y posteriormente este se pierde al continuar la difusión del desinfectante al interior de la célula.

2.1.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS PROCESOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

La limpieza y la desinfección implican factores físicos, químicos y microbiológicos y el tiempo que se establezca para llevar a cabo ambos procesos debe ser intocable, porque de lo bien que se realicen dependerá la calidad de los alimentos.

En la tabla 3 se muestran los diversos factores que influyen en los procesos de limpieza y desinfección.

Tabla 3. Factores que influyen en el proceso de limpieza y desinfección.

LIMPIEZA	DESINFECCION
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conocer la naturaleza, estado y carga de la suciedad. <i>“La naturaleza y el estado de la suciedad son responsables forzosamente del éxito de la limpieza”</i> (Schwuger, M.J., y Kurzendorfer, C.P., 1979). ➤ Conocer el tipo de material sobre el que se va a actuar y sus características. ➤ Conocer los tipos y capacidades de los utensilios y productos de limpieza a utilizar. ➤ Características fisicoquímicas del agua. ➤ Elegir el método de limpieza más adecuado. ➤ Tener una apreciación de lo que se espera lograr con el proceso de limpieza. ➤ Establecer un programa efectivo de limpieza. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eficiencia en la limpieza. ➤ El tipo microorganismos que se desea eliminar. ➤ Conocer el tipo de material sobre el que se va a actuar y sus características. ➤ Conocer los tipos y capacidades de los productos de desinfección a utilizar. ➤ Características fisicoquímicas del agua. ➤ El método de desinfección. ➤ El tipo de desinfectante a utilizar. ➤ Tiempo de contacto. ➤ Tener una apreciación de lo que se espera lograr con el proceso de desinfección. ➤ Establecer un programa efectivo de desinfección.

A continuación se habla más detalladamente de cada uno de los factores que influyen en la limpieza y la desinfección. Tal como se pudo apreciar con anterioridad algunos factores involucran tanto a la limpieza como a la desinfección.

2.1.3.1 LA NATURALEZA, ESTADO Y CARGA DE LA SUCIEDAD

La naturaleza de la suciedad es muy diversa, se genera de los restos de los alimentos o sus componentes y de productos ajenos a los alimentos cuyo origen es diverso. Se aloja en los equipos, utensilios, instalaciones y depósitos que se utilizan en la preparación de los alimentos. La composición de la suciedad varía de acuerdo con el alimento en preparación, el método de tratamiento o elaboración. Por ejemplo en la industria cárnica la suciedad fundamentalmente esta constituida por grasas y proteínas como se puede observar en la tabla 4, en tanto que en la industria de los vegetales esta constituida principalmente por carbohidratos y ácidos orgánicos.

Tabla 4. Clases de suciedad en la industria cárnica, técnica de limpieza recomendada y grado de limpieza.

CLASE DE SUCIEDAD	TÉCNICA DE LIMPIEZA	GRADO DE LIMPIEZA ALCANZADO
Grasa	Disolución con agua > 50 °C y mecánica (alta presión, manual), emulsión con medio limpiador añadido	Limpieza organoléptica
Proteína sin desecar	Disolución con agua (manual o a máquina)	Limpieza organoléptica
Desecada	Reblandecer, disolver con mecánica (alta presión, manual)	La capa adherida persiste con frecuencia
Desecada y quemada	Reblandecer, disolver con mecánica (alta presión, manual)	Costras, revestimientos y capas adhesivas persisten con frecuencia

Schmidt, U. y Leistner, L., 1981.

Cuando conocemos la naturaleza de la suciedad podemos determinar la manera más adecuada de limpiarla, al poder establecer factores como el tiempo y la temperatura, por eso es importante conocer las características de la suciedad, en la tabla 5 se pueden ver dichas características.

Tabla 5. Características de la suciedad.

COMPONENTE EN LA SUPERFICIE	SOLUBILIDAD	LIMPIEZA	CAMBIOS AL CALENTAR
Azúcar	Hidrosoluble	Fácil	Caramelización, más difícil de limpiar
Grasa	Insoluble en agua, soluble en álcali	Difícil	Polimerización, más difícil de limpiar
Proteína	Insoluble en agua, soluble en álcali, poco soluble en ácidos	Muy difícil	Desnaturalización, muy difícil de limpiar
Sales minerales	Hidrosolubilidad variable, la mayoría ácido-solubles	Fácil a difícil	Generalmente insignificante

Tamplin, T.C., 1980.

Otro factor a considerar es la capacidad de adherencia de la suciedad. *“La capacidad de adherencia de la suciedad es un punto importante a considerar para seleccionar el método de limpieza y depende de las irregularidades de las superficies de contacto, por eso es importante que estas sean lo más lisas posibles. También ha de considerarse aquí el grado de intensidad de las irregularidades superficiales”* (Schlüssler, H.J., 1970).

La carga de la suciedad es importante, debido a que conforme aumenta se incrementa el tiempo de limpieza, la cantidad de agente limpiador a utilizar y la dificultad para llevar a cabo la limpieza y esto puede repercutir en la eficiencia de la desinfección, debido a que se necesita realizar una buena limpieza, es decir, eliminar totalmente la suciedad para lograr una eficiente desinfección.

2.1.3.2 EL TIPO DE MATERIAL SOBRE EL QUE SE VA A ACTUAR Y SUS CARACTERÍSTICAS

En cualquier industria alimentaria se van a limpiar y desinfectar paredes, pisos, techos, puertas, ventanas, equipos y utensilios que están hechos de diferentes materiales, por lo tanto se deben utilizar diferentes procedimientos y métodos de limpieza y desinfección. Es importante que las instalaciones de cualquier Industria de alimentos sean de diseño, tamaño y construcción apropiados para facilitar la

limpieza y la desinfección, el mantenimiento y las operaciones sanitarias en el proceso de elaboración de alimentos.

Las puertas, pisos, paredes y techos deben ser de tal diseño y acabado que facilite la limpieza y la desinfección, deben estar contruidos con materiales impermeables, ser lisos e impenetrables, sin bordes ni ángulos y sin grietas, hendiduras u hoyos. Las ventanas deben carecer de vidrios rotos o despostillados.

El diseño del equipo comprende el cálculo de ingenieros y la selección ingeniosa de formas, volúmenes, materiales, acabados, dimensiones, etc., siempre respetando las normas sanitarias. También es importante instalar los equipos de manera que facilite la limpieza, la desinfección, el mantenimiento y control de plagas, para esto, se debe dejar un espacio libre de 40 cm de ancho como mínimo de equipo a equipo, de equipo a paredes y entre el equipo y el piso.

Los equipos y utensilios de uso en la industria alimentaria deben ser eficaces y apropiados para el uso al que se destinan, estar contruidos para soportar el uso continuo, ser fácilmente accesibles a la limpieza y la desinfección tanto en sus partes fijas como móviles, es decir, deben ser de diseño y materiales sanitarios para asegurar en gran medida la calidad de los alimentos al contribuir a mantenerlos libres de cualquier tipo de contaminación, así mismo no deben tener grietas ni terminaciones donde puedan acumularse restos de alimento, los materiales de construcción deben ser resistentes a la corrosión, a la acción de los componentes de los alimentos, a los productos de limpieza y desinfección, no ser tóxicos, no ser adsorbentes, no transmitir olores ni sabores a los alimentos y deben conservar sus propiedades esenciales en condiciones de uso constante, ser inertes con los alimentos y productos de limpieza y desinfección.

El acero inoxidable ha sido seleccionado como el material sanitario para la construcción de los equipos en la industria alimentaria por reunir todas las características necesarias para merecer la certificación sanitaria. El American Iron & Steel Institute (AISI) establece dos tipos de acero inoxidable:

- 1.- La serie 400 destinada para estructuras, abrazaderas y conexiones.
- 2.- La serie 300 destinada para la construcción de equipos para uso directo con alimentos o con reacciones químicas, seleccionando para cada caso los diferentes tipos de acero inoxidable cuya composición se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Composición del acero inoxidable serie 300.

TIPO	CROMO	NIQUEL	CARBONO	MANGANESO	SILICIO	FOSFORO	MOLIBDENO
304	18-20	8-12	0.08 Máx.	2.00 Máx.	1.00 Máx.	0.045 Máx.	
304-L	18-20	8-12	0.03 Máx.	2.00 Máx.	1.00 Máx.	0.045 Máx.	
316	16-18	10-14	0.08 Máx.	2.00 Máx.	1.00 Máx.	0.045 Máx.	2-3
316-L	16-18	10-14	0.03 Máx.	2.00 Máx.	1.00 Máx.	0.045 Máx.	2-3
FA-20	20	29	0.07 Máx.	0.75 Máx.	1.00 Máx.	0.045 Máx.	2.00 mín.

Remes, A., 1997.

El tipo de acero inoxidable que se usa comúnmente en el diseño de equipos para la industria alimentaria es el 18-8 Tipo 304 AISI que está constituido de 18% de cromo y el 8% de níquel en aleación con el acero al carbono común.

Otro punto a considerar es la forma adecuada de realizar la limpieza a un equipo de acero inoxidable, se recomienda que después de la limpieza se deje secar al aire el equipo, con el objetivo de regenerar la película de óxido cromico que se forma sobre la superficie del acero ayudando con esto a tener al acero en estado pasivo o resistente a la corrosión, porque con el uso la película de óxido cromico se desgasta.

El acabado de los equipos de acero inoxidable se obtiene por pulimento que va desde el mate opaco hasta el más brillante, en la industria alimentaria se recomienda el acabado n.4 que garantiza que la superficie no tendrá rayas, poros o cavidades microscópicas, lo que facilitará la limpieza y la desinfección.

Un aspecto a cuidar en los equipos sanitarios de acero inoxidable son los materiales a utilizar para soldar y la operación de soldadura. En caso de soldar con flama de soplete o oxiacetileno o con cautín el único material para soldar superficies que entren en contacto con alimentos es la soldadura con 99 partes de estaño y la soldadura debe hacerse en bisel, es decir, entre bordes biselados de las láminas o tubos procurando que las partes que vayan a entrar en contacto con los alimentos queden lo más cerca posible, aplicando la soldadura del lado contrario con el objetivo de dejar una mínima cantidad de soldadura en la superficie que entra en contacto con los alimentos, debe ser pulida para evitar bordes. El método de soldadura eléctrica de arco en atmósfera de argón usando como material de soldadura la varilla de plata es el más recomendable desde el punto de vista sanitario, este tipo de soldadura se recomienda que se realice también en bisel.

Un detalle a cuidar siempre que se tengan equipos construidos con metales es la corrosión, debido a que en ciertas circunstancias hasta el acero inoxidable sufre dicho daño, existen dos formas de corrosión: por acción física y acción química.

En el caso de la corrosión química se genera por el uso de productos muy fuertes como son los ácidos y los productos clorados.

La corrosión física se produce cuando a través de un medio electrolítico se conectan dos metales de diferente potencial eléctrico, ocasionando que el metal de menor potencial sea corroído, pierda electrones y se solubiliza formándose una pila voltaica.

En la tabla 7 se muestra la serie galvánica ordenando los metales de menor a mayor potencial eléctrico.

Tabla 7. Serie galvánica de metales selectos y aleaciones.

ZINC
ALUMINIO 2S
CADMIO
ALUMINIO 17 S-T
ACERO, HIERRO, HIERRO FUNDIDO
ACERO INOXIDABLE 410 (ACTIVO)
SOLDADURA 50-50 ESTANO-PLOMO
ACERO INOXIDABLE 18-8 TIPO 304 (ACTIVO)
ACERO INOXIDABLE 18-8 TIPO 316 (ACTIVO)
ESTANO
NIQUEL (ACTIVO)
INCONEL (ACTIVO)
LATÓN
COBRE
BRONCES
ALEACIONES DE COBRE-NIQUEL
MONEL (ACTIVO)
SOLDADURA DE PLATA
NIQUEL (PASIVO)
INCONEL (PASIVO)
MONEL (PASIVO)
ACERO INOXIDABLE 18-8 TIPO 304 (PASIVO)
ACERO INOXIDABLE TIPO 18-8-3 TIPO 316 (PASIVO)

Remes, A., 1997.

En el caso de otros metales como el aluminio se recomienda únicamente para uso doméstico porque a nivel industrial no resiste los tratamientos de limpieza con ácidos y álcalis, es también un metal muy activo y está implicado en la corrosión galvánica.

El bronce generalmente es la aleación de cobre con estaño y tiene la desventaja de no ser resistente a los ácidos. El cobre con ciertas excepciones como en la industria cervecera, es un pésimo material de construcción de equipos para la industria alimentaria debido a que forma fácilmente óxidos que destruyen la vitamina C y oxida las grasas y aceites comestibles causando rancidez.

El acero de carbón cromado no es confiable debido a que por el uso constante desprende partículas. El hierro fundido genera superficies ásperas y es corrosivo. El hierro galvanizado, es hierro cubierto de zinc y debe evitarse su uso en la industria alimentaria debido a que la cubierta de zinc se desgasta con el tiempo quedando expuesta la superficie de hierro la cual se corroe, además de que el zinc es tóxico. En el caso del titanio posee ventajas, pero tiene el inconveniente de ser caro. En el caso de materiales para recubrimiento como el vidrio y la cerámica tienen el problema de que se deterioran fácilmente por rotura o resquebrajamiento.

Los materiales que se emplean para las juntas de conexiones flexibles, de coples, chumaceras, cubetas, válvulas, etc. son comúnmente materiales plásticos, de hule o ahulados que deben ser inertes, resistentes al rayado, a la abrasión, a la descomposición, al cuarteado, al astillado, al manchado, a la distorsión y a la grasa; No deben ser tóxicos, ni adsorbentes, ni impartir olores ni sabores a los alimentos y mantener sus propiedades esenciales a pesar del uso. Los materiales plásticos sanitarios están definidos en la norma #3-A Sanitary Standards for Multiple-Use Plastic Materials Used as Product Contact Surfaces for Dairy

Equipment” Serial N.2000. Los materiales de hule y ahulados están regulados en la Norma “3-A Sanitary Standards for Múltiple Use, Rubber and Ruberlike Materials Used as Product Contact Surfaces of Dairy Equipment” Serial N.1800.

Por último las partes de los equipos que no entran en contacto directo con los alimentos deben contar con las mismas características de las superficies que si entran en contacto directo con los alimentos.

2.1.3.3 TIPOS Y CAPACIDADES DE UTENSILIOS Y PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

2.1.3.3.1 MECÁNICOS

Generalmente los procesos de limpieza son acelerados cuando se incrementa la acción mecánica sobre la suciedad, al removerse la suciedad por acción cortante tal como el cepillado manual o el choque de partículas de agua a alta velocidad ocasionado por un sistema de limpieza automático a alta presión.

Al llevarse a cabo la limpieza se utilizan utensilios como: cepillos, escobas, espátulas, pistolas para chorro de agua, vapor, bombas a alta presión, mangueras, chiflones, cepillos de manos, etc. Estos artículos de limpieza deben guardarse en un lugar específico que se encuentre fuera del área de proceso, deben estar rotulados y siempre que se utilicen se deben lavar posteriormente y mantener suspendidos en el aire o sobre una superficie limpia cuando no estén en uso, deben ser de uso específico ya que de ninguna manera se pueden utilizar para otros fines para evitar contaminaciones. No se permite el uso de cepillos, esponjas de metal o cualquier otro material abrasivo ya que pueden dañar los equipos o pueden pasar a los alimentos partículas metálicas ocasionando su contaminación, las mangueras deben contar con una pistola de hule para evitar desperdiciar el agua y para guardarlas se enrollaran y colgaran.

Antes de comenzar la limpieza se recomienda proteger todos los circuitos eléctricos para evitar accidentes en el caso de los equipos deben desarmarse y limpiar perfectamente todas sus piezas.

Los instrumentos que ayudan a realizar el proceso de desinfección en forma correcta y más eficiente cuentan con mecanismos de regulación adecuados y son de fácil mantenimiento. En la elección de un aparato se deben considerar factores: técnicos, económicos y de facilidad de uso. Existen diversos equipos como son los siguientes:

Atomizadores por rociado neumático: Son aparatos compuestos por un motor, bomba, compresor, tobera y depósito (puesto a presión por una derivación del compresor), las gotas se forman por diferencia de presiones y su transporte se produce por una corriente de aire que envuelve a todas las gotas, la corriente de aire influye en el tamaño de las gotas que oscila entre 100 y 400 micras.

Atomizadores de aeroconvección: Son aparatos compuestos por un motor, rueda, tromba de distribución, toberas y depósito (cuyo líquido sale por la caída y/o por aspiración debido a la depresión). Se hacen pasar las gotitas por una rejilla metálica sometida bajo tensión se cargan eléctricamente mejorando así su distribución y adhesión a las superficies.

Rociadores: Se componen de un motor, bomba, lanza o barra de distribución y toberas. El sistema esta formado por una serie de conducciones ramificadas y conectadas a una fuente de abastecimiento, la apertura de las terminales rociadores se realiza a través de la presión ejercida por la bomba que permite la proyección del líquido hacia el exterior.

Pulverizador: Son aparatos que cuentan con un depósito con agitadores donde se encuentra el líquido, tiene una bomba que hace salir por presión el líquido a través de las boquillas, produciendo gotas de diferentes diámetros, de acuerdo con la presión de trabajo y el tipo de boquilla a utilizar. El tamaño de gota oscila entre 250 y 1000 micras.

Termonebulizador: Son aparatos capaces de producir neblina caliente por medio de la semicombustión de un disolvente en el cual se disuelve el producto que debe ser distribuido.

Nebulizador: Son aparatos capaces de distribuir nubes frías o calientes a través de varios sistemas. Los aparatos son instrumentos que deben escogerse según la función y tipo de trabajo que deben desarrollar. Los parámetros para regirse en la elección son: la capacidad de distribuir determinados volúmenes de líquidos o polvos, el grado de pulverización de las gotitas repartidas y su número por unidad de superficies (área de cobertura) y naturalmente según las potencias requeridas.

2.1.3.3.2 FÍSICOS Y QUÍMICOS

En este punto entran los productos de limpieza y desinfección, así como la aplicación de calor.

Los productos empleados para la limpieza son los detergentes que debido a sus propiedades de humedecimiento, dispersión y emulsión ayudan a remover la suciedad para alcanzar la limpieza requerida y los jabones que tienen como objeto modificar la naturaleza de la suciedad, es decir, ayudan a ablandarla químicamente, desprenderla de la superficie en donde se encuentra, disolverla o dispersarla para posteriormente eliminarla.

Los jabones se emplean para lavar ropa, pisos, paredes, techos, puertas y ventanas. No son adecuados para las superficies que tienen contacto con los alimentos, debido a que pueden dejar una película que es difícil de eliminar y pueden conferir sabores y olores indeseables a los alimentos. Los jabones suaves se usan comúnmente para el lavado de las manos. Los detergentes son empleados para lavar ropa, pisos, paredes, techos, puertas, ventanas y superficies

que entren en contacto directo con los alimentos porque a diferencia de los jabones no forman una película difícil de eliminar.

La desinfección se lleva a cabo por medio de desinfectantes. Los detergentes, desinfectantes y demás sustancias que se utilizan para los procedimientos de limpieza y desinfección deben estar libres de contaminación aun microbiológica, deben ser seguros y eficaces para el propósito para el cual están destinados. Más adelante se hablara acerca de los agentes limpiadores y desinfectantes.

2.1.3.4 EL AGUA

El origen del agua empleada en la industria alimentaria es variable. Puede provenir de arroyos, ríos, lagos, pantanos, pozos o de la red general, en consecuencia su composición es diferente en cada caso, pero sin excepción debe ser potable para poder utilizarse en la industria alimentaria.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 El agua potable se define como *“Agua que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud”*.

El agua utilizada con fines técnicos recibe el nombre de “agua industrial” y en el caso de ser utilizada en la industria alimentaria y dependiendo de su uso debe cumplir con requisitos más exigentes que el agua potable, por ejemplo debe estar libre de hierro y cobre, debido a que pueden influir sobre la calidad y conservación de los alimentos.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-089/1-1986 El agua industrial se define como *“Toda agua utilizada para un proceso industrial o durante el transcurso de éste”*.

En la industria alimentaria se utiliza agua para diversos fines. Se recomienda que para la limpieza y la desinfección se utilice agua potable. *“Debido a los elevados precios de las aguas industriales y residuales, los establecimientos tratan de ahorrar agua a toda costa. Así, resulta remunerativo recuperar y depositar las aguas de enjuagado, para luego utilizarlas para el prelavado en la siguiente limpieza”* (Radler, O., 1977). *“Otra importante medida puede ser la recuperación del agua de refrigeración que se aprovecha ya templada para la alimentación de calderas”* (Wildbrett, G., 2000).

La calidad del agua esta directamente relacionada con el uso para el que esta destinada, basándose en los compuestos orgánicos, inorgánicos y microbiológicos que contenga, así mismo su calidad es esencial para el desempeño de los agentes de limpieza y desinfección, debido a que la gran mayoría son solubles en ella. Existen parámetros que se deben considerar para utilizar el agua para procesos de limpieza y desinfección, como son:

- La materia suspendida.- Una alta concentración puede provocar depósitos en los equipos.
- Concentración de hierro y magnesio.- Estos iones a concentraciones mayores de 0.3 ppm causan depósitos coloridos, ocasionando que los productos terminados se colorean de amarillo. *“Los iones divalentes de hierro y magnesio suelen oxidarse hasta oxhidratos insolubles, que luego pueden separarse mediante filtración”* (Alexander, J., 1995).
- Dureza.- La dureza total del agua se debe a todos los cationes divalentes, esta compuesta por la dureza en carbonatos (dureza temporal) y la dureza de no carbonatos (dureza permanente), debida a otras sales.

En la tabla 8 se muestran los cationes divalentes que son los responsables de la dureza del agua y los aniones con los cuales se combinan para formar las distintas sales.

Tabla 8 . Principales cationes metálicos que causan la dureza y los principales aniones asociados con ellos.

CATIONES	ANIONES
Ca ²⁺	HCO ₃ ⁻
Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻
Sr ²⁺	Cl ⁻
Fe ²⁺	NO ₃ ⁻
Mn ²⁺	SiO ₃ ²⁻

Gray, N.F., 1996.

Existen diversas maneras de clasificar la dureza del agua, a continuación se muestran algunas:

Tabla 9. Clasificación de la dureza del agua.

CLASIFICACIÓN a		CLASIFICACIÓN b		CLASIFICACIÓN c		CLASIFICACIÓN d	
Concentración mg CaCO ₃ L ⁻¹	Grados de dureza	Concentración mg CaCO ₃ L ⁻¹	Grados de dureza	Concentración °D*	Grados de dureza	Concentración Mg CaCO ₃ L ⁻¹	Grados de dureza
0-50	Blanda	0-75	Blanda	0-4	Agua muy blanda	0-60	Blanda
50-100	Moderadamente blanda	75-150	Moderada	4-8	Agua blanda	60-120	Moderadamente blanda
100-150	Excesivamente blanda	150-300	Dura	8-12	Agua de dureza media	120-180	Dura
150-250	Moderadamente dura	>300	Muy dura	12-18	Agua bastante dura	> 180	Muy dura
250-350	Dura			18-30	Agua dura		
>350	Excesivamente dura			>30	Agua muy dura		

Clasificación a y b de la dureza del agua (Gray, N.F., 1996). Clasificación c de la dureza del agua (Pürschell, W., 1976). Clasificación d de la dureza del agua (Guthrie, R.K., 1988).

* 1 °D= 17.9 mg CaCO₃ L⁻¹

La dureza es un factor importante a tomar en cuenta para fines de limpieza y desinfección porque las aguas duras ocasionan un uso excesivo de detergentes y desinfectantes, contribuyen a la formación de películas, precipitados indeseables y formación de depósitos en la superficie de los equipos provocando obstrucción de

las tuberías y fallas en las válvulas del sistema y en consecuencia proliferación microbiana.

Afortunadamente en la actualidad se han desarrollado productos de limpieza y desinfección que actúan con mayor eficiencia y estabilidad ante la dureza del agua.

Es importante tener información química y microbiológica del agua que se utiliza en cada parte de la industria alimentaria y en especial del agua potable que se utiliza para el lavado y enjuague de equipos, utensilios y demás partes de la planta.

En el caso de agua para uso en limpieza debe presentar las siguientes características:

Tabla 10. Características del agua para uso en limpieza

Sólidos totales: 500 mg L ⁻¹
Dureza (CaCO ₃): 10-180 mg L ⁻¹
Alcalinidad (CaCO ₃): 30-250 mg L ⁻¹
pH: 6-8
Fe: 0.2 mg L ⁻¹ máx.
Mn: 0.1 mg L ⁻¹ máx.
Cu: 2.0 mg L ⁻¹ máx.
Cloruros: 200 ppm
Sulfatos: 200 ppm
Sílica: 15 ppm
Microorganismos
Patógenos: negativo
Cuenta en placa: menos de 1000 ufc ml ⁻¹
Coliformes: menos de 1 ufc ml ⁻¹
Psicrofilos: menos de 10 ufc ml ⁻¹
Olor v sabor.- El agua debe ser inodora e insípida

Giese, J.H., 1991.

Se debe checar el volumen de agua a utilizar en el enjuague o lavado con la finalidad de verificar si ambos procesos se están realizando eficientemente o se requiere más o menos cantidad de agua, debido a que en el caso de utilizar menos agua de la que realmente se necesita se corre el riesgo de no eliminar totalmente tanto el agente limpiador, la suciedad o el agente desinfectante.

2.1.3.5 EL TIPO DE MICROORGANISMOS A ELIMINAR

Este punto es muy importante para llevar a cabo la elección del agente desinfectante y para ello se debe conocer que tipo de microorganismos ataca cada uno de los productos que se utilizan en la industria alimentaria.

En la tabla 11 se pueden observar algunos ejemplos.

Tabla 11. Tipos de desinfectantes y su acción contra distintos microorganismos.

COMPUESTO	SUSTANCIAS	ACCION DESINFECTANTE				
		bacterias Gram +	bacterias Gram -	Esporas de bacterias	mohos y levaduras	virus
Amonios cuaternarios	Cloruro de alquil bencil dimetil amonio	+	+/-	-	+	-
Aldehídos	Formaldehído glutaraldehído	+	+	+	+	+
Alcoholes	Metanol, etanol, propanol	+	+	-	+	-
Halógenos	Ácido clorhídrico, hipoclorito sódico, cloraminas	+	+	+	+	+
Fenoles (derivados)	Resorcinol	+	+	-	-	-
Óxidos	Peróxido de hidrógeno peróxido de sodio	+/-	+/-	-	-	-
Ácidos	Ácido acético, ácido peracético	+	+	+	+	+

2.1.3.6 ELEGIR EL MÉTODO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN MÁS ADECUADO

Dependiendo del tipo de industria alimentaria se debe elegir el método de limpieza y desinfección a utilizar.

La limpieza se puede realizar utilizando por separado o conjuntamente métodos físicos, por ejemplo fregando, utilizando calor o una corriente turbulenta, aspiradoras u otros métodos que evitan el uso del agua, y métodos químicos en los que se empleen detergentes, álcalis o ácidos. Al elegir un método de limpieza se debe llevar acabo detalladamente para evitar recontaminaciones generadas por la suciedad que persiste después de una inadecuada limpieza. Todo método de limpieza debe adaptarse a las características de la suciedad, a los objetos, áreas, ambiente y demás partes que se requieran limpiar, además debe considerarse la forma y tamaño de dichos factores. La correcta elección de un método de limpieza repercute directamente en la eficiencia de la limpieza y como consecuencia en una adecuada desinfección.

El método de desinfección se debe elegir de acuerdo al tipo de microorganismos que se desean eliminar, las características del producto y de las superficies a desinfectar, las características fisicoquímicas del agua y del método de limpieza.

2.1.3.7 ESTABLECER UN PROGRAMA EFECTIVO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Es importante tener una clara conciencia de los objetivos a lograr con el proceso de limpieza y desinfección.

El objetivo de implementar en una planta de alimentos un programa de limpieza y desinfección es establecer una serie de normas o disposiciones por escrito, que aseguren el mantenimiento de la planta libre de posible focos de contaminación,

prevenir condiciones que podrían afectar al consumidor y proporcionar un área de trabajo limpia, saludable y segura, cuando se lleva a cabo lo anterior se asegura la reducción en la contaminación de los productos, una operación más eficiente, mayor calidad, menos accidentes y mejores relaciones personales.

2.2 MÉTODOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

De forma general los métodos y procedimientos de limpieza y desinfección deben garantizar que después de aplicados, cualquier parte de la empresa y en especial las superficies en contacto con los alimentos estén limpias (libres de suciedad), libres de microorganismos patógenos y otros elementos nocivos que constituyan fuentes de contaminación.

2.2.1 MÉTODOS DE LIMPIEZA

La limpieza puede realizarse de forma manual o mecánica, en el caso de la primera siempre debe utilizarse ropa protectora con el fin de evitar accidentes y se utilizan utensilios de limpieza como son cepillos, paños y cubetas limpias. Debido a que el personal realiza la limpieza esta puede ser menos uniforme con relación a la automática en la cual la misma máquina realiza siempre la limpieza, otro punto importante es que se utiliza más tiempo en la limpieza manual. *“El rendimiento que se obtiene en la limpieza manual de superficies es escaso ($0.1-0.2 \text{ m}^2 \text{ min}^{-1}$)”* (Schmidt, U., 1982). *“El resultado depende mucho de la capacidad de trabajo y del interés puesto por la persona”* (Krüger, K.E., 1964). Debido a lo anterior se utilizan cada vez más los métodos parcial o totalmente mecánicos, pero debe considerarse que si se lleva a cabo la limpieza manual con cuidado, resulta ventajoso utilizarla debido a que si surge algún problema sobre la marcha se puede corregir.

En la limpieza mecánica se sustituyen los trabajos físicos del hombre, el proceso puede ser parcial o totalmente automatizado, por ejemplo en el primer caso debe disponerse previamente de los utensilios de limpieza y preparar las soluciones. En el caso de un elevado nivel de automatización incluye los utensilios, la graduación y control de la concentración de los productos a utilizarse.

Los métodos para eliminar la suciedad se clasifican en físicos y químicos, estos pueden llevarse a cabo de forma manual o mecánica:

Métodos físicos: Consisten en el arrastre de las impurezas ya sea con agua o aire; Ej. Mangueras a presión, vapor, arena, por medio del cepillado, rascado, barrido o aspirado.

Es importante considerar que estos métodos pueden producir a su vez contaminaciones, como es el caso de la limpieza a alta presión o el barrido en seco debido a que pueden mantenerse los microorganismos en suspensión en el aire durante cierto tiempo.

Métodos químicos: Consisten en la aplicación de productos de limpieza que reaccionan con los componentes de la suciedad facilitando su dilución o dispersión.

Los objetos a limpiar pueden clasificarse en superficies planas, instalaciones cerradas, grandes depósitos, recipientes reducidos y utensilios pequeños. Las grandes superficies lisas se limpian in situ. Los recipientes y utensilios pequeños se llevan a máquinas limpiadoras o bien son tratados a mano de manera adecuada. Los grandes depósitos (tanques) y las instalaciones cerradas se consideran frecuentemente en común como sistemas cerrados, ya que ambos pueden conectarse a circuitos mediante conducciones especiales o bien seguir la solución limpiadora la misma vía de tránsito del producto, si bien en el caso de depósitos de gran volumen se consideran como superficies abiertas en circuitos de limpieza cerrados.

2.2.1.1 LIMPIEZA EN SECO

Este tipo de procedimientos son poco utilizados en la industria alimentaria debido a que forman remolinos de polvo o bien distribuyen la suciedad y de esta manera los microorganismos pueden esparcirse. Pueden utilizarse en los siguientes casos:

- Para eliminar la suciedad más gruesa y poco adherida.
- Para eliminar la suciedad de la harina o polvo con un aspirador industrial.
- Una combinación de aspirador con cepillos de nylon giratorios limpia con delicadeza filtros de conducción en establecimientos de molinería, evitando el desmontado que exigiría la limpieza con agua.
- En las industrias del cacao, chocolate y margarina, la limpieza consiste en ocasiones sólo en impulsar pelotas de poliuretano o cepillos (“sputniks”) mediante aire a presión a través de las conducciones de tubos.

2.2.1.2 LIMPIEZA FUERA DE SITIO (COP)

Limpieza de partes desarmables de equipos, se realiza en un tanque de lavado, el agua y el agente limpiador pueden recircularse por una bomba centrífuga a través de la salida y entrada del tanque.

2.2.1.3 LIMPIEZA EN EL SITIO (CIP)

Es la limpieza del equipo por recirculación controlada de agua, ácidos, bases y desinfectantes a través de las tuberías del equipo sin necesidad de desarmarlo, el tiempo puede variar desde 5 minutos hasta 1 hora. Comúnmente puede utilizarse un sistema de alta presión y bajo volumen, es un sistema totalmente automatizado y se maneja por medio de una computadora, pueden medirse diversos parámetros como: la temperatura y la conductividad, mediante esta última se conoce la concentración de las soluciones utilizadas. Suele emplearse para limpiar los equipos utilizados en el procesado de alimentos líquidos, como en el caso de la Industria lechera, cervecera y de bebidas no alcohólicas.

El ciclo de limpieza al igual que el de desinfección debe ser eficiente, reproducible y económico, a continuación se describe el ciclo completo de limpieza y desinfección que se lleva a cabo en un equipo CIP.

1.- Prelimpieza o prelavado: Tiene como finalidad remover residuos, se utiliza agua fría o a una temperatura mayor de 65 °C con el objetivo de minimizar el crecimiento microbiano.

2.- Limpieza o lavado a fondo: La finalidad de este paso es remover y disolver residuos, se lleva a cabo un primer lavado generalmente con un producto alcalino seguido de un remoje y por último otro lavado con un producto ácido.

3.- Enjuague: El objetivo de este paso es remover los residuos de la limpieza o lavado a fondo, el procedimiento es el siguiente, se realiza un primer enjuague con agua caliente que sale del tanque de recuperación siguiéndole un segundo enjuague con agua fría que proviene de un tanque de agua fresca.

4.- Desinfección: Tiene como objetivo desinfectar el equipo.

5.- Enjuague: Se realiza un enjuague con agua caliente purificada, desionizada o destilada con la finalidad de remover los residuos del desinfectante.

6.- Secado: Se lleva a cabo por evaporación de agua al utilizar vacío y calor latente del equipo o con aire comprimido caliente.

En caso de utilizar un detergente-desinfectante el paso 2 y 4 se sintetizan en uno, eliminándose los pasos 3 y 4.

Ventajas: Menor costo de mano de obra, mejores estándares de higiene, reducción del tiempo de limpieza, menos fugas y desgaste de las tuberías y del equipo, se ahorran productos de limpieza al reciclarlos y los productos de limpieza peligrosos no necesitan ser manejados por los operarios.

2.2.1.4 VAPOR A PRESIÓN

El vapor como tal no es un agente limpiador, se usa principalmente para desinfectar superficies metálicas, pero si se le proporciona suficiente presión se pueden utilizar pistolas de vapor a presión para eliminar la suciedad.

En el mercado se encuentra pistolas de vapor que se ajustan y mezclan con una solución de detergente o con agua hasta obtener las concentraciones requeridas, se utilizan mucho en la industria alimentaria debido a su bajo costo de mantenimiento y duración. Se inyectan grandes volúmenes de vapor a 140 °C y a una velocidad de 350 L h⁻¹ mezclado con un detergente en concentraciones de 0.5 a 1.0%.

2.2.1.5 APARATOS HIDRÁULICOS

Se emplean agua a baja y alta presión. El agua a baja presión y alta presión sirve para limpiar suelos. El agua a alta presión se utiliza para eliminar los contaminantes de las paredes y de las partes externas de ciertas zonas del equipo, sin embargo parte de los contaminantes permanecen sin alterarse. El efecto de limpieza se produce por la acción mecánica del choque de las gotas asperjadas sobre la superficie.

2.2.1.6 AIRE COMPRIMIDO

Se utiliza como fuerza motriz de los aparatos hidráulicos, para eliminar el polvo y la suciedad de los equipos. Tiene la ventaja de tener bajos costos de mantenimiento y una larga duración, pero tienen la desventaja de extender el polvo más que eliminarlo.

2.2.1.7 ULTRASONIDO

Por lo general se instala en tanques abiertos que contienen agentes limpiadores que ayudan a evitar la formación de depósitos de suciedad, en estos se sumergen cestos que contienen las partes a limpiar o bien los objetos pasan este baño sobre una cinta transportadora. Un generador ultrasónico convierte la fuerza eléctrica en energía eléctrica de alta frecuencia (30,000-40,000 ciclos s^{-1}) y transductores ad hoc convierten la energía en vibraciones mecánicas ultrasónicas. Estas vibraciones generan la formación de millones de burbujas microscópicas que al reventarse forman torbellinos en la solución limpiadora, este proceso es conocido como "cavitación" y es el responsable del efecto limpiador de este sistema de limpieza.

La duración del tratamiento por este método es corta va de los 20 s a los 4 min y la temperatura óptima esta entre los 50-80 °C y se emplea para la limpieza de partes pequeñas y delicadas de los equipos, ocasionalmente se utiliza en toneles, latas de horno, moldes, cajas y tinas.

2.2.1.8 LIMPIEZA CON ESPUMA O GEL

La limpieza con espuma supone *"Emitir por una boquilla productos limpiadores que contengan tensidos (...) con ayuda de aire a presión, con la formación de espuma finamente pastosa y no demasiado húmeda"* (Edelmeyer, H., 1985). Puede utilizarse para limpiar paredes, suelos, zonas inaccesibles y equipos con grandes superficies que entran en contacto con los alimentos. Se adiciona un agente espumante generalmente aniónico al detergente con la finalidad de permitirle a este último una mayor interacción con la superficie a limpiar debido a las propiedades adhesivas de la espuma que se recomienda actúe durante 10-20 min dependiendo de la suciedad, también se recomienda realizar una limpieza previa en caliente con la finalidad de que la espuma tenga una mejor eficiencia o se puede calentar la solución limpiadora como máximo hasta 90 °C. Existen

productos ácidos, neutros y alcalinos, también combinaciones de limpiadores-desinfectantes.

Ventajas: Un largo tiempo de contacto con la suciedad, previene que el agente limpiador se salpique, reduce el uso del agente limpiador y es efectivo en espacios restringidos.

Desventajas: Se necesita un sistema generador de presión, asegurarse de que la espuma este húmeda, estos productos contienen grandes cantidades de tensoactivos que se liberan en las aguas residuales y empleando solamente este método no se logra eliminar las suciedades grasas.

Los geles que se utilizan para la limpieza son sustancias muy viscosas, que se aplican a altas temperaturas y pueden actuar por largo tiempo, se eliminan con chorro a baja presión.

2.2.1.9 LIMPIEZA DEL EQUIPO PEQUEÑO

Para limpiar el equipo pequeño se pueden utilizar máquinas o se puede realizar la limpieza en forma manual con cepillos, estropajos y frotadores. En el caso de utilizar una máquina, esta se elige dependiendo del espacio y necesidades. Se recomienda que para limpiar objetos uniformes se utilicen máquinas con cintas transportadoras o de cadenas, en el caso de limpiar objetos irregulares se recomiendan máquinas de armario o cabina como son los lavavajillas.

2.2.1.10 ADSORBENTES DEL PAPEL Y TEJIDOS

Pueden ser adsorbentes desechables fabricados con papel reciclado o pueden ser reutilizables. Están hechos a base de polipropileno, celulosa y rayón, son muy adsorbentes, pueden lavarse y esterilizarse posteriormente. Se impregnan de agentes limpiadores o desinfectantes, comúnmente se tiñen de colores distintos dependiendo el área de trabajo en donde se utilizan.

2.2.2 MÉTODOS DE DESINFECCIÓN

2.2.2.1 DESINFECCIÓN FÍSICA (CALOR)

En relación a la industria alimentaria, Appert (1809), propuso utilizar el calor como método de esterilización de los alimentos. El mecanismo de destrucción térmica de microorganismos puede describirse como la desnaturalización irreversible de sus enzimas y proteínas estructurales, se debe tomar en cuenta que la sensibilidad de un microorganismo crece conforme aumenta la cantidad de agua y la complejidad de su estructura. El efecto del calor seco es lento y puede atribuirse en parte a la deshidratación que aumenta la capacidad de resistencia de las proteínas celulares y a la coagulación por calor. Sin embargo en contraposición a esto, aumenta la concentración de otros componentes bacterianos de posibles efectos tóxicos. Existen parámetros a tomar en cuenta para llevar a cabo el

proceso de desinfección por calor como son el tipo de calor (seco, húmedo), pH, la temperatura y el tiempo. “Entre el tiempo de desnaturalización de las proteínas (coagulación) y el valor del pH existen relaciones que pueden definir la resistencia al calor de diversos microorganismos” (Hayen, K., 1977). “La resistencia al calor es óptima en una zona de pH neutro (6 y 8)” (Lawrence, C.A. y Block, S.S., 1968). “Por debajo de pH 6 y por encima de pH 8 aumenta la sensibilidad a la temperatura, acortándose por tanto los tiempos de destrucción de gérmenes a una temperatura constante” (Russell, A.D., 1982).

2.2.2.2 DESINFECCIÓN QUÍMICA

Los desinfectantes químicos tienen dos formas de acción antimicrobiana: acción de carácter destructivo y acción inhibitoria sobre el metabolismo y multiplicación celular.

En la figura 6 se muestran estas dos formas de acción.

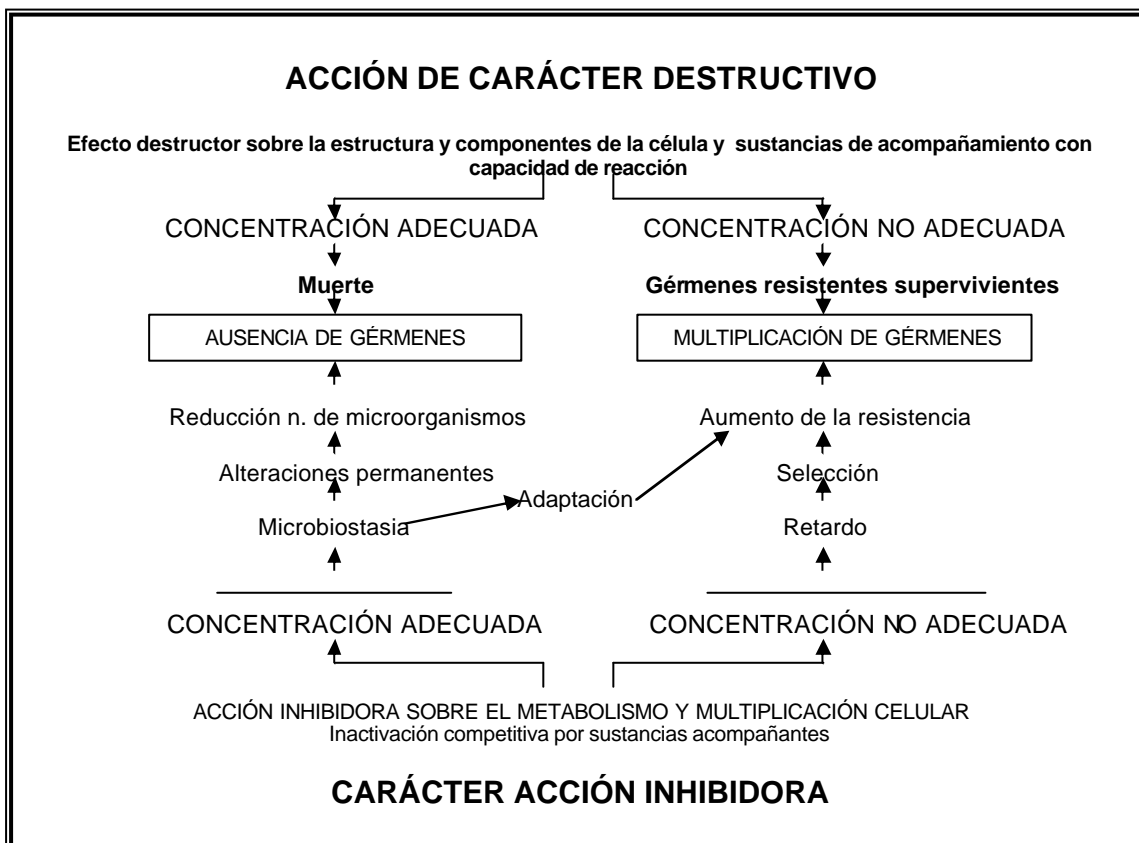


Figura 6. Mecanismos de acción de los desinfectantes (Wildbrett, G., 2000).

Del esquema anterior se puede observar que las sustancias destructoras implican el riesgo del consumo e inactivación de las mismas, en el caso de las sustancias inhibitorias pueden provocar un aumento de la resistencia microbiana. En el caso de las sustancias destructoras se recomienda su uso en las “superficies inertes”,

debido a que en estos casos pueden utilizarse sustancias que desarrollen una acción nociva persistente sobre los microorganismos y aunque se usen en exceso no pueden afectar a otro tipo de organismo vivo. La acción de este tipo de sustancias es relativamente corta, debido a que actúan con rapidez.

En relación a las sustancias inhibidoras se usan para la desinfección de "superficies vivas", teniendo siempre en cuenta la gran similitud que existe en la constitución estructural de microorganismos y vehículos de estos, por tal razón este tipo de desinfectantes resultan ser adecuados debido a que por su forma de acción son menos nocivos para las "superficies vivas". En la acción antimicrobiana dentro del cuerpo humano o animal deben cuidarse los efectos de los residuos que pueden generar este tipo de sustancias.

2.3 AGENTES LIMPIADORES Y DESINFECTANTES

Los detergentes y desinfectantes se deben utilizar cumpliendo lo establecido por el fabricante y las regulaciones vigentes al efecto, lo que garantiza eficacia y economía de uso. Los envases deben estar debidamente rotulados y se deben almacenar separados de los alimentos y en condiciones que no ofrezcan riesgos de contaminación para los mismos.

2.3.1 AGENTES LIMPIADORES

Como se comentó anteriormente la finalidad del proceso de limpieza es eliminar la suciedad para lograr una adecuada calidad en los productos alimenticios, evitar el deterioro de los equipos e instalaciones y en consecuencia ayudar a que el proceso de desinfección sea más eficiente, todo lo anterior se logra por medio de los agentes limpiadores, se pueden llevar a cabo dos tipos de limpieza la húmeda y la seca, en el caso de la primera el principal agente limpiador es el agua, pero a pesar de que disuelve muchas partículas de suciedad en condiciones habituales no es suficiente el efecto generado y menos en el caso de residuos grasos, por tal motivo es necesario añadirle sustancias químicas que contribuyan a acelerar y mejorar el proceso de limpieza.

Las funciones principales de los agentes limpiadores son:

- Reducir la tensión superficial del agua.
- Suspender las partículas de suciedad.

Un agente limpiador debe elegirse cuando se conocen:

- La naturaleza de la suciedad.
- Las características del agua a utilizar.
- El método de aplicación.
- El área a limpiar.
- El equipo a limpiar.

2.3.1.1 CLASIFICACIÓN

Los agentes limpiadores están conformados por sustancias simples (álcalis, ácidos) o como preparados mixtos que se fabrican a partir de diversas sustancias químicas, de hecho la mayoría de los compuestos limpiadores que se utilizan en la industria alimentaria son productos mixtos denominados detergentes.

Los agentes limpiadores incluyen a los detergentes, jabones, materias alcalinas inorgánicas, ácidos inorgánicos y orgánicos, sustancias orgánicas con acción tensoactiva, agentes humectantes, sustancias quelantes, secuestrantes, abrasivos, emulsificantes, tensoactivos, peptizantes, defloculantes, etc.

En la tabla 12 se muestran los diferentes tipos de agentes de limpieza utilizados en la industria alimentaria.

Tabla 12. Clases, funciones y limitaciones de los productos de limpieza utilizados en las industria alimentaria.

TIPOS DE AGENTES LIMPIADORES ACUOSOS ^a	CONCENTRACIONES APROXIMADAS DE USO (%) ^b	EJEMPLOS DE AGENTES QUÍMICOS UTILIZADOS ^c	FUNCIONES	LIMITACIONES
Agua	100	Generalmente contiene aire disuelto y minerales solubles en pequeñas proporciones	Disuelve y arrastra la suciedad, actuando además como agente químico de limpieza	El agua dura deja depósito sobre las superficies. La humedad residual permite el crecimiento microbiano sobre las superficies lavadas facilita la presencia de herrumbre
Alcalis fuertes	1-5	Hidróxido sódico Ortosilicato sódico	Detergentes para grasas y proteínas Resta dureza al agua por precipitación.	Altamente corrosivo Dificultades para eliminarla a través de aclarado
Alcalis débiles	1-10	Sesqui silicato sódico Carbonato sódico Sesquicarbonato sódico	Produce un pH alcalino Detergentes Tampón a pH 8.4 o superior	Es irritante par ala piel y mucosas Ligeramente corrosivos A elevadas concentraciones irritan la piel
Ácidos inorgánicos	0.5	Clorhídrico Sulfúrico Nítrico	Consiguen pH's de 2.5 o inferiores Eliminan precipitados depositados en superficies	Muy corrosivos para los metales, aunque pueden ser parcialmente inhibidos por aminas Es irritante para piel y mucosas
Ácidos orgánicos	0.1-2	Fosfórico Sulfámico Acético Hidroxiacético Láctico Glucónico Cítrico Tartárico Levulínico Sacárico	Elimina de las superficies los precipitados inorgánicos y otras sustancias. Ácidos solubles	Moderadamente corrosivo, aunque se puede inhibir por diversos compuestos nitrogenados orgánicos.

Agentes humectantes aniónicos	0.15 o inferior	Jabones Alcoholes sulfatados Hidrocarburos Sulfatos de aril alquil poliéster Amidas sulfonatadas Alquil-aril-sulfonatos	Humedecen las superficies Penetra en las hendiduras y en la trama de los tejidos Eficaces detergentes Emulsionantes de aceites, grasas, ceras y pigmentos Compatibles con agentes ácidos o alcalinos e incluso sinérgicos.	Algunos son excesivamente espumosos, incompatibles con agentes humectantes catiónicos
Agentes humectantes no iónicos	0.15 o inferior	Polietenoxiéteres Condensados de ácidos grasos-óxido de etileno Condensado de ácidos grasos-aminas	Excelentes detergentes para aceites En mezclas de agentes humectantes, para el control de la formación de espuma	Pueden ser sensibles a los ácidos
Agentes humectantes catiónicos	0.15 o inferior	Compuestos de amonio cuaternario	Cierto efecto humectante Acción antibacteriana regular	Incompatible con agentes humectantes aniónicos Inactivados por muchos minerales y otras clases de suciedad
Agentes secuestrantes	Variable (Depende de la dureza del agua)	Pirofosfato tetrasódico Tripolifosfato sódico Hexametáfosfato sódico Tetrafosfato sódico Pirofosfato ácido de sodio	Forma complejos solubles con iones metálicos(calcio, magnesio y hierro) para evitar la formación de películas sobre el equipo y utillaje	Los fosfatos se inactivan por exposición prolongada al calor Los fosfatos son inestables en soluciones ácidas.
Abrasivos	Variable	Acido etiléndiamino tetra-acético (sal sódica) Gluconato sódico con o sin hidróxido sódico al 3% Cenizas volcánicas Seismotita Pómez Feldespato Polvo de sílice Estropajos de aluminio Bruzas metálicas o de plástico Cepillos de raíces	Véase además, álcalis fuertes y débiles citados anteriormente Elimina la suciedad de las superficies mediante fregado Se puede emplear junto con detergentes para limpiezas difíciles	Raya o ataca las superficies El utillaje puede retener algunas partículas que posteriormente aparecen en los alimentos Lesiona la piel de los operarios
Compuestos clorados	1	Acido diclorocianúrico Acido triclorocianúrico Diclorohidantoína	Con álcalis aumenta la "peptización" de las proteínas y disminuye la formación de depósitos sólidos de leche	No es germicida por su elevado pH Las concentraciones varían de acuerdo con el uso y con la clase de álcali
Anfóteros	1-2	Mezclas de sales aminadas catiónicas o compuestos de	Ablandar y desprender los restos de alimentos de los	No usar sobre superficies que tengan contacto directo con los alimentos

		amonio cuaternario con un carboxilo aniónico, éster sulfato o ácido sulfónico	hornos o de superficies cerámicas o metálicas	
Enzimas	0.3-1	Enzimas proteolíticos producidos en cultivos de bacterias aeróbicas y esporuladas	Digiere proteínas y otras sustancias orgánicas complejas	Se inactivan por el calor Algunas personas son hipersensibles a las preparaciones comerciales A veces contienen Salmonella

Remes, A., 1997. ^a Basado en informaciones recopilada por Elliot, 1980. ^b Concentración de la solución del producto para ser aplicado sobre el equipo. ^c Algunos organismos exigen su aprobación previa (por ejemplo, por parte del U.S. Department of Agriculture, 1977).

En la tabla 13 se comparan los distintos agentes limpiadores.

Tabla 13. Comparación de diferentes agentes de limpieza.

Composición de la suciedad	Producto de limpieza		
	Familia	Ejemplos de productos	Características principales
Azúcares solubles	alcalinos	sosa potasa	solubilizantes saponificante
Otros hidratos de carbono	alcalinos		
	productos enzimáticos		hidrolizante desagregante
Proteínas	alcalinos	sosa potasa	solubilizantes saponificante
	productos enzimáticos	proteasas	hidrolizante desagregante
Materias grasas	tensoactivos	aniónicos catiónicos no iónicos	humectante emulsificante
	productos enzimáticos	lipasas	hidrolizante desagregante
Minerales	ácidos	clorhídrico nítrico fosfórico	solubilizante
	Secuestrantes (quelantes)	EDTA polifosfatos gluconato	secuestrante

ISTAS, CC. OO., 2000.

2.3.1.2 DETERGENTES

Un detergente puede definirse como:

- La mezcla de agentes químicos de limpieza que combina las propiedades de humedecimiento, dispersión y emulsificación, entre otras, para lograr un proceso de limpieza dado, tienen la propiedad de reducir la tensión superficial del agua por tal motivo pueden penetrar, desalojar y llevarse consigo las manchas y suciedad al emulsificarlas y debe tener un pH inalterable y propio.

- *“Sustancias químicas o mezcla de ellas, con propiedades humectantes, surfactantes o tensoactivas, acondicionantes, etcétera, que se adicionan al agua para facilitar la limpieza” (Remes, A., 1997).*
- *“Mezcla de sustancias de origen sintético, cuya función es abatir la tensión superficial del agua, ejerciendo una acción humectante, emulsificante y dispersante, facilitando la eliminación de mugre y manchas” (Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994).*
- *“Producto que cuando se añade al agua ayuda a la limpieza” (Forsythe, S.J. y Hayes, P.R., 1999).*

A continuación se enumeran las características que debe tener un detergente.

1) Soluble en agua, 2) No corrosivo, 3) No irritante a la piel y a los ojos, 4) No tóxico, 5) Inodoro, 6) Biodegradable, 7) Económico, 8) Fácil de enjuagar, 9) Estable, 10) Alta eficiencia, 11) Fácil dosificación, 12) Inerte a los materiales con los que entra en contacto, 13) Buena capacidad de almacenamiento, 14) Gran poder de humedecimiento, 15) Dispersante de materiales insolubles, 16) Disolvente de suciedad orgánica e inorgánica, 17) Emulsificante de grasas y aceites, 18) Saponificar grasas, 19) Secuestrante de sales de calcio y magnesio.

Actualmente no existe un producto químico que cumpla con todas las características anteriores, por ello deben realizarse mezclas de formulaciones para lograr obtener detergentes que cubran las necesidades que se requieran para un determinado proceso de limpieza.

2.3.1.2.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EFICIENCIA DE UN DETERGENTE

Existen diversos factores que influyen en la eficacia de un detergente como son:

- 1.- Concentración.
- 2.- Temperatura.
- 3.- Tiempo de acción.
- 4.- Fuerza de aplicación.
- 5.- Dureza del agua.

La concentración de la solución limpiadora depende de la cantidad del álcali o el ácido de la solución limpiadora que se requiera para cada tarea.

Todo detergente tiene una concentración mínima necesaria para realizar una limpieza adecuada, a mayor concentración de agente limpiador no necesariamente se logra eliminar una mayor suciedad y aumentan los costos, es decir, existe una concentración óptima, como se puede observar en la figura 7.

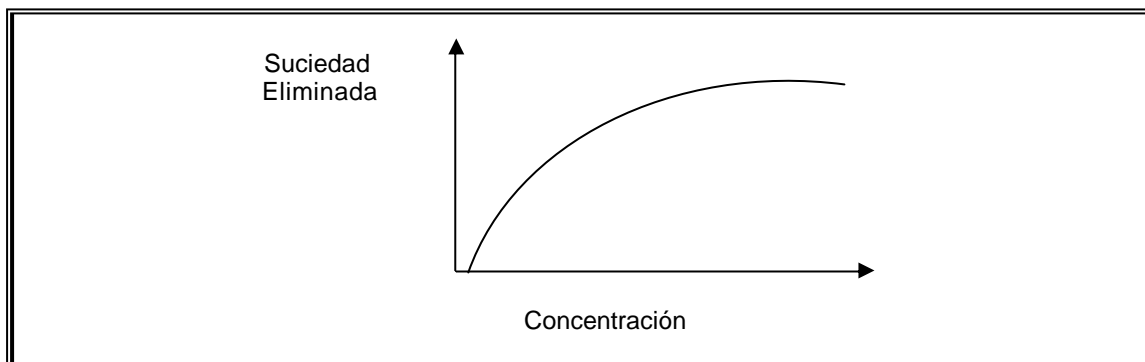


Figura 7. Relación suciedad eliminada en relación con la concentración del detergente a utilizar.

El incremento de la temperatura favorece la velocidad de reacción del detergente y la solubilidad de diversos productos, disminuye la viscosidad lo que da lugar a un aumento de la turbulencia, hecho de gran importancia en los sistemas CIP, pero a valores demasiado altos de temperatura se puede fijar más fácilmente la suciedad y por lo tanto disminuye la eficiencia del lavado, esto indica que es importante encontrar la temperatura óptima de lavado para lograr la mayor eficiencia posible. Además a elevadas temperaturas se favorece el ataque de las sustancias limpiadoras sobre los materiales.

Todo detergente tiene un tiempo mínimo necesario para realizar una limpieza adecuada, a mayor tiempo de aplicación de agente limpiador no necesariamente se logra eliminar una mayor suciedad. Por lo tanto debe buscarse el tiempo óptimo de contacto entre suciedad y detergente. Se obtiene una gráfica que se comporta de la misma manera que la concentración, solo que en ella se gráfica el tiempo (x) contra la suciedad eliminada (y). *“Existe en especial el peligro de incurrir en tiempos insuficientes de tratamiento cuando éstos se asignan sin tener en cuenta otros factores”* (Flückiger, E., 1977).

Se puede realizar la limpieza aplicando cierta fuerza, pero sería algo deficiente, un incremento de esta se comporta de manera similar al incremento de la temperatura y la concentración. El uso de detergentes ayuda a disminuir la fuerza de aplicación, pero es muy común que en la práctica se utilicen ambos, por ejemplo en la CIP, donde la fuerza aplicada es generada por la velocidad del líquido de las tuberías, el cual debe ser turbulento.

N. Reynold > 3000 Para tuberías.

N. Reynold < 200 En películas de caída libre, en tinas de reposo y contenedores.

La dureza del agua es un factor importante a tomar en cuenta para fines de limpieza y desinfección porque las aguas duras ocasionan un uso excesivo de detergentes y jabones, formación de películas y precipitados indeseables, formación de depósitos en la superficie de los equipos provocando obstrucción de las tuberías y fallas en las válvulas del sistema y en consecuencia proliferación microbiana. Afortunadamente en la actualidad se han desarrollado productos de

limpieza y desinfección que actúan con mayor eficiencia y estabilidad ante la dureza del agua.

2.3.1.2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS DETERGENTES

En la tabla 14 se muestra como pueden clasificarse los detergentes.

Tabla 14. Clasificación de los detergentes.

ANIÓNICOS	CATIÓNICOS	NO IÓNICOS	BIOLOGICOS
Contienen sulfatos, en general son los más utilizados, su precio es bajo y son estables cuando trabajan en presencia de aguas duras.	Esta clase de detergentes tienen compuestos de amonios cuaternarios, presentan buenas propiedades bactericidas y bacteriostáticas, pero son caros y solo se pueden utilizar para limpiar utensilios.	Son los productos de condensación del óxido de etileno con materiales fenólicos o ácidos grasos.	Contienen enzimas que ayudan a eliminar manchas específicas además de contener un surfactante.

Sin embargo existen otras clasificaciones para los detergentes, Wildbrett (2000) los clasifico de la siguiente manera: 1.- Alcalinos 2.- Ácidos 3.- Secuestrantes y quelantes 4.- Agentes de suspensión 5.- Surfactantes 6.- Agentes antiespumantes. Por su parte Johns (1999) los clasifico como: 1.-Secuestrantes 2.-Rellenos 3.-Agente blanqueador 4.-Enzimas 5.-Álcalis 6.-Desinfectantes.

2.3.1.2.3 FORMULACIÓN DE DETERGENTES

Hoy en día los detergentes son mezclas cuidadosamente preparadas de distintas sustancias químicas, en la tabla 15 se muestran los distintos compuestos de los cuales pueden estar formados.

Tabla 15. Formulación de los detergentes.

DETERGENTES FORMULADOS CON UN AGENTE ALCALINO	Son compuestos cáusticos y no cáusticos ($\text{pH} > 7$) que se utilizan para eliminar la suciedad incrustada (suciedad generada por azúcares solubles, hidratos de carbono y proteínas). A temperatura ambiente no logran saponificar las grasas, por lo que se necesita que la solución de dicho producto tenga una temperatura por encima de los 60°C . Ejemplos de este tipo de agentes son el hidróxido de sodio, silicatos, metasilicato y ortosilicato sódico, sesquisilicato sódico, carbonato sódico y tripolifosfato sódico.
DETERGENTES FORMULADOS CON UN AGENTE ÁCIDO	Se emplean poco en la industria alimentaria debido a que son corrosivos ($\text{pH} < 7$) y carecen de versatilidad como agentes de limpieza, generalmente se adicionan a estos inhibidores de la corrosión y agentes humectantes. Pueden emplearse para eliminar materiales incrustados en superficies como son los depósitos inorgánicos, piedras de leche, óxidos metálicos o sales minerales y en el lavado de botellas pero deben utilizar con ropa, guantes y gafas de protección porque pueden causar quemaduras graves. Se clasifican en inorgánicos y orgánicos. Entre los ácidos inorgánicos que se utilizaban anteriormente están el clorhídrico, sulfúrico y nítrico, pero por ser altamente corrosivos se sustituyeron por ácidos más débiles como son el fosfórico y el sulfámico que se acoplan con un inhibidor de la corrosión y resultan ser muy eficientes. Entre los ácidos orgánicos utilizados en las formulas de detergentes se encuentran el glucónico, hidroxiacético, cítrico y tartárico, estos poseen acción bacteriostática y son mucho más débiles que los inorgánicos siendo su manejo más seguro.
UN DETERGENTE	Son productos químicos acondicionadores del agua, debido a que impiden que los minerales cristalicen, precipiten o se incrusten en los materiales con los que contactan,

FORMULADO CON UN AGENTE SECUESTRANTE O QUELANTE	<p>tal es el caso del calcio y el magnesio de las aguas duras. Los más utilizados son EDTA, polifosfatos, gluconatos, citratos y zeolitas. Se clasifican en agentes secuestrantes inorgánicos y orgánicos.</p> <p>AGENTES SECUESTRANTES INORGÁNICOS.- Ejemplo de estos son los polifosfatos, el ortofosfato trisódico, el trifosfato pentasódico, el tripolifosfato sódico y el tetrafosfato sódico son verdaderos secuestrantes, el hexametáfosfato sódico es el menos estable de los polifosfatos y es caro.</p> <p>AGENTES SECUESTRANTES ORGÁNICOS.- El ácido etilendiaminotetra acético (EDTA) puede redissolver el calcio. El ácido nitriloacético (NTA), sus sales sódicas y potásicas. Las sales sódicas de los ácidos glucónico (pH:11 y en 3% de NaOH) y heptónico son algunos ejemplos.</p>
DETERGENTES FORMULADOS CON UN AGENTE TENSOACTIVO O SURFACTANTE	<p>Los agentes de superficie activa o surfactantes son especies químicas con una naturaleza o estructura polar-no polar, es decir poseen una porción hidrofílica y otra hidrofóbica, es decir que una parte de la molécula es atraída por el agua y la otra por grasas y aceites.</p> <p>Son excelentes agentes emulsificantes, poseen buenas propiedades humectantes y un alto poder de penetración al disminuir la tensión superficial del agua facilitando el mojado, contribuye a la dispersión y el enjuagado al separar la suciedad de los tejidos e impedir que esta se deposite de nuevo.</p>
ADITIVOS UTILIZADOS EN DETERGENTES	<p>ENZIMAS.- Las enzimas más utilizadas en los detergentes son proteasas, en cantidades de aproximadamente 0.5 – 1%, rompen las moléculas de proteína, eliminando manchas de restos orgánicos como leche, sangre, etc. Otras enzimas, empleados en menor proporción, son amilasas, lipasas y celulasas.</p> <p>BLANQUEADORES ÓPTICOS.- Son sustancias fluorescentes derivadas del diamino-estilben-disulfónico aunque también se utilizan derivados sulfonados del diestirilbifenilo, que absorben la luz ultravioleta y emiten luz visible azul. Contrarresta la tendencia natural de la ropa a ponerse amarilla. Proporcionan un brillo y blancura aparente. Sirven para conseguir un efecto de blanqueo adicional de los tejidos.</p> <p>DESENGRASANTES.- Son productos que disuelven restos de grasas y aceites, tanto naturales, como derivados del petróleo como son los aceites lubricantes. Contienen alcohol o éter: dietilenglicol, butoxietanol, propanol, tolueno, benceno, xileno, tricloroetileno, ácido cítrico, ácido acético.</p> <p>INHIBIDORES DE CORROSIÓN.- Evitan la corrosión.</p> <p>AGENTES ANTIRREDEPOSICIÓN.- Impiden que la suciedad separada de los tejidos durante el lavado vuelva a depositarse sobre los mismos. El agente de antirredeposición más usado es la carboximetilcelulosa sódica.</p> <p>ESPESANTES.- Se utilizan en ciertos productos de limpieza líquidos, tales como formulaciones lavavajillas, para aumentar la viscosidad del producto y permitir una mejor dosificación. Los más utilizados son las sales inorgánicas (como el cloruro sódico), polímeros de origen natural (como las alquilcelulosas e hidroxialquilcelulosas), ciertos polímeros sintéticos y algunos tensioactivos.</p> <p>PERFUMES.- Son mezclas de aceites esenciales aromáticos, alcohol y un fijador, se utilizan para proporcionar un agradable y duradero aroma a diferentes objetos. Los productos de limpieza destinados a la industria alimentaria y específicamente al área de producción no deben contener este tipo de productos porque pueden conferirle olores a los alimentos.</p> <p>COLORANTES.- Son pigmentos que dan color a las sustancias.</p> <p>ESTABILIZADORES DE ESPUMA.- Estabilizan la espuma.</p>

En la tabla 16 se muestran ejemplos de los distintos grupos de tensoactivos:

Tabla 16. Clasificación de los tensoactivos

ANIÓNICOS	Son los más utilizados a nivel doméstico. -Ácidos carboxílicos saturados (sales de ácidos grasos animales y vegetales). -Alquil aril sulfonatos. -Alquil sulfonatos.
CATIÓNICOS	Tienen propiedades desinfectantes, aunque no lavan tan bien. -Sales de amonio cuaternario. -Alquil imidazolinas. -Aminas etoxiladas.
ANFOTEROS	Utilizados en shampoo y cremas para usar sobre la piel. -Acil-aminoácidos y derivados. -N-alkil-aminoácidos.
NO IÓNICOS	Empleados con frecuencia para vajillas, no forman mucha espuma. -Alcoholes grasos etoxilados . - Alcoholes: primarios con cadenas de 8 a 18 átomos de carbono. -Ésteres de ácidos grasos poliglicoles.

2.3.2 AGENTES DESINFECTANTES

Los agentes desinfectantes son de origen físico o químico, su finalidad es destruir a los microorganismos patógenos al contacto a niveles tales que no causen daños a la salud, deben contar con una suficiente capacidad de reacción con los componentes vitales de los microorganismos, es decir, desnaturalizar sus sustancias constitutivas o interrumpir sus procesos metabólicos vitales. *“Los paralelismos existentes entre los componentes de los microorganismos por una parte los componentes de los alimentos y el cuerpo humano por otra, excluyen la existencia de una estricta eficacia antimicrobiana sin acciones secundarias”* (Wildbrett, G., 2000).

Un punto importante a cuidar es evitar la resistencia microbiana al desinfectante, esto se logra rotando los desinfectantes para evitar la generación de cepas resistentes y eliminar las que sobrevivieron a la acción de otros productos aplicados en tratamientos previos.

Los desinfectantes para su uso deben seleccionarse en base a:

- Tipo microorganismos que se desea eliminar.
- Las características de producto y superficie a desinfectar.
- Características fisicoquímicas del agua.
- El método de limpieza.

Y su eficiencia depende de:

- El tipo de desinfectante utilizado.
- Su concentración.
- El tiempo de contacto.

Un desinfectante en forma ideal debe de contar con las siguientes características:

1) Costo/ beneficio, 2) Amplio espectro, 3) No corrosivo, 4) No tóxico, ni irritante a la piel y ojos, 5) Actividad residual baja, 6) Fácil de transportar y estable

(almacenado), 7) Solubilidad, 8) Tiempo de contacto, 9) Estable a diferentes temperaturas, 10) Estabilidad en presencia de materia orgánica, aguas duras, detergentes y jabones, 11) Inodoro e incoloro, 12) Prolongada acción protectora sobre las superficies tratadas, 13) No transmite olores ni sabores a los alimentos, 14) Actuó en forma rápida y eficiente a bajas concentraciones del principio activo y bajas temperaturas, 15) Fácil dispersión, 16) Estabilidad de la forma concentrada y diluida del producto, 17) Inflamable.

Raramente los desinfectantes contienen una única sustancia activa ya que con la asociación de diferentes compuestos, se consigue potencializar su actividad, disminuyendo sus efectos secundarios.

2.3.2.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EFICIENCIA DE UN AGENTE DESINFECTANTE

Los factores que afectan la eficacia de los desinfectantes son:

- La carga de suciedad.
- La temperatura de la solución.
- El tiempo, concentración y pH.
- La estabilidad.
- La calidad del agua.
- El método de desinfección.

Al realizar una limpieza previa a la desinfección esta última será más eficiente, debido a que se exponen los microorganismos al desinfectante al eliminar la suciedad, que en la gran mayoría de los casos es materia orgánica y los desinfectantes son menos efectivos en presencia de esta última, es decir, la materia orgánica participa en la acción del desinfectante formando barreras químicas con éste, provocando que se inactive contra los microorganismos al reaccionar con él químicamente y neutralizarlo.

Ningún desinfectante trabaja instantáneamente, todos requieren una cantidad determinada de tiempo de contacto para ser efectivos. La temperatura y la concentración de desinfectante influyen en el valor de eliminación de microorganismos. Debe usar la concentración recomendada por el proveedor del desinfectante, la actividad de muchos desinfectantes mejora notablemente si se aumenta la temperatura a la cual se trabaja con él, aunque por ejemplo en el caso de los yodóforos a temperaturas mayores de 43 °C liberan yodo que puede manchar los materiales y en el caso del cloro aumenta su acción corrosiva al elevar la temperatura.

En el caso de la calidad del agua en muchos casos su dureza es un factor que afecta el rendimiento del desinfectante.

2.3.2.2 CLASIFICACIÓN

Los desinfectantes han sido clasificados por diversos autores como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Clasificación de los desinfectantes.

CLASIFICACIÓN a	CLASIFICACIÓN b	CLASIFICACIÓN c	CLASIFICACIÓN d
Compuestos que liberan cloro	Halógenos y sus compuestos	Halógenos: hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, compuestos orgánicos clorados, dióxido de cloro	Alcoholes
Compuestos de amonio cuaternario	Yodo	Radiaciones: ionizantes, ultravioleta	Aldehídos
Yodóforos	Bromo	Agentes oxidantes	Oxidantes
Compuestos anfóteros	Flúor	Compuestos activos de yodo	Derivados clorados
Empleo del calor: calor húmedo, calor seco, vapor y agua caliente	Agentes oxidantes productores de oxígeno	Compuestos cuaternarios de amonio	Derivados de amonio cuaternario
	Aldehídos	Mezclas de ácidos con productos aniónicos (tensoactivos)	Fenoles y derivados
	Productos tensoactivos	Fenoles y cresoles	Yodóforos
	Tensoactivos anfóteros	Compuestos de mercurio, plata y sales pesadas	
	Guanidinas	Agentes esterilizantes gaseosos	
	Compuestos fenólicos	Agentes físicos: calor	
	Ácidos orgánicos halogenados		
	Compuestos de metales pesados		
	Alcalis y ácidos		

CLASIFICACIÓN a (Forsythe S.J. y Hayes P.R., 1999). CLASIFICACIÓN b (Wildbrett, G., 2000). CLASIFICACIÓN c (Remes, A., 1997). CLASIFICACIÓN d (Block, S.S., 2001).

Como se puede apreciar cada autor clasifica a los agentes desinfectantes de distinta manera, pero todos parten de una clasificación física y química. A continuación hablaremos de los distintos desinfectantes sin basarnos en realidad en alguna clasificación específica.

2.3.2.3 AGENTES FÍSICOS

Dentro de este rubro se encuentran la temperatura, la radiación, los pulsos eléctricos, las presiones elevadas y la sonicación.

2.3.2.3.1 CALOR

El calor es uno de los agentes desinfectantes más poderosos que existen, la aplicación de temperaturas elevadas produce la muerte o lesiones letales de los microorganismos. El grado de la destrucción es logarítmico, lo que permite

desarrollar con precisión un adecuado programa de desinfección para lograr un efecto destructivo al manejar adecuadamente el tiempo y la temperatura.

Para llevar a cabo una buena termodestrucción debe considerarse el tipo de microorganismo, el tiempo de termodestrucción, número y edad de células, fase de crecimiento y medio de generación de calor. El tratamiento con calor puede ser seco o húmedo.

Seco.- Se utilizan temperaturas de 180 °C, los microorganismos mueren por coagulación, se utiliza en la desinfección de instrumentos metálicos, material de vidrio, etc.

Húmedo.- Se utiliza el calor húmedo en la forma de vapor saturado a presión, los microorganismos mueren por coagulación de alguna proteína vital (cada especie tiene un punto térmico mortal y una temperatura óptima, máxima y mínima para poder vivir). Su aplicación tiene numerosas ventajas: accesibilidad, bajo costo, ningún residuo tóxico, muy efectivo contra los microorganismos bajo condiciones adecuadas de tiempo y temperatura. Se utiliza para desinfectar alimentos, platos, vasos, toallas de papel.

2.3.2.3.2 RADIACIÓN

Ultravioleta.- La mayor acción bactericida se obtiene con longitudes de onda de 2500 a 2800 Amstrongs, este tipo de radiación tiene el poder suficiente para excitar o modificar las moléculas orgánicas y en consecuencia causar un efecto letal específico en los microorganismos. Su efecto letal se debe a la inducción de formación de dímeros de nucleótidos en la molécula de DNA. El mayor uso de la luz ultravioleta es en la desinfección del aire, también se usa para esterilizar superficies y equipos que entran en contacto directo con alimentos, interior de envases abiertos y para esterilizar agua.

Ionizante.- Son emanaciones de fotones que ayudan a desplazar electrones de las moléculas sobre las que inciden. En aplicación en alimentos se utilizan métodos con radiación beta y radiación gama.

El uso de radiación ionizante se ha comprobado que puede inducir a la formación de compuestos potencialmente mutagénicos, teratogénicos o cancerígenos en algunos alimentos.

2.3.2.3.3 POR MICRO Y NANOFILTRADO

Este tipo de desinfección se realiza a líquidos y aceites, la eficiencia de este método depende del diámetro del filtro, de la densidad de las fibras del filtro y del nivel de contaminación inicial.

La filtración de membranas sigue el principio de la separación de partículas basada en el tamaño del poro y en la distribución del tamaño del poro. Las membranas de la microfiltración tienen tamaños de poro que varían de 0.075 µm a

3 μm . De acuerdo con la membrana seleccionada, se podrán separar los sólidos suspendidos sobre 0.45 μm , bacterias, quistes y otros muchos parásitos, cuyo diámetro es mayor que el tamaño más grande del poro de la membrana. Las membranas de la nanofiltración tienen tamaños del poro que varían de 0.005 μm a 0.001 μm y con este pequeño diámetro del poro pueden remover moléculas de alto peso molecular tales como ácidos húmicos y ciertas sales. Esto permite producir agua libre de parásitos y sólidos sin tener que recurrir a productos químicos.

2.3.2.4 DESINFECTANTES QUÍMICOS

2.3.2.4.1 HALOGENADOS Y SUS DERIVADOS

Están considerados fuertes agentes oxidantes que atacan y destruyen las sustancias orgánicas, por lo tanto funcionan perfectamente como desinfectantes, en este grupo los más importantes son el cloro y el yodo.

En la industria alimentaria tienen gran importancia los compuestos liberadores de cloro activo como principios activos y como agentes oxidantes.

2.3.2.4.1.1 CLORO

Es un gas tóxico amarillo verdoso, de olor penetrante. Se extrae de depósitos o se obtiene de la electrolisis de la sal común. Para poder utilizarlo en la industria alimentaria es necesario inyectarlo al agua a una velocidad constante con la ayuda de un aparato "clorador", se utilizan concentraciones de cloro residual de 1 a 5 ppm para los sistemas continuos de cloración de una fábrica, para la desinfección de agua de refrigeración y equipos las concentraciones son mayores, 10 a 20 ppm.

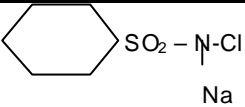
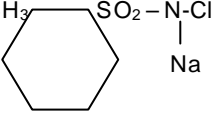
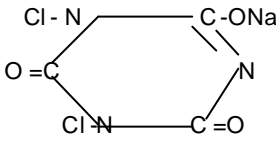
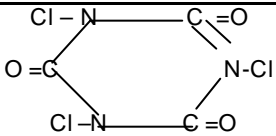
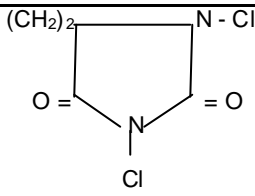
Ventajas: Desinfectante de amplio espectro, en general es barato, no resulta afectado por las sales de las aguas duras (excepto cuando se presentan variaciones en el pH), en general se usa para desinfectar suelos, superficies, equipos de acero inoxidable y agua.

Desventajas: Corrosivo, su eficacia disminuye a medida que aumenta el pH de la solución, irrita la piel, no deja acción residual y en presencia de materia orgánica se inactiva.

Existen compuestos que liberan cloro y reaccionan con el agua para producir cloro "disponible" que es el desinfectante activo.

En la tabla 18 se muestran los distintos compuestos que liberan cloro.

Tabla 18. Compuestos liberadores de cloro.

NOMBRE	FORMULA	PESO MOLECULAR	CONTENIDO DE CLORO ACTIVO (%)	NOMBRE COMERCIAL
Hipoclorito de sodio	NaOCl	74.5	12.5	"Lejía de cloro"
Hipoclorito potásico	KOCl	90.6		Eau de Javelle
Hipoclorito cálcico	Ca(OCl) ₂ CaCl(OCl)	143 127	70 25-35	Caporit "Cloruro de cal"
Fosfato trisódico clorado	4(Na ₃ PO ₄ · 11H ₂ O)NaOCl		3.5	TSP-Cl
Benzolsulfoncloramida sódica		212.7	29.5	Cloramida B
p-Toluolsulfoncloramida sódica		227.7	25	Cloramida T
Dicloroisocianato sódico		220	63	CDB-63
Ácido tricloroisociánico		323.5	91	CDB-91
1,3-Dicloro-5,5-dimetilhidantoína		197	66	Halane

Wildbrett, G., 2000.

2.3.2.4.1.2 DIÓXIDO DE CLORO

Es un gas amarillo rojizo de olor punzante, se utiliza de la misma manera que el cloro gaseoso. A parte de su acción propia del cloro tiene acción oxidante. Su mecanismo de acción es el siguiente: Debido a que el cloro no está en forma libre no se combina directamente con las proteínas de los microorganismos o de los alimentos. Los ácidos que se producen por el metabolismo microbiano en la superficie de la célula ocasionan la ruptura de la molécula del dióxido de cloro liberándose simultáneamente el cloro y el oxígeno generando sus acciones al mismo tiempo, como no se combina con materia orgánica no pierde efectividad y no deja olor ni sabor. Es efectivo a un intervalo de pH de 3-13.

Debido a lo anterior el dióxido de cloro se considera un biocida superior y de amplio espectro porque destruye bacterias, hongos, virus, algas, microbios, esporas y levaduras.

Se utiliza en diferentes diluciones para tratamiento de aguas, ambiente, manos de operarios, pisos, paredes o techos, superficies de equipos que entran en contacto directo con los alimentos, utensilios, frutas y verduras, etc.

Ventajas: Se puede aplicar de diversas maneras y no afecta el sabor, el olor y color de los alimentos, en presencia de aguas duras sigue actuando, durante largos períodos de tiempo es estable siempre y cuando no se exponga a temperaturas mayores de 50 °C, es económico y no necesita enjuagarse después de su aplicación.

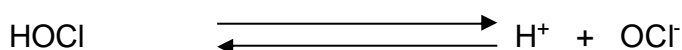
2.3.2.4.1.3 COMPUESTOS GENERADORES DE CLORO ACTIVO

Este tipo de desinfectantes contienen como principio activo el ácido hipocloroso o sus iones en solución acuosa. Su mecanismo de acción se debe a su propiedad de difundir el ácido hipocloroso a través de las paredes celulares de las bacterias generando la destrucción de sus componentes vitales. Pero el ácido hipocloroso no es utilizado como tal para limpiar debido a su inestabilidad, en consecuencia se utilizan sus sales porque son más estables.



A pH = 4 La reacción se desplaza a la derecha.

A pH = 10 se presenta la siguiente reacción:



La reacción es reversible y el poder bactericida se anula.

Ventajas: En general este tipo de compuestos atacan tanto a bacterias gram positivas como gram negativas, tienen cierto efecto sobre las esporas bacterianas, son productos que en su mayoría son baratos, fáciles de usar y no les afecta el agua dura.

Desventajas: A pH bajos son corrosivos para las superficies metálicas, a pH altos son poco eficientes y a bajas temperaturas su poder oxidante decrece al igual que su poder bactericida debido a que se inactivan con facilidad en presencia de materia orgánica. El cloro disponible se pierde por evaporación de las soluciones almacenadas generando poca confiabilidad en la concentración de las mismas de aquí que se recomienda almacenarlos en seco, son difíciles de manejar debido a que son susceptibles a la luz por lo tanto deben mantenerse en la oscuridad o en recipientes opacos y el cloro se combina sin discriminación con el material proteico de microorganismos o alimentos, por lo tanto es necesario que la superficie se limpie y enjuague antes de ser desinfectada.

Existen los compuestos liberadores de cloro activo inorgánico y orgánico.

COMPUESTOS LIBERADORES DE CLORO INORGÁNICO

2.3.2.4.1.3.1 HIPOCLORITOS

El hipoclorito de sodio (NaOCl) y el hipoclorito de potasio (KOCl) constituyen el principio activo principal de todos los desinfectantes líquidos que contienen cloro activo y son llamadas las lejías del cloro. El hipoclorito de litio (LiOCl) y el hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ son hipocloritos en forma sólida.

Los hipocloritos comerciales son soluciones de hipoclorito de sodio que contienen de 5 a 12% de cloro activo, que al diluirse con cierta cantidad de agua se obtienen soluciones de 150-200 ppm de cloro disponible y estas se usan para sanitizar.

Ventajas: En relación al pH su actividad germicida es máxima a pH de 4-5, pero a pH mayores de 9.5 las soluciones son más estables y se utilizan en la industria alimentaria para desinfectar zonas de preparación de alimentos, aparatos de diálisis y en tratamiento de aguas.

Desventajas: Las soluciones de estos productos deben ser recientes y manejadas con cuidado para evitar exponerlas al sol, conforme aumenta el pH aumentan los problemas de corrosión, para evitar esto se utilizan soluciones con pH de 10-11 cuidando también evitar las altas temperaturas porque se generan problemas de estabilidad y debe cuidarse su exposición con los iones de metales pesados o sustancias oxidables, interaccionan con otras sustancias químicas: soluciones ácidas y de amonio con producción de vapores de cloro que son muy irritantes. No se deben utilizar en combinación con formaldehído, ya que esta combinación es altamente carcinogénica.

2.3.2.4.1.3.2 FOSFATO TRISODICO CLORADO

El fosfato trisódico clorado $4(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 11 \text{H}_2\text{O})\text{NaOCl}$ cuando se disuelve en agua da una solución tamponada de hipoclorito que no es corrosiva y su manejo es seguro, el contenido de cloro disponible es bajo (4%) y se inactiva algo en presencia de materia orgánica, su pH alcalino depende del contenido de fosfato trisódico y de este también depende su acción corrosiva y formación del revestimiento.

COMPUESTOS LIBERADORES DE CLORO ACTIVO ORGÁNICO

En el caso de este tipo de compuestos, en solución acuosa también liberan ácido hipocloroso pero el átomo de cloro del cloro activo está ligado siempre a un átomo de nitrógeno.

2.3.2.4.1.3.3 CLOROISOCIANÚRICOS

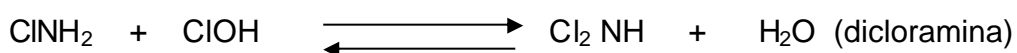
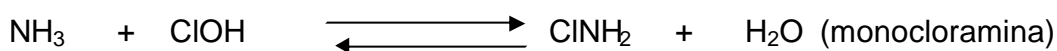
El ácido cianúrico ($C_3O_3N_3H_3$) es el compuesto básico de los ácidos tricloroisocianúrico ($C_3O_3N_3Cl_3H$) y dicloroisocianúrico ($C_3O_3N_3Cl_2H$) los cuales en solución liberan iones hipoclorito (ácido tricloroisocianúrico da un 90% de cloro disponible y el ácido dicloroisocianúrico da un 55-60%), pero debido a que son poco solubles en agua y necesitan de un pH alcalino se utilizan sus sales de sodio y potasio.

Son compuestos relativamente caros, estables al almacenarlos en estado seco, no irritan, liberan cloro lentamente y mantienen su poder bactericida en un rango de pH de 6-10.

2.3.2.4.1.3.4 CLORAMINAS

Las cloraminas orgánicas se forman de la reacción del ácido hipocloroso con aminas, iminas e imidas y las cloraminas inorgánicas se forman de la reacción de cloro con amoníaco o compuestos amoniacales.

Las reacciones de formación de cloraminas son:



En general las cloraminas son más estables que los hipocloritos en presencia de materia orgánica también son menos irritantes y tóxicas, sin embargo su precio ha limitado su uso. Frecuentemente se combinan con los detergentes alcalinos para generar detergentes-desinfectantes, a un pH mayor de 10 tienen un poder bactericida mejor que los hipocloritos.

Las cloraminas liberan cloro lentamente y se emplean frecuentemente para desinfectar equipos o utensilios que deben sumergirse por mucho tiempo, debido a que son poco corrosivas.

En el mercado existen cloraminas orgánicas preparadas, con un poder desinfectante del orden de la mitad del de la monocloramina y sólo se emplean para desinfección de aguas en situación de urgencia o de catástrofe, es el caso del producto conocido como cloramina B y cloramina T, que son compuestos orgánicos producidos por cloración de bencenosulfamida o p-toluenosulfonamida.

Aunque son pocos los estudios realizados para identificar los productos resultantes de la reacción de las cloraminas con las sustancias orgánicas e

inorgánicas del agua se sabe que son menos efectivas como desinfectantes que el cloro libre y que los subproductos que se forman lo son en menos concentración.

El poder o eficiencia bactericida de las cloraminas, en relación con los desinfectantes generalmente empleados en el tratamiento del agua, dentro de los límites de pH más frecuentes (pH=6 a pH=9), quedaría reflejado en el siguiente orden:

Ozono > Dióxido de cloro > Cloro libre > Cloraminas

Por el contrario en cuanto estabilidad y persistencia en la red de distribución el orden es distinto:

Cloraminas > Dióxido de cloro > Cloro libre > Ozono

Entre las ventajas del uso de cloraminas como desinfectante secundario pueden destacarse las siguientes:

1.- No reaccionan con los compuestos orgánicos como lo hace el cloro libre en la formación de los trihalometanos, en cambio no reduce en el mismo grado la formación de ácidos haloacéticos.

2.- Son muy efectivas en el control del biofilm dada su gran capacidad de penetrar en el interior de este biofilm.

3.- Al no reaccionar con los compuestos orgánicos, se pueden disminuir algunos olores y sabores que el cloro libre podría llegar a potenciar, disminuyendo las quejas de los consumidores.

4.- Son más estables y de mayor duración como residual que el cloro libre o el dióxido de cloro, con lo cual proporciona una mejor protección contra el posible crecimiento bacteriano en los grandes abastecimientos y redes con zonas de excesivo tiempo de retención.

5.- Su preparación es fácil.

Entre las desventajas deben destacarse las siguientes:

1.- Causan nitrificación, ya que el amoníaco en exceso que se utiliza para formar las cloraminas sirve de nutriente para las bacterias nitrificantes que convierten el amoníaco en nitritos y nitratos con los efectos adversos que pueden ocasionar para la salud y la consiguiente pérdida de cloro.

2.- Menor capacidad de oxidación y desinfección.

3.- Generan algunos otros subproductos como el cloruro de cianógeno.

4.- Hay que prepararlas in situ.

2.3.2.4.1.3.5 DICLORODIMETILHIDANTOINA

Este compuesto en estado puro es insoluble en agua por tal motivo se utiliza la de grado técnico en polvo con una pureza del 25%, en solución libera iones hipoclorito (proporciona un 16% de cloro disponible), se incorpora a formulaciones en polvo con detergentes y se utilizan para tratamiento de aguas. En condiciones ácidas presenta un gran poder bactericida.

2.3.2.4.1.4 YODO

El yodo generalmente se utiliza en solución acuosa. El yodo junto con agentes surfactantes que pueden ser no iónicos o iónicos y que tienen la función de transportadores forman yodóforos. Los yodóforos con ácidos o tampones ácidos se estabilizan y poseen un espectro de actividad muy amplio frente a bacterias, esporas, micobacterias, hongos y virus. Generalmente se utiliza para tal fin el ácido fosfórico que a un intervalo de pH de 3-5 actúa como tampón y a este mismo intervalo los yodóforos son más activos, debido a que al liberarse el ión triyoduro en presencia de ácido se convierte en ácido hipoyodoso y yodo diatómico (molecular) que son las formas antimicrobianas activas de los desinfectantes portadores de yodo. Se usan para desinfectar equipos, botellas, manos, etc.

Los yodóforos pueden ser considerados como detergentes-desinfectantes, pero su capacidad como detergentes dependerá de la concentración de surfactante en la mezcla. Cuando se utilizan como desinfectantes se adiciona la cantidad justa para disolver y estabilizar al yodo.

Ventajas: No les afecta trabajar en aguas duras, en la industria lechera se usan para desinfectar y para eliminar la piedra de la leche, destruyen rápidamente un amplio espectro de bacterias tanto gram positivas como gram negativas, no son corrosivos, ni irritantes, ni tóxicos, son estables en forma concentrada.

Desventajas: Son caros, frente a las esporas son poco eficientes, tienen un ligero olor, debe enjuagarse bien después de su empleo, pueden impartir olor, sabor y color a los alimentos, pueden perder cierta actividad durante su almacenamiento a altas temperaturas.

2.3.2.4.1.5 BROMO

El bromo es un antimicrobiano más eficiente que el cloro, pero debido a su fuerte olor limita mucho su uso en la industria alimentaria, además se han generado pocos productos liberadores de bromo en el mercado de los desinfectantes. Se puede utilizar en forma elemental como gas o en solución acuosa con un contenido máximo del 3.5% a temperatura ambiente, el bromo también se encuentra como bromo-cloro-dimetilhidantoína que se usa para el tratamiento de

agua y el bromuro de sodio se añade comúnmente en polvo a las formulaciones sanitarias que contienen productos de cloro activo.

2.3.2.4.1.6 FLÚOR

El flúor como tal es inadecuado como desinfectante, por ser tóxico, pero el ácido flúorosilícico (H_2SiF_6) o su sal sódica y el difluoruro de amonio $[(\text{NH}_4) \text{HF}_2]$ se utilizan en la industria cervecera. En cambio el fluoruro sódico y el difluoruro sódico están prohibidos actualmente en la industria alimentaria.

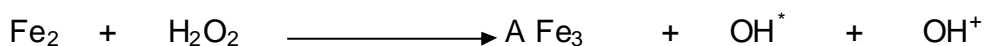
2.3.2.4.2 AGENTES OXIDANTES PRODUCTORES DE OXIGENO

2.3.2.4.2.1 PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (Agua oxigenada)

El peróxido de hidrógeno es un líquido incoloro a temperatura ambiente con sabor amargo. Pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno gaseoso ocurren naturalmente en el aire.

Ventajas: Es un agente oxidante potente, las soluciones estabilizadas de peróxido de hidrógeno (10 al 25%) se utilizan como agentes esporicidas, no inflamable, se utiliza para desinfectar envases e instalaciones. La excelente eficacia como desinfectante se basa en la formación de radicales libres que se liberan durante su descomposición generando que sea eficiente contra bacterias vegetativas, hongos, virus, micobacterias y esporas bacterianas según su concentración y condiciones de utilización.

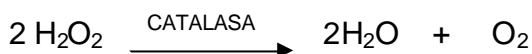
La reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno es llamada de Fenton y requiere de la presencia de iones de hierro divalentes:



En esta reacción el OH^* es un radical libre altamente reactivo. Dicho radical ataca a los ácidos grasos no saturados, que forman parte esencial de la membrana celular de los microorganismos y de esta manera promueve la formación de radicales lipídicos libres, que pueden multiplicarse independientemente por medio de la autocatálisis. También actúa sobre el DNA y otros componentes celulares esenciales.

El peróxido de hidrógeno puede emplearse en la conservación de alimentos debido a que no deja ningún tipo de residuo, ni sabores. La catalasa contribuye en mucho a esto debido a que cuando trabaja en forma conjunta con el peróxido de hidrógeno "sistema peroxicatalásico", en procesos donde este sea utilizado como agente bacteriostático y bactericida cumple una función de auxiliar de procesos, sin tomar parte de la composición del producto final, puesto que una vez realizada su función, tanto la catalasa como el peróxido de hidrógeno dejan de estar

presentes y solamente queda una pequeña cantidad de agua y oxígeno, el cual también actúa como bactericida.



Se utiliza mucho este sistema en la industria láctea, antes del procesado de la leche de quesería y del lactosuero. En el caso de su aplicación a la leche destinada para elaborar quesos, la efectividad antimicrobiana del peróxido de hidrógeno dependerá de su concentración inicial, del tiempo, de la temperatura y de la carga microbiana de la leche. La adición de la catalasa es imprescindible, porque de lo contrario, el residual del peróxido de hidrógeno inhibiría la actuación de los fermentos lácticos que se adicionan posteriormente y los quesos no desuerarían bien, en consecuencia producirían mucosidad en su corteza durante su proceso de maduración generando un sabor amargo.

En el caso del lactosuero, con la acción conjunta del **peróxido de hidrógeno-catalasa** se logra una gran disminución de la cuenta microbiana y un aumento considerable de su valor nutricional. Además de estas ventajas técnicas se suma el factor económico, ya que permite un ahorro muy importante referente al gasto energético que supondría la pasterización del suero antes de proceder a concentrarlo.

La aplicación de este **sistema peroxi-catalásico** en la leche y el suero de quesería durante su almacenamiento, que a veces es de uno o dos días, y/o transporte hasta su procesamiento, actúa a dos niveles:

- 1.- Evita el desarrollo de bacterias psicotróficas durante el almacenamiento refrigerado de la leche cruda antes del tratamiento térmico, impidiendo la liberación de enzimas termorresistentes lipolíticas y proteolíticas que causan graves alteraciones en los productos lácteos.
- 2.- Evita la acumulación de toxinas de bacterias patógenas antes del tratamiento térmico.

Los preparados comerciales suelen contener concentraciones entre el 3 al 6%.

Desventajas: Se inactiva rápidamente en presencia de materia orgánica, luz y contacto con el aire, el peróxido de hidrógeno es inestable y se descompone rápidamente a oxígeno y agua con liberación de calor.

2.3.2.4.2.2 ÁCIDO PERACÉTICO

El ácido peracético ($\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{OOH}$) a concentraciones de 0.01-0.2% actúa en forma rápida frente a todos los microorganismos, incluyendo las micobacterias y las esporas bacterianas, debido a que su acción biocida se debe a la desnaturalización de las proteínas y enzimas y provoca cambios de permeabilidad

de la membrana celular. Es un desinfectante que no se inactiva en presencia de materia orgánica.

Su fuerte acción corrosiva hace necesario que en la preparación de soluciones, siempre que la dosificación no sea automática, el personal encargado use equipo especial para su protección (guantes, lentes protectores, cubrebocas), en consecuencia por razones de higiene y seguridad en el trabajo, se utilizan productos líquidos con el 2-10% de ácido peracético. Se utiliza en el procesado de alimentos y en la industria láctea.

2.3.2.4.2.3 PERSULFATO O ÁCIDO PEROXIGÉNICO

Actúa contra bacterias gram positivas y negativas, su actividad contra los virus es controvertida y variable, no tiene actividad frente a micobacterias y ésta se ve afectada por la presencia de materia orgánica y la utilización de agua corriente. Los persulfatos tienen una toxicidad baja, pero tienen un bajo espectro de actividad y son altamente corrosivos.

2.3.2.4.2.4 OZONO

El ozono se genera a partir del aire u oxígeno aplicando una descarga de alto voltaje por medio de un generador para convertir parte del oxígeno (O_2) a ozono (O_3). Los generadores consisten en: un tubo dieléctrico por el que se hace pasar oxígeno, éste recibe una descarga eléctrica constante (llamado efecto corona) y que se ha generado en un transformador. Este hecho provoca la transformación de la molécula de oxígeno (O_2) proveniente del aire, en una molécula de ozono (O_3).

Ventajas: Destruye esporas a una temperatura de $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, inactiva a las bacterias y virus mucho más rápido que el cloro (segundos), crea un residual que inactiva a los virus y otros microorganismos que no son sensibles a la desinfección con cloro, ocupa el segundo lugar después del fluorhídrico como un oxidante poderoso y es el más fuerte sanitizador de agua.

El ozono tiene funciones de floculador o de agente clarificador para pulir el agua y darle claridad, además de eliminar su olor y sabor. Reduce la turbiedad, contenido en sólidos en suspensión y de las demandas químicas (DQO) y biológicas del oxígeno (DBO).

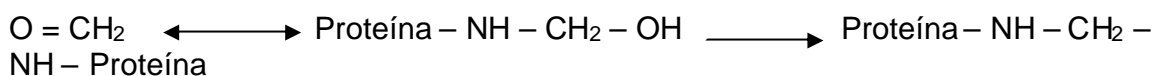
El ozono debe su efecto bactericida a la acción de las enzimas de la deshidrogenada.

2.3.2.4.3 ALDEHÍDOS

Los aldehídos poseen una gran eficiencia antimicrobiana en presencia de residuos de suciedad, debido a esto algunos aldehídos son de gran utilidad en la industria alimentaria, tal es el caso del formaldehído que es una gas de olor penetrante que

se disuelve fácilmente en el agua. Puede usarse en estado líquido y gaseoso, pero generalmente se usa en solución acuosa (formaldehído al 30-40%) en estas condiciones posee actividad bactericida, funguicida, viricida, y esporicida. Tiene poco poder de penetración en las células, pero su actividad aumenta con la temperatura y la humedad relativa (combinación de formaldehído con vapor a 70-75%). El formaldehído se emplea hoy preferentemente en combinación con otros principios activos, sobre todo con sustancias surfactantes y con otros aldehídos como el dialdehído glioxal y el glutaraldehído.

El formaldehído actúa sobre las proteínas desnaturalizándolas, ataca a los ácidos nucleicos mediante alquilación:



A nivel de los ácidos nucleicos la reacción es irreversible (aunque al menos sobre el RNA, la acción es reversible hasta un punto dado, a partir del cual ya es irreversible):



2.3.2.4.4 A BASE DE METALES PESADOS

En esta clasificación se encuentran el cloruro de mercurio, el nitrato de plata y los sulfatos de cobre y zinc, actualmente ya no se utilizan en la industria alimentaria debido a su alta toxicidad y alteración de la estructura tisular.

2.3.2.4.5 OXIDO DE ETILENO

El óxido de etileno mezclado con ácido carbónico al 10% se usa para desinfectar edificios o materia prima almacenada a granel.

2.3.2.4.6 FENOLES

El fenol puro es poco utilizado debido a que es muy tóxico y corrosivo, ha derivado un amplio grupo de principios activos: cresoles, xilenos con diversos sustitutos, derivados halogenados, etc. Los fenoles son derivados de carbón-brea. Son efectivos contra bacterias, virus y hongos, son un poco más eficientes en presencia de materia orgánica que los compuestos de cloro y yodo, pero a pesar de su eficacia ante la suciedad no se utilizan en la producción de alimentos, debido a su olor, sabor y sus propiedades toxicológicas. Son excelentes desinfectantes de uso general para la higiene de manos, locales, instrumentos, suelos, paredes, retretes, desagües, recipientes higiénicos y cubos de basura. Los fenoles actúan específicamente sobre la membrana celular e inactivan las enzimas intracitoplasmáticas formando complejos inestables. Las moléculas lipídicas quedan atrapadas por los fosfolípidos de membrana. Están implicados los siguientes procesos:

1.- A baja concentración, los constituyentes celulares (ácidos nucleicos, ácido glutámico) se liberan en el medio externo.

2.- A elevada concentración, el desinfectante inhibe la semipermeabilidad, ocasionando la desnaturalización de las proteínas bacterianas y la lisis de la membrana celular.

2.3.2.4.7 BIGUANIDAS

Se incluyen en este grupo la alexidina, clorhexidina y las biguaninas poliméricas. Todos estos principios poseen un amplio espectro de actividad antibacteriana tanto en bacterias gram positivas como negativas, pero limitado como funguicidas y viricidas. Su espectro de acción se asemeja al de los amonios cuaternarios, pero tienen la ventaja de no formar espuma como éstos últimos. La funcionalidad de estos productos tiene lugar en el rango limitado de pH entre 5 y 7 para el caso de la alexidina y clorhexidina, y entre 5 y 10 para el caso de las biguanidas poliméricas. Todos son incompatibles con los detergentes aniónicos y los compuestos inorgánicos aniónicos.

El lugar de acción primario de estos compuestos es la membrana citoplasmática, provocando una modificación en su semipermeabilidad. Este efecto lo causa su interacción con los fosfolípidos de la membrana, generándose una ruptura de ésta última provocando la destrucción del microorganismo.

2.3.2.4.8 TENSOACTIVOS

Son sustancias que reducen la tensión superficial de una solución acuosa frente a otras fases, generándose un efecto humectante y emulsionante, los tensoactivos anfóteros y los compuestos de acción catiónica poseen propiedades desinfectantes por si mismos.

Ventajas: Son efectivos contra bacterias gram positivas, poseen capacidad inhibitoria contra levaduras y otros microorganismos, son poco afectados por la materia orgánica y por la dureza del agua, no son corrosivos, no tóxicos, estables al calor, actúan en un intervalo amplio de pH, no irritan.

Desventajas: suelen formar mucha espuma y debido a su alto precio su uso es moderado, poco eficientes contra las gram negativas como E. coli y Pseudomonas aeruginosa.

En la tabla 19 muestra diferentes tensoactivos.

Tabla 19. Amonios Cuaternarios más importantes.

NOMBRE	PESO MOLECULAR	NOMBRE COMERCIAL
Cloruro de alquil dimetil bencil amonio	368 aprox.	Benalkon A Dodigen 226 Zephirol
Cloruro de dodecil dimetil bencil amonio	339.5	Pesos moleculares y nombres comerciales

Cloruro de dodecil dimetil dicloro bencil amonio	408.9	Benzaldon B Riseptin
Cloruro de p-tertoctilfenoxietoxietil-dimetil-bencil-amonio	466.1	Benzethoniumchlorid Hyamine 1622
Cloruro de didecil-dimetil-amonio	361.5	Bardac 22
Bromuro de cetil-trimetil amonio	364.5	Cetrimid Cetavlon
Cloruro de cetilpiridinium	339.5	Ceepryn Cepacol
Dodecil-diamino-etil-glicina	329	Dodacin

Wildbrett, G., 2000.

2.3.3 RIESGOS Y PRECAUCIONES EN EL MANEJO DE AGENTES LIMPIADORES Y DESINFECTANTES

Los trabajadores están en contacto diario con numerosas sustancias químicas peligrosas que componen los productos de limpieza y desinfección, la gran mayoría son productos irritantes o corrosivos que pueden producir efectos crónicos graves. En la tabla 20 se muestran los riesgos y precauciones en el manejo de las sustancias químicas más importantes utilizadas en los productos de limpieza.

Tabla 20. Riesgos tóxicos de algunos componentes de productos de limpieza.

SUSTANCIA	VIAS DE EXPOSICIÓN			EFECTOS AGUDOS			EFECTOS CRÓNICOS	MEDIO AMBIENTE	
	CONTACTO	INGESTIÓN	INHALACIÓN	CORROSIVO	IRRITANTES				
					OJOS	PIEL			VIAS RESP
amoníaco			✓	✓	✓	✓	✓	riñones, hígado, sistema nervioso central	persistente, ecotóxico, contaminante agua
hidróxido de sodio		✓	✓	✓	✓	✓	✓		contaminante agua
hidróxido de potasio		✓	✓	✓	✓	✓	✓		contaminante agua
bicarbonato sódico						✓			
ácido clorhídrico			✓	✓	✓	✓	✓	daños pulmón	contaminante aire y agua compuesto clorado
ácido nítrico		✓	✓	✓	✓	✓	✓		contaminante agua
ácido fosfórico		✓	✓	✓	✓	✓	✓		contaminante agua
ácido acético		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
ácido peracético	✓		✓		✓	✓	✓		

ácido cítrico		✓	✓		✓	✓	✓		
butoxietanol	✓	✓		✓	✓	✓	✓	reproducción y fetos, hígado, riñones, sangre	
dietilenglicol monobutyleter	✓	✓		✓	✓	✓	✓	hígado, riñones, sist. nervioso	
propanol			✓		✓	✓		dermatitis	
tolueno	✓	✓	✓		✓	✓	✓	reproducción, sistema nervioso, dermatitis	ecotóxico
percloroetileno	✓	✓	✓		✓	✓	✓	posible cancerígeno, sistema nervioso, hígado y riñones	ecotóxico, contaminante de aguas compuestos volátiles
tricloroetileno	✓	✓	✓		✓	✓	✓	probable cancerígeno, posible mutagénico, hígado, riñones	ecotóxico, contaminante de aguas compuestos volátiles
EDTA		✓	✓		✓	✓	✓		ecotóxico, contaminante de aguas
polifosfatos, tripolifosfato de pentasodio	✓				✓	✓	✓	dermatitis	eutrofización, contaminante de aguas
Citratos: citrato de sodio		✓	✓		✓	✓	✓		
nitrilotriacetato de trisodio		✓	✓	✓			✓	nefrotóxico, posible cancerígeno	contaminante aguas
zeolitas: aluminosilicato de sodio					✓	✓	✓		

ISTAS, CC. OO., 2000.

La tabla 21 muestra los riesgos tóxicos de diversos tensoactivos.

Tabla 21. Riesgos tóxicos de los diferentes tensoactivos utilizados en los productos de limpieza.

TENSOACTIVOS	SUSTANCIA	EFFECTOS CRÓNICOS	MEDIO AMBIENTE
CATIÓNICOS	cloruro de alquil bencil dimetil amonio		ecotóxico contaminante aguas compuesto clorado
ANIÓNICOS	alquil sulfonatos ej.: dodecil bencil sulfonato de sodio		contaminante aguas
	tridecilbencil sulfonato de sodio		contaminante aguas persistente
NO IÓNICOS	alkylfenoles etoxilados: octilfenoletoxilato nonilfenoletoxilato	disruptores endocrinos	ecotóxico disruptor endocrino

ISTAS, CC. OO., 2000.

Los datos de seguridad y toxicidad de las diferentes sustancias químicas se detallan en el Merck y en el Handbook of toxic and Hazardous Chemicals and Carcinogens.

Muchas de las sustancias utilizadas en desinfección tienen características tóxicas que deben tomarse en cuenta a la hora de elegir qué producto utilizar.

Prácticamente todos los desinfectantes son irritantes, por lo que es necesario protegerse utilizando guantes y gafas, y leer cuidadosamente las instrucciones de uso para reducir o evitar otros riesgos. Los medios que se utilicen para desinfectar deben adecuarse en función de los microorganismos presentes y del riesgo real de infección que exista. No todas las zonas o equipos requieren los mismos niveles de desinfección. Así, unos locales administrativos presentan un riesgo nulo frente a un local donde se manipulan alimentos.

Los análisis de control microbiológico son muy útiles para determinar el tipo de microorganismo que existe y los riesgos de cada zona. Se debe comprobar en las especificaciones del producto qué tipo de gérmenes elimina. El uso abusivo de desinfectantes de amplio espectro puede provocar resistencias en los microorganismos, con lo que cada vez es más difícil luchar contra ellos. La tabla 22 muestra los riesgos tóxicos de diferentes químicos utilizados en la desinfección.

Tabla 22. Riesgos tóxicos de algunos componentes de productos de desinfección.

SUSTANCIA	VIAS DE EXPOSICIÓN				EFECTOS AGUDOS			EFECTOS CRÓNICOS	MEDIO AMBIENTE
	CONTACTO	INGESTIÓN	INHALACIÓN	CORROSIVO	IRRITANTE				
					PIEL	OJOS	VIAS RES		
cloruro de alquil bencildimetil amonio		✓	✓		✓	✓	✓		ecotóxico contaminante aguas compuesto clorado
formaldehido	✓	✓	✓		✓	✓	✓	cancerígeno, problemas pulmonares y asma	ecotóxico contaminante aguas
glutaraldehído	✓	✓	✓		✓		✓	asma	ecotoxico contaminante aguas
metanol	✓	✓	✓		✓	✓	✓	afecta sistema nervioso	ecotóxico contaminante aguas
etanol		✓	✓		✓	✓	✓	Reproducción, sistema nervioso hígado y riñones	
propanol			✓		✓	✓		dermatitis	
ácido clorhídrico			✓	✓	✓	✓	✓	daños pulmón	contaminante aire y agua compuesto clorado
hipoclorito sódico		✓	✓	✓	✓	✓	✓	sensibilizante piel	ecotóxico contaminante aguas compuesto clorado
cloraminas			✓	✓		✓	✓	asma	contaminante aguas compuesto clorado
resorcinol	✓	✓	✓		✓	✓	✓	disruptor endocrino hígado y riñones	
peróxido de hidrógeno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	pulmones	
peróxido de sodio				✓	✓	✓	✓		
ácido acético		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
ácido peracético	✓		✓		✓	✓	✓		
sulfato sódico		✓							persistente
bicarbonato sódico						✓			

Martí, M.C., et.al., 2000.

Cada empresa debe definir los niveles de riesgo para cada local y equipos en función de su actividad, y por tanto el grado de desinfección necesario.

Por tanto, para elegir el sistema de desinfección necesitamos saber:

- Que zonas o equipos es necesario desinfectar.
- Que tipo de microorganismos es necesario eliminar.
- Con que frecuencia debemos desinfectar.

CÁPITULO 3

DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD “QFD”

3.1 ¿QUÉ ES QFD?

El nombre de Despliegue de la Función de Calidad “QFD” (Quality Function Deployment) proviene de seis caracteres Kanji japoneses cuyo significado es el siguiente:

- HIN SHITSU: Calidad, características, atributos, cualidades.
- KI NO: Función, mecanización.
- TEN KAI: Despliegue, difusión, desarrollo, evolución.

Diversos autores han definido a QFD como:

- Una técnica de diseño de productos y servicios que toma en cuenta las demandas y expectativas de los clientes y las traduce, en pasos sucesivos, a características técnicas y operativas apropiadas para la empresa durante cada una de las diferentes etapas del ciclo de desarrollo de un nuevo producto, desde la investigación y desarrollo del producto, la ingeniería y manufactura hasta la mercadotecnia, ventas y distribución.
- *“Un sistema para la traducción de necesidades del consumidor a requerimientos apropiados de la compañía en cada etapa desde la investigación y desarrollo del producto a ingeniería y manufactura a mercadotecnia, ventas y distribución”* (American Supplier Institute de México, 1992).
- *“La conversión de las demandas de los consumidores en características de calidad y el desarrollo de una calidad de diseño para el producto terminado mediante el despliegue sistemático de relaciones entre demandas y características, seguido del despliegue de la calidad de cada componente funcional y extendiendo el despliegue de la calidad a cada parte y proceso”* (Dillon, W.R., 1994).
- *“Un proceso estructurado y metódico, para obtener la voz del cliente y trasladarla o traducirla a todas las etapas del diseño y desarrollo de un producto o servicio”*(Palom, R.S., 1995).

Por lo tanto QFD es una técnica enfocada al control de calidad desde el diseño del producto hasta el proceso de fabricación y producción del mismo. Debido a que se basa en escuchar la voz del cliente, se obtienen productos con las especificaciones y expectativas que el cliente desea, por medio de la definición de “que se debe hacer” y “como debe hacerse”.

Muy independiente de las distintas definiciones que se le pueden dar a QFD se debe saber que es más que una herramienta de calidad, es una herramienta de ayuda en el desarrollo de un nuevo producto y en la mejora de productos existentes.

3.2 RESEÑA HISTORICA

El Despliegue de la Función de Calidad "QFD" se desarrolló en Japón por los doctores Shigeru Mizuno y Yoji Akao a finales de la década de 1960. Desde sus inicios fue considerada como una herramienta de la gestión total de calidad, conocida en aquel país como Total Quality Control (TQC). QFD fue diseñada específicamente para la creación de nuevas aplicaciones y productos aunque en un principio fue dirigida a la detección de problemas o defectos de fabricación.

La Calidad Total se difundió por todos los departamentos de fabricación de las industrias japonesas en los años de 1950 y 1960. Resultaba claro a finales de 1960 que la calidad de diseño tenía que mejorarse. Inicialmente, se utilizaron los gráficos de espina de pescado (gráficos de Ishikawa) para identificar las demandas del cliente y establecer la calidad de diseño. Alrededor de 1966, el Dr. Akao empezó a expresar la necesidad de que los puntos críticos para el Aseguramiento de la Calidad se manejaran a través del diseño y la fabricación, posteriormente, estas ideas se formalizaron y dieron como fruto a QFD (Dillon, W.R., 1994).

El propósito de los doctores Mizuno y Akao fue desarrollar un método para poder medir la calidad que basara el diseño de un producto en las necesidades y expectativas del cliente antes de estar fabricado.

La primera aplicación fue presentada in 1966 por Kiyotawa Oshiumi de Bridgestone Tire en Japón, utilizó los diagramas de espina de pescado para identificar cada requerimiento del cliente (efectos) e identificar las características de diseño y factores de proceso necesarios para el control y medición de estos.

La idea del QFD fue madurando en aplicaciones de diversos tipos, pero el método no lograba consolidar el concepto de calidad del diseño. Sin embargo en 1972 con la aplicación de QFD en el diseño de un tanque de aceite en el astillero Kobe de Mitsubishi Heavy Industry se desarrollo la matriz de calidad, que sistematizaba la relación entre las necesidades del cliente y las características de calidad incorporadas en el producto. La matriz de calidad constituye el núcleo de QFD hoy en día.

En 1975 la Sociedad Japonesa de Control de Calidad (JSQC) estableció un comité de estudio de QFD con el fin de formular su metodología y en 1987 después de 12 años de esfuerzos se publicó un estudio sobre las aplicaciones de QFD en 80 empresas japonesas, donde se utilizaba para diversos objetivos como son los siguientes:

- Establecimiento de la calidad de diseño y de la calidad planificada.
- Desarrollo de nuevos productos que posicionaran a la empresa por delante de la competencia.
- Acumulación y análisis de información sobre la calidad en el mercado.

- Comunicación a procesos posteriores de información relacionada con la calidad.
- Identificación de puntos de control relacionados con el piso de la planta (genba).
- Reducción del número de problemas iniciales de calidad.
- Reducción del tiempo de desarrollo de un producto.
- Reducción de los costos de desarrollo.
- Aumento de la participación en el mercado.

En 1983 comenzó la introducción de QFD en América y Europa, debido a que la American Society for Quality Control publicó los trabajos del Dr. Akao y lo invitó a impartir un seminario de QFD en Chicago, seguido a esto la publicación en inglés de QFD: The Customer-Driven Approach to Quality Planning and Deployment y QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT: Integrating Customer Requirements Into Product Design contribuyeron a que varias empresas de Estados Unidos y el norte de Europa se interesaran.

Después de unos diez años de su origen, el concepto de QFD se consolidó y fue adoptado por distintas empresas como Toyota, por ser una herramienta de aplicación general.

Actualmente QFD se está utilizando en industrias relacionadas a: el aeroespacio, la manufactura, computación, comunicación, química, servicio de alimentos, gobierno, defensa y transportación. Empresas como 3M, AT&T, Ford, GM, Hewlett-Packard, IBM, Kawasaki Heavy Industry, Kodak, Motorola, NASA, Nokia, Toshiba, U.S. Dept. of Defense, Xerox y Daimler Chrysler utilizan actualmente esta técnica.

Hoy en día, QFD continúa inspirando un gran interés en todo el mundo, debido a que cada año surgen nuevas aplicaciones y su metodología se ha ido refinando.

QFD se utiliza en la planeación estratégica tanto de operaciones de manufactura como de servicios, en empresas grandes y pequeñas. Se ha aplicado a la comprensión de fenómenos organizacionales, a la mejora de servicios en el sector público y en la educación. Algunos modelos de QFD emplean enfoques que contemplan el impacto ambiental de los diseños. En el terreno metodológico, varios autores han incursionado en la aplicación de la teoría de conjuntos fuzzy para tratar con variables subjetivas como la voz del cliente.

3.3 FILOSOFIA DE QFD

Después de estudiar y analizar a QFD es fácil saber que su filosofía es escuchar la voz del cliente y no perderla de vista durante todo el proceso de desarrollo o mejora de un producto o servicio, generando una cultura preventiva y no correctiva orientada al trabajo en equipo, a la sistematización, la apertura mental, la paciencia y la comunicación.

CÁPITULO 4

ESTRUCTURA DE QFD

Cada una de las partes que conforman QFD son vitales e igualmente importantes, debido a que es una técnica enfocada a cumplir los requerimientos técnicos del cliente para ello se necesita todo un equipo de trabajo, mucha organización, disciplina y herramientas para generar la información requerida del diseño, fabricación y producción de un producto o servicio.

4.1 EQUIPO QFD

Se debe poner énfasis en la conformación y características que debe reunir el equipo de trabajo que estará involucrado en el proyecto QFD ya que de esta decisión depende en mucho el éxito del proyecto.

El equipo QFD debe ser multidisciplinario, estar integrado por un grupo de 6 a 10 personas como máximo (con la finalidad de evitar el entorpecimiento de las actividades a realizar) provenientes de cada uno de los departamentos o subsistemas de la empresa como son: mercadotecnia, ingeniería, calidad, producción, investigación y desarrollo, ventas, compras, etc.

“La selección de los miembros del equipo dependerá de cómo se desarrollan los productos y de cuáles son los departamentos que mejor representan ese proceso” (American Supplier Institute de México, 1993).

Otro aspecto que cuida QFD es seleccionar a los participantes por sus conocimientos y experiencia más que por su puesto. Los participantes seleccionados deben tener puestos casi iguales, para que todos sientan la libertad de expresar sus ideas o soluciones.

Los integrantes del equipo QFD deben tener un gran compromiso con el proyecto, tener un detallado conocimiento del producto o servicio que van a trabajar para ello necesitan invertir bastante tiempo en prepararse para poder participar, deben ser receptivos y tener una mentalidad abierta para poder escuchar cualquier idea que provenga tanto del cliente como de algún integrante del equipo. Es fundamental que al interior del equipo exista una constante comunicación que sea clara y oportuna.

Una vez que el equipo QFD este integrado deberá estar conciente de que su principal objetivo es escuchar la voz del cliente e interpretarla de manera correcta, porque de lo contrario provocaran el fracaso de sus productos o servicios. También son responsables de que la voz del cliente sea tomada en cuenta durante la planeación del desarrollo de un producto o servicio o en su mejoramiento.

El equipo QFD tendrá que tener reglas como cualquier otro equipo de trabajo, es necesario seleccionar a una persona para actuar como moderador o líder más no como dominador, para que guíe al grupo y puede existir la factibilidad de cambiar de líder en cada etapa del proceso QFD.

Debe nombrarse a otra persona para realizar las minutas de las juntas, las cuales deben realizarse regularmente con la finalidad de organizar, planear y actualizar las tablas de QFD con todo el trabajo que realizaron los miembros del equipo.

Como se comentó anteriormente el equipo debe tener mucha comunicación, debido a que se trabaja por consenso o por elección, las decisiones tomadas deben ser por medio de acuerdos y cuando existen desacuerdos estos deben discutirse hasta llegar a un entendimiento común.

4.2 FORMA DE TRABAJO DE QFD

QFD se encarga de hacer escuchar la voz del cliente en cada parte del proceso de desarrollo de un producto o servicio al traducirlos en requerimientos de diseño, proceso y producción. QFD trabaja de la siguiente manera:

- Se recomienda que las empresas que comienzan a utilizar QFD primero trabajen con su personal para empezar a cambiar su cultura de corrección y logren entender todos los beneficios que genera el implementar QFD.
- Es importante cuando se empieza a trabajar por primera vez con QFD, tomar proyectos fáciles.
- Se trabaja en equipo, debe estar conformado por un grupo de 6 a 10 personas que representen a cada una de las funciones clave de la empresa y del producto del cual se trate.
- El equipo QFD se encarga de determinar los requerimientos de diseño, proceso y producción necesarios para lograr la completa satisfacción del cliente.
- Se debe trabajar con mucha disciplina, compromiso y comunicación.
- El proceso se lleva a cabo por medio de una serie de matrices que despliegan los requerimientos del cliente generando los requerimientos de diseño, de proceso y producción.
- Se trabaja con la finalidad de prevenir desde el inicio del desarrollo de un producto futuros problemas, de esta manera se reducen tiempo y costo de producción.

4.3 LAS MATRICES QUE FORMAN A QFD

QFD en sentido estricto, es el despliegue sistemático de las funciones operativas necesarias para lograr los estándares de calidad en un producto o servicio, como resultado del despliegue se producen una serie de matrices, mediante las cuales puede llegar la voz del cliente a toda la empresa y se muestran sus necesidades con relación a los requerimientos técnicos necesarios para planear, diseñar y procesar el producto o servicio.

El proceso QFD puede llevarse a cabo gracias a esta serie de matrices, que en realidad representan cada una de las etapas que conforman a QFD, Figura 8.

Matriz I, Planificación del producto

En esta primera etapa se determinan los requerimientos de diseño o características de calidad necesarias en el producto o servicio, es decir, se relacionan los requerimientos del consumidor, los "QUE" es lo que espera el cliente, con los requerimientos de diseño que necesita tener el producto o servicio los "COMO" voy a satisfacerlo, asignando a cada requerimiento de diseño una importancia relativa y un valor objetivo.

Matriz II.- Despliegue de partes (ingredientes, materiales, procedimientos y servicios)

En esta etapa se determinan las características de partes. Se origina al transferir los requerimientos de diseño de mayor importancia o críticos generados en la matriz I, los "COMO" para transformarlos ahora en los "QUE" de la nueva matriz y los analiza en términos de ¿Qué partes se necesitan para cubrir los requerimientos de diseño?, de esta manera se obtienen los "COMO" de esta nueva matriz.

Matriz III.- Planificación del proceso

Se desarrolla la planificación del proceso relacionando las características de las partes con operaciones clave del proceso, si un parámetro de las partes es crítico y se lleva a cabo durante el proceso, se considera como punto de control, de esta manera se forma la base de un plan de control de calidad.

Esta etapa se inicia al transferir los requerimientos críticos de los procedimientos a la nueva matriz para convertirlos en los "QUE" y se resuelven al preguntarse ¿Qué procesos se requieren para producir las características críticas de las partes?.

Matriz IV.- Planificación de la producción

Se encarga de tomar en cuenta todos los puntos críticos de las características críticas de partes y de las operaciones de proceso para traducirlas a acciones que se necesitan controlar en el proceso de producción, es decir en requisitos específicos de control de calidad, con la finalidad de obtener el grado de calidad planeado y solicitado por el consumidor.

En el próximo capítulo se hablará más a detalle de cómo formar una matriz y de cada una de las etapas que integran a QFD.

La figura 8 muestra las matrices que integran a QFD en cada una de sus etapas.

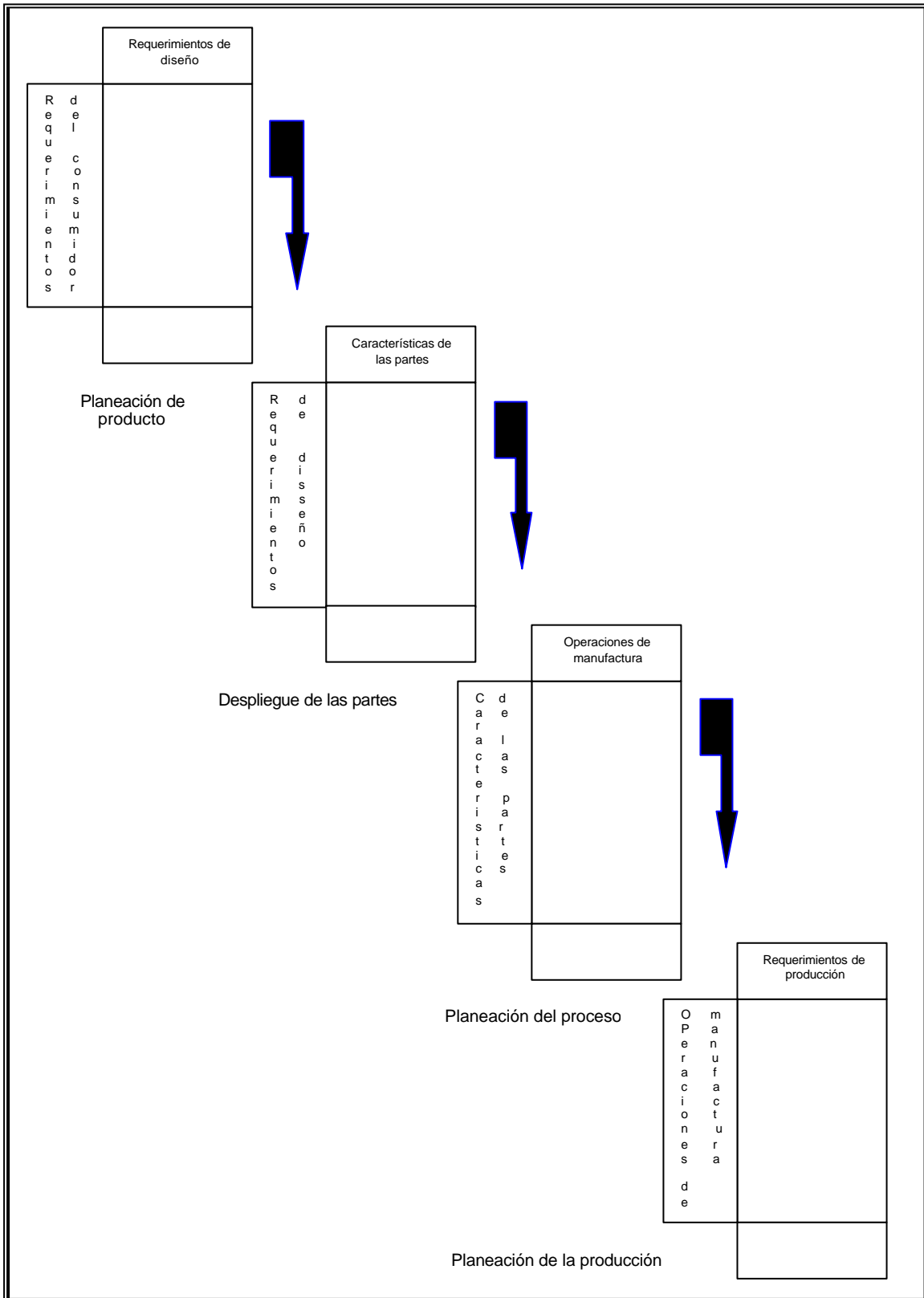


Figura 8. Las matrices de QFD (Gonzalez, E.M.E., 2001).

4.4 VENTAJAS DEL USO DE QFD

- La principal ventaja de utilizar la técnica de QFD es la implementación de una cultura preventiva más que correctiva, de esta manera se asegura que los productos o servicios resultantes del proceso QFD son de excelente calidad, Figura 9.
- Contribuye a tener menos problemas al iniciar la producción, debido a que se corrigen los errores desde el diseño y no en la producción, Figura 10.
- QFD escucha la voz del cliente y la traduce a conceptos técnicos necesarios para que el resultado sea un producto o servicio que cubra los requerimientos solicitados por el cliente, de esta manera asegura la completa satisfacción del cliente y el éxito del producto o servicio en el mercado, Figura 11.
- Se puede estudiar a la competencia, lo que ayuda a enfocarse en las ventajas y desventajas que se tienen en relación a esta con la finalidad de fortalecer los productos o servicios de la empresa.
- Favorece el trabajo en equipo, así como la comunicación de todos los departamentos que conforman la empresa.
- Ayuda a reducir el tiempo de diseño y desarrollo de un producto. El tiempo de ciclo para introducir productos se reduce entre tres terceras partes o a la mitad (Gonzalez, E.M.E., 2001).
- Contribuye a reducir los costos desde el inicio y durante todo el proceso de desarrollo del producto, como consecuencia evita problemas a los clientes y una reducción en el costo de garantía, Figura 12.
- Contribuye a incrementar la participación (productividad) y fortalecimiento de la empresa dentro del mercado.
- La información obtenida de las matrices de QFD contribuye a tener una base de información detallada acerca de los factores estratégicos más importantes para la empresa en todo lo que se refiere al proceso de desarrollo de un producto o servicio, de esta manera se asegura la información técnica y no existe el riesgo de sufrir pérdidas de conocimiento debido a jubilaciones o cambios de personal, de esta manera se elimina la incertidumbre de cometer errores cuando se tiene un nuevo empleado.
- Toda la información obtenida de la implementación de la técnica QFD en el desarrollo de un producto o servicio puede volver a ser útil cuando se trate de mejorar este o puede ser punto de partida para futuros diseños de productos nuevos con características similares.
- Favorece el incremento de la competitividad.

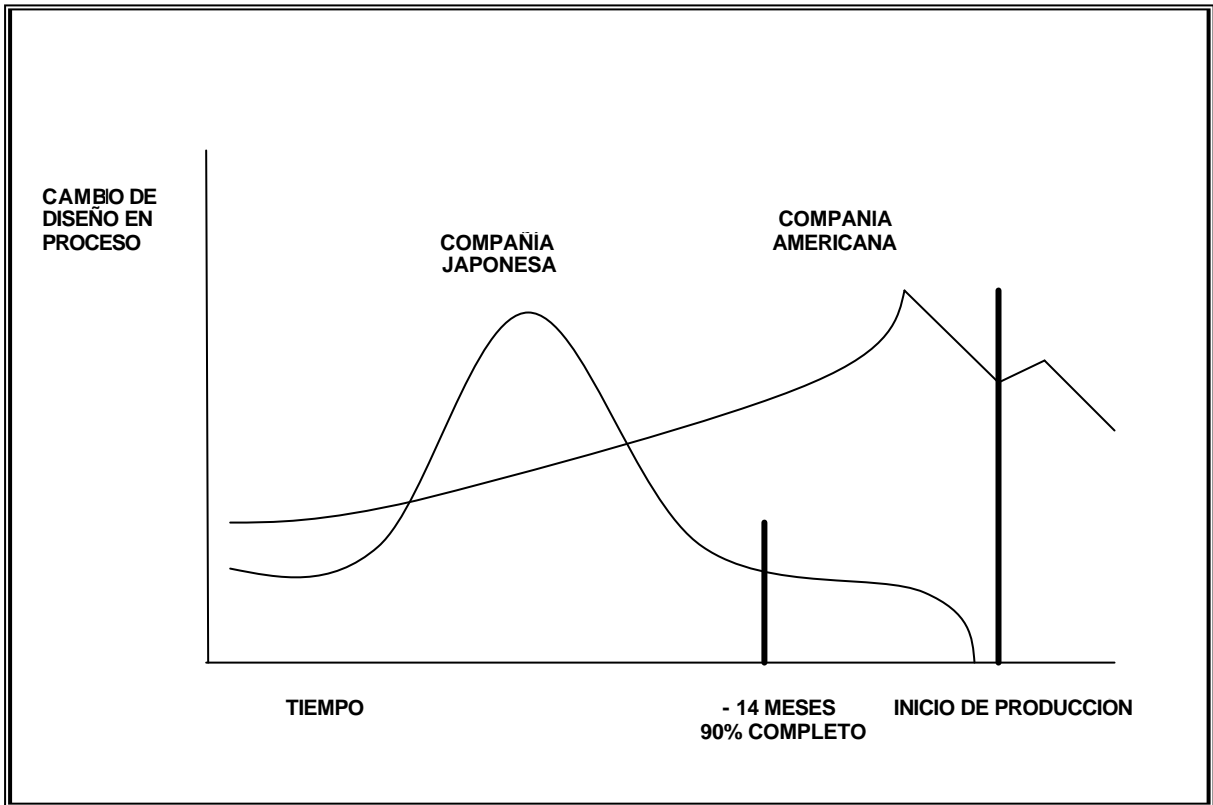


Figura 9. Comparación de cambios (American Supplier Institute de México, 1993).

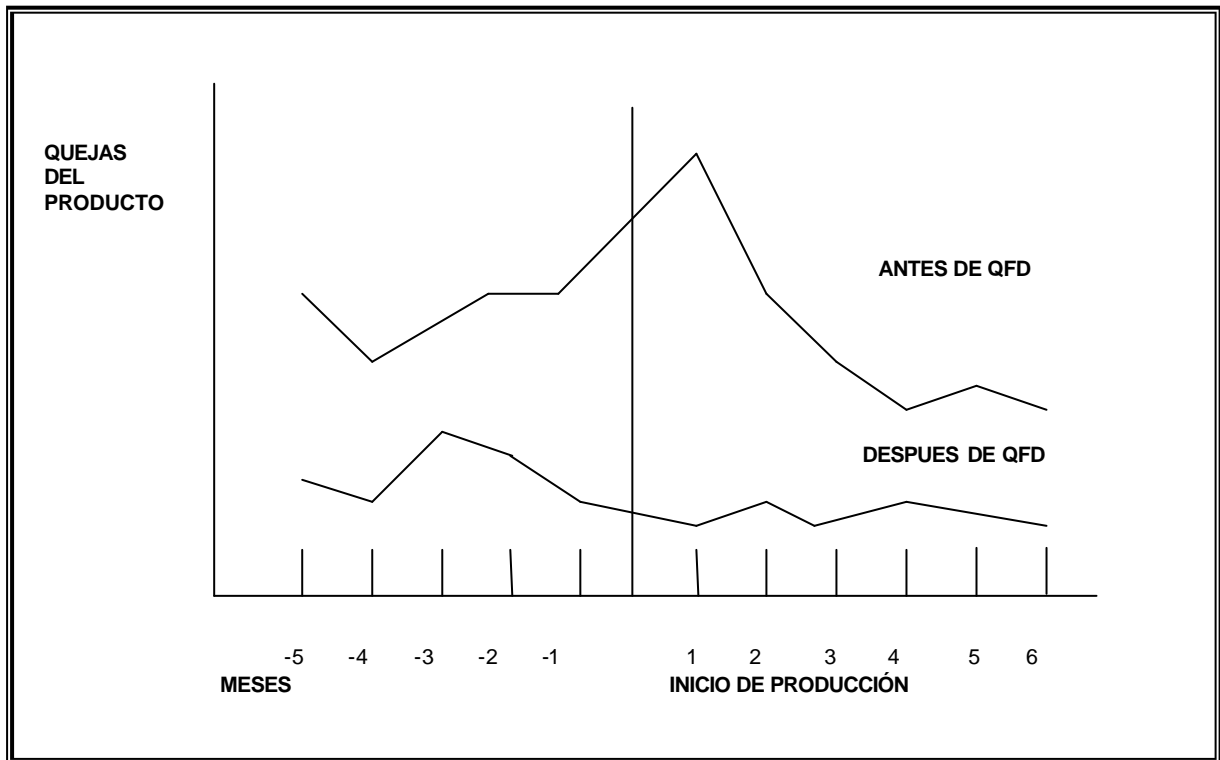


Figura 10. Problemas al inicio de producción (American Supplier Institute de México, 1993).

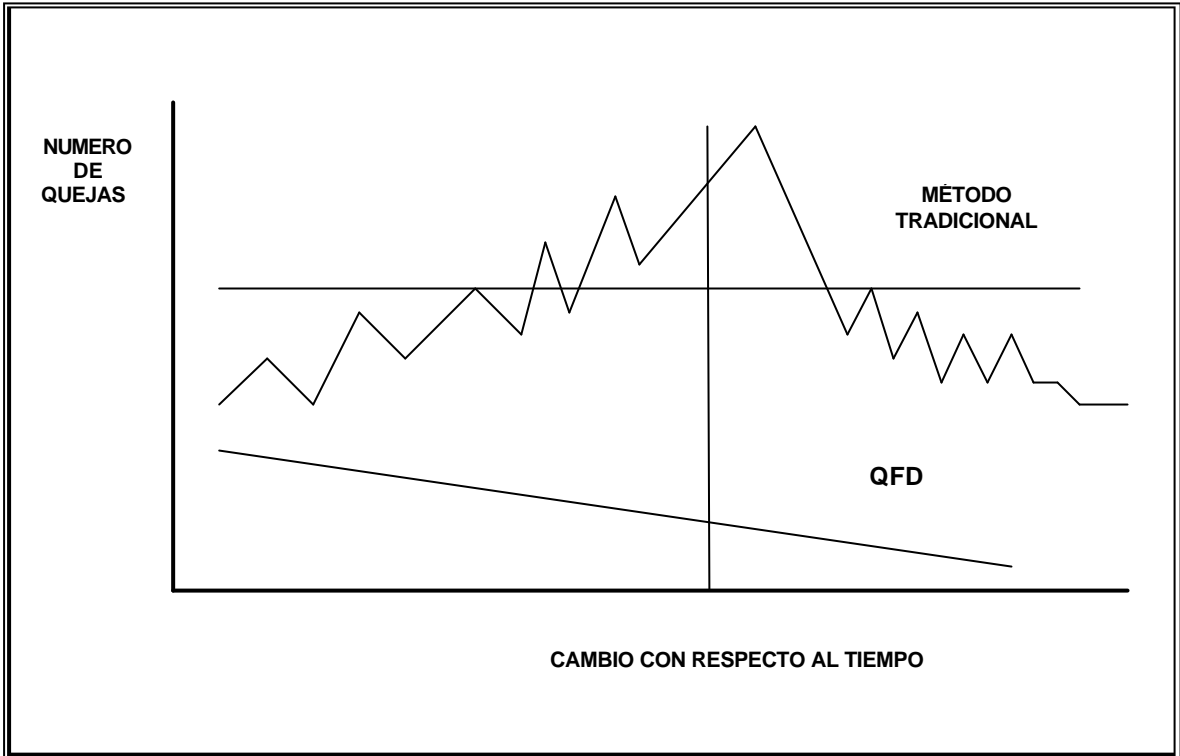


Figura 11. Clientes más satisfechos (Rosenthal, S.R., 1992).

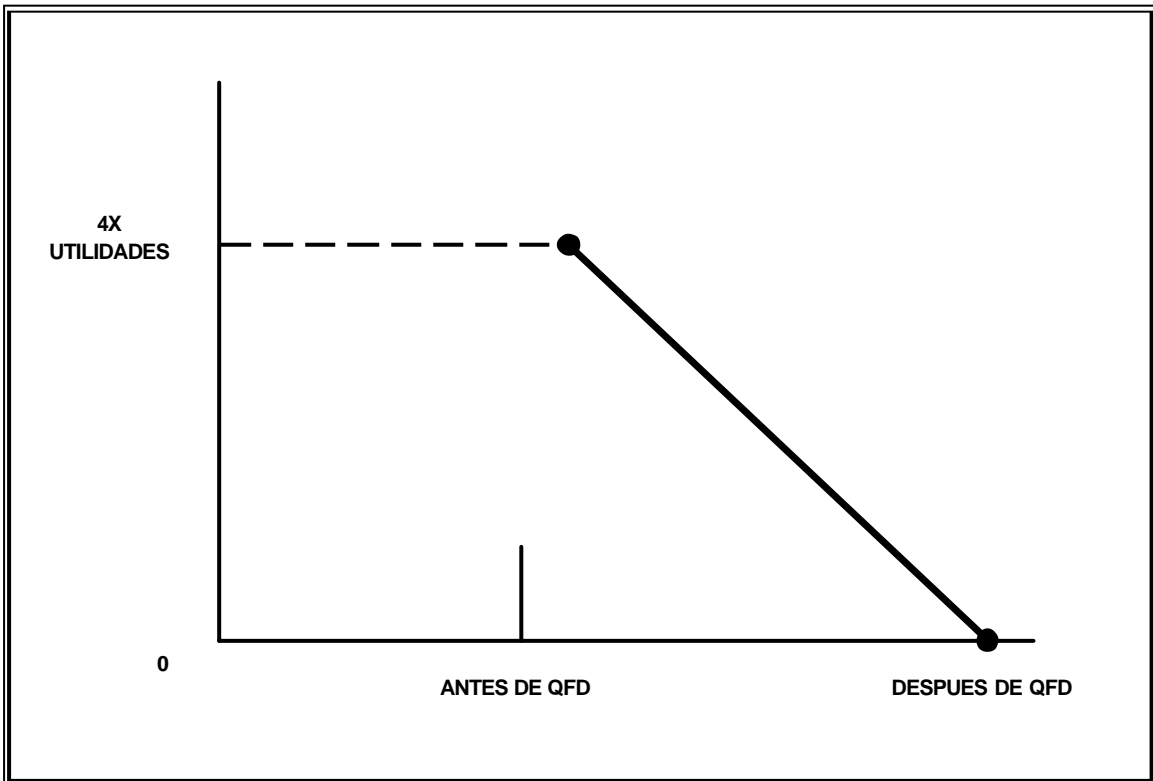


Figura 12. Reducción de costos de garantía (American Supplier Institute de México, 1993).

4.5 APLICACIONES

En los últimos años ha aumentado la gama de aplicaciones de QFD, así como la depuración de su metodología. A continuación se enumeran las distintas aplicaciones que tiene actualmente QFD:

1. Planificación de nuevos productos o servicios.
2. Evaluación de la competencia.
3. Desarrollo de planes de negocios.
4. Reducción de tiempo de desarrollo de un producto.
5. Planificación estratégica en las operaciones de manufactura.
6. Planificación de programas y en la pequeña y mediana empresa (PYME).
7. Aplicación a la organización.
8. En la educación.
9. En el sector público.
10. En el área ambiental.
11. Industria de la construcción, etc.

CÁPITULO 5

METODOLOGIA DE QFD

La metodología QFD consiste en una estructura que maneja cuatro matrices en las cuales se lleva a cabo:

- La traducción de los requerimientos del cliente a diseños o requerimientos técnicos.
- La traducción de los diseños o requerimientos técnicos a características en el producto o en componentes del mismo.
- La traducción del producto o sus componentes a operaciones de proceso.
- La traducción de las operaciones de proceso a operaciones y controles específicos.

Esto se logra tomando los “COMO” de la primera matriz y convertirlos en los “QUE” de una nueva tabla y así sucesivamente hasta completar todas las matrices, como ya se comentó en el capítulo anterior.

Primero explicaremos las partes que componen a la primera matriz o casa de la calidad con la finalidad de entender mejor el desarrollo de las subsecuentes matrices.

5.1 CASA DE LA CALIDAD

La primera matriz llamada casa de la calidad (House of Quality) por su forma general de una casa con un techo a dos aguas, es la primera de cuatro matrices que integran la familia QFD. De esta primera matriz se derivan las demás, que van llevando a niveles cada vez más específicos de trabajo, de modo que la voz del cliente se hace escuchar en todas las áreas de la empresa.

La matriz de la calidad es el núcleo de QFD, es un gráfico que indica los requerimientos del cliente, establece las características técnicas necesarias para satisfacer a este último, brinda la oportunidad de comparar el producto de la empresa con el de la competencia. Otro punto importante es que influye sobre la organización de la empresa en su conjunto al hacer que los integrantes de las distintas áreas se formen una idea más exacta de las complejas relaciones que hacen al diseño de productos satisfactorios. De esta manera, se comprende mejor la importancia de los datos, se asignan prioridades y objetivos, así mismo se incrementa la comunicación.

5.1.1 PARTES QUE INTEGRAN LA CASA DE LA CALIDAD


Cada una de las partes que integran la casa de la calidad se mencionan a continuación.

- Los requerimientos del cliente o los “QUE” que se indican en el espacio vertical, están jerarquizados por niveles en tres columnas.
- La prioridad asignada a cada requerimiento del cliente se escribe en una columna situada a la derecha de estos. Esta prioridad se obtiene por consenso entre un grupo de consumidores.
- Las características técnicas o los “COMO” se muestran en la porción mayor del espacio horizontal. Generalmente son características que se pueden medir y evaluar en el producto o servicio terminado. Cuando las características técnicas tienen una estructura compleja pueden jerarquizarse en distintos niveles.
- Los valores objetivo o “CUANTO” es una medida de los “COMO” y dependiendo de que tan fácil es medirlas se puede saber si se ha detallado lo suficiente la definición de los “COMO”, esto se indica en una fila debajo de los requerimientos del cliente.
- La dificultad organizacional, se encarga de determinar el grado de dificultad técnica u organizacional que implica realizar o cumplir con cada valor objetivo, maneja una escala de 1 a 5, la máxima calificación indica una mayor dificultad para realizar los “COMO” y la mínima calificación una menor dificultad.
- La matriz de relación entre las características técnicas y los requerimientos del cliente esta representada por la figura rectangular en la figura. Las relaciones se representan mediante símbolos en las intercepciones de los “QUE” y los “COMO” que están relacionados, su finalidad es aclarar el grado de interacción entre ambos tipos de variables y brinda la oportunidad de revisar si existen columnas o filas en blanco que indiquen una inadecuada traducción de los “QUE” a los “COMO”. Los símbolos comúnmente utilizados son:






- El triángulo de la parte superior de la figura indica la matriz de correlación entre las características técnicas. El objetivo de esta matriz es identificar cuales “COMO” se apoyan entre si y cuales entran en conflicto de esta manera podemos detectar áreas en donde se pueden requerir decisiones de cambio e investigación y desarrollo. Al igual que la matriz de relaciones esta matriz maneja diferentes símbolos: Correlaciones positivas indican que

un "COMO" apoya a otro "COMO" y las correlaciones negativas indican que un "COMO" afecta adversamente a otro "COMO".

POSITIVA	
FUERTEMENTE POSITIVA	
NEGATIVA	
FUERTEMENTE NEGATIVA	

- La evaluación técnica o evaluación competitiva de los "COMO" debe llevar a cabo por ingenieros involucrados con el proyecto y el producto. Se realiza la evaluación del producto o servicio propios y de la competencia.
- La prioridad o grado de importancia asignada a cada requerimiento del cliente se escribe en una columna situada a la derecha de estos y se basa en la evaluación del consumidor, se usa una escala que va del 1 al 5 o del 1 al 10, considerando los números más altos como una mayor prioridad para el consumidor. Esta prioridad se debe obtener por consenso entre un grupo de consumidores.
- La evaluación de cada requerimiento del cliente o de los "QUE" es llamada comúnmente Evaluación Competitiva del Consumidor, se basa en la evaluación realizada por parte de los consumidores al producto de la empresa y de la competencia.
- El grado de importancia de las características técnicas constituye la última fila de la matriz de la calidad y se calcula como sigue: El peso del símbolo se multiplica por el valor de importancia de los "QUE", produciendo un valor para cada relación y al sumarse todos estos valores se define el valor de importancia de los "COMO". Para calcular este valor se asignan pesos a los símbolos de las relaciones:

DEBIL= 1	
MEDIANA= 3	
FUERTE= 9	

La figura 13 muestra como esta estructurada la casa de la calidad.

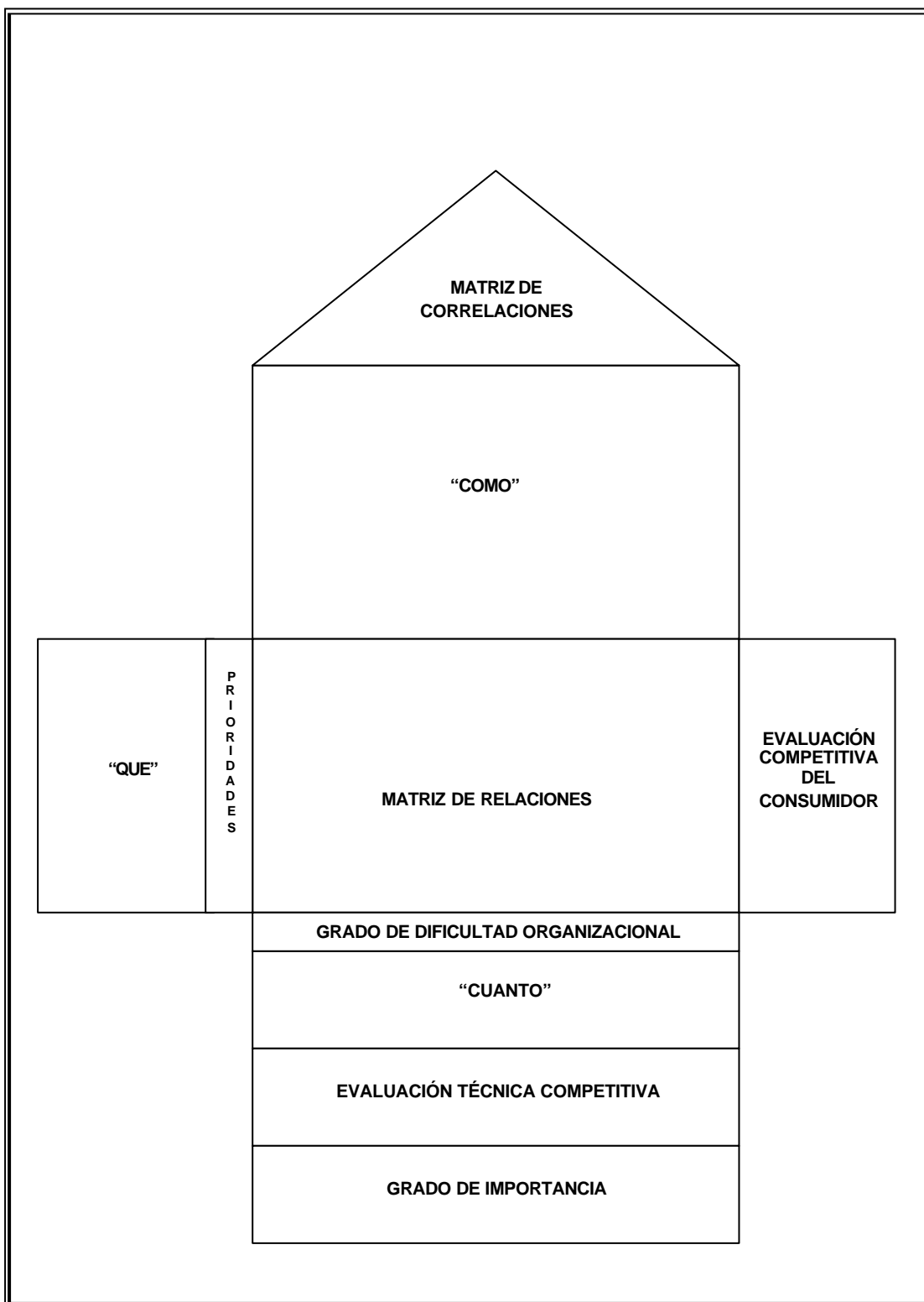


Figura 13. Casa de la calidad.

5.2 PROCESO QFD

QFD consta de cuatro etapas:

- Etapa I.- Planificación del producto o servicio.
- Etapa II.- Despliegue de partes (ingredientes, materiales, procedimientos y servicios).
- Etapa III.- Planificación del proceso.
- Etapa IV.- Planificación de la producción.

La figura 14 muestra las cuatro etapas que conforman a QFD.

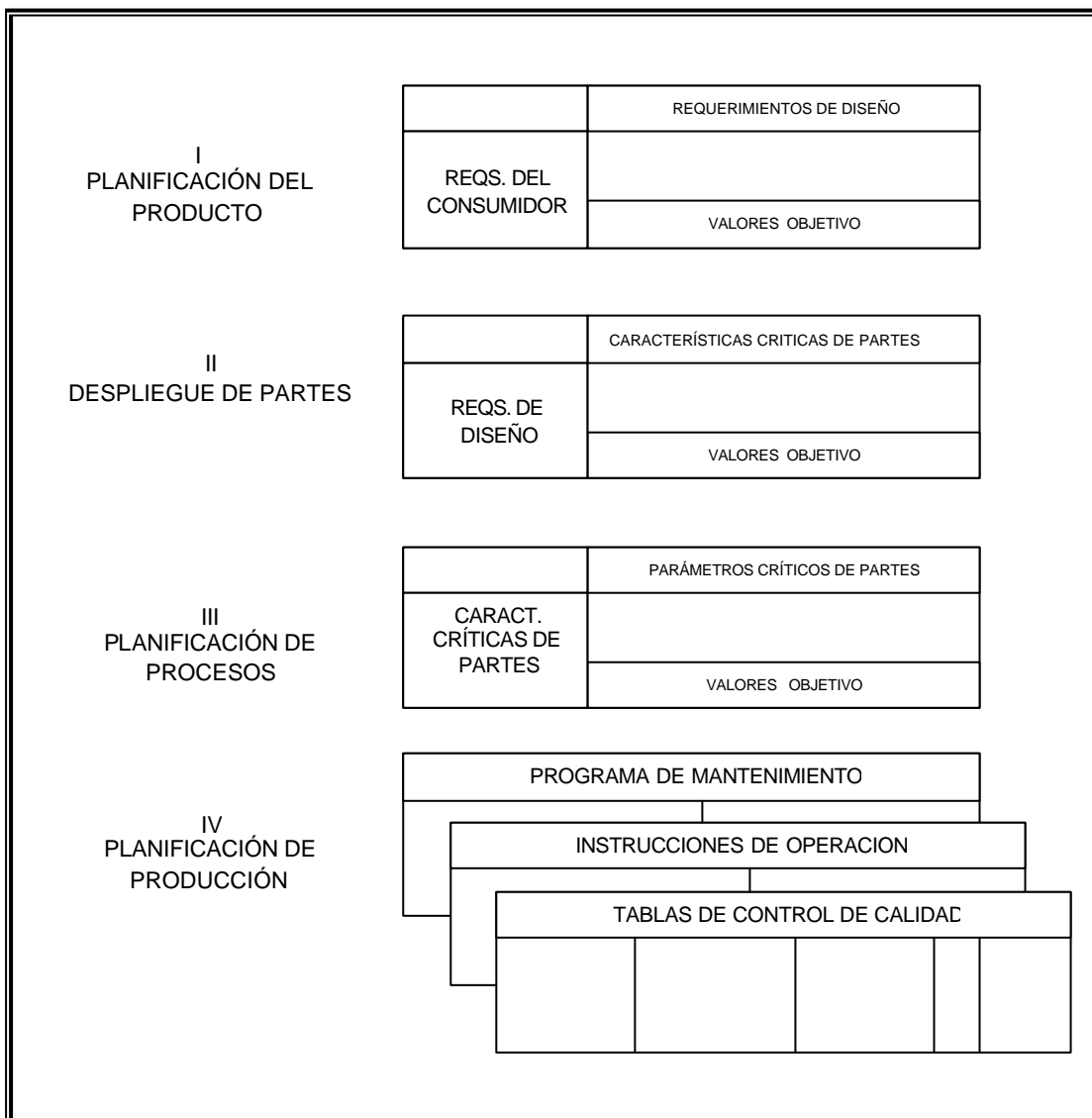


Figura 14. Etapas de QFD (American Supplier Institute de México, 1993).

5.2.1 ETAPA I. PLANIFICACIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO

Los objetivos de la etapa de planificación del producto o servicio en QFD son:

- Identificar requerimientos o demandas de calidad expresadas por el consumidor.
- Determinar oportunidades competitivas.
- Determinar requerimientos de diseño del producto o servicio.
- Determinar requerimientos para un estudio a fondo.

5.2.1.1 METODOLOGÍA

1. Definir el proyecto y organizar el equipo de trabajo.
2. Determinar los requerimientos del consumidor.
3. Organizar, consolidar y traducir los deseos del consumidor.
4. Establecer los requerimientos técnicos y regulatorios.
5. Determinar los grados de importancia.
6. Realizar encuestas competitivas.
7. Priorizar y enfocar.
8. Establecer los requerimientos de diseño.
9. Organizar y consolidar los requerimientos de diseño.
10. Realizar estudios de comparación técnica competitiva.
11. Completar la matriz de relaciones entre necesidades del consumidor y requerimientos de diseño.
12. Establecer objetivos preliminares para los requerimientos de diseño.
13. Completar la matriz de correlaciones.
14. Determinar el grado de dificultad organizacional.
15. Clasificar por importancia técnica los requerimientos de diseño.

La manera en como se enumeraron los pasos de esta etapa es solamente una sugerencia, no siempre llevarán el mismo orden. A continuación se habla más a fondo de cada uno de los pasos para construir la matriz de planificación del producto.

1.- Definir el proyecto y organizar el equipo de trabajo

Es importante antes de poner en marcha un proyecto definir sus elementos básicos: a que mercado esta dirigido, el alcance, los objetivos, las fechas límites, el presupuesto y el compromiso, con la finalidad de evitar malos entendidos, pérdida de tiempo a la hora de comenzar o lo que es peor un deterioro del proyecto.

Con relación al equipo de trabajo se debe formar antes de iniciar el proyecto con la finalidad de comenzar a relacionarse, prepararse (tomar cursos sobre QFD y trabajo en equipo), asignar al mediador y definir las reglas a seguir.

2.- Determinar los requerimientos del consumidor, los “QUE”

En esta parte del proceso se determinan los requerimientos o demandas de calidad del consumidor, es decir los “QUE” que espera el consumidor de un producto o servicio, a esto se le llama escuchar la voz del consumidor. *“La voz del consumidor es la piedra angular del proceso de QFD”* (American Supplier Institute de México, 1993). En general se trabaja con listas de 30 a 50 requerimientos, aunque existen aplicaciones de 100 o más.

Cuando una empresa logra realmente escuchar la voz del cliente se puede dar una idea de que desea y espera el cliente de sus productos o servicios, así como de la posición competitiva que ocupa dentro del mercado, al obtener información también de los productos o servicios de la competencia, otra ventaja de conocer a la competencia es poder determinar si alguna característica que se considera una ventaja ante los ojos de los consumidores no lo es o al revés se puede estar excluyendo alguna característica que para la competencia representa una ventaja competitiva.

Escuchar la voz del consumidor debe ser un proceso continuo debido al constante cambio de forma de pensar y percibir un producto o servicio por parte de los clientes, consecuencia de los cambios que sufren los productos de la competencia así como las modificaciones en la economía.

Existen dos factores claves que influyen en los consumidores para la formación de una opinión en relación a un producto o servicio: lo técnico y lo emocional, normalmente este último es el más difícil de identificar, así como de medir e implementar, pero es muy importante porque muchas veces es el factor decisivo a la hora de determinar que comprar. También se debe considerar que consumidor nuevo ve de distinta forma un producto o servicio de alguien que lo ha adquirido por un período de meses o años.

La empresa debe considerar que los consumidores se dividen en:

1. Los consumidores que consideraron el producto o servicio pero compraron el de la competencia.
2. Los consumidores que si compraron el producto o servicio de la empresa (clientes).

Existen varios grupos de clientes:

1. Clientes que decidieron cambiar y comprar el producto de la competencia.
2. Clientes satisfechos.
3. Clientes insatisfechos.

Aunque definitivamente algunos clientes aportan más que otros, al final la información obtenida de cada uno es muy valiosa, por ejemplo es importante conocer porque los clientes que antes compraban ya no lo hacen debido a que

puede haber un sin fin de razones como las cuestiones técnicas, el precio, el servicio, la calidad, etc.

Existen distintas maneras de poder determinar la voz del consumidor como son:

- Encuestas.
- Entrevistas individuales.
- Grupos de enfoque.
- Análisis de quejas del consumidor, entre otros.

3.- Organizar, consolidar y traducir los deseos del consumidor

Toda la información obtenida de los consumidores debe ser organizada y el diagrama de afinidad es una excelente técnica para este fin, debido a que contribuye a proporcionar un esqueleto para organizar la información, permite al equipo de trabajo entender de manera unánime las necesidades del consumidor y ayuda a resaltar las relaciones que existen entre cada necesidad pero que a simple vista no son aparentes.

DIAGRAMA DE AFINIDAD

Esta técnica se implementa en equipo y de manera general consiste en:

1. Usar tarjetas individuales para anotar los requerimientos de los consumidores.
2. Distribuir en una mesa grande las tarjetas.
3. Agrupar las tarjetas que tengan relación entre si, muchas veces llega a haber tarjetas que no tienen anotada una idea similar a otras y pueden agruparse en alguna categoría llamada "diversos".
4. Asignar un nombre o título a cada grupo de tarjetas de acuerdo a la característica que las identifica.
5. Examinar y agrupar hasta donde sea posible las tarjetas de título de cada grupo en forma similar.

4.- Establecer los requerimientos técnicos y regulatorios

Este punto ayuda a identificar los requerimientos de la compañía para poder cumplir con estándares de calidad determinados en normas o reglamentos, como son: manejo de ingredientes, calidad de servicio, participación de empleados, etc.

5 y 6.- Determinar los grados de importancia y realizar encuestas competitivas

En esta parte normalmente el punto 5 y 6 se trabajan simultáneamente debido a que utilizan las mismas técnicas de sondeo aunque cada punto tiene objetivos diferentes. El equipo debe utilizar técnicas de investigación de mercados y consultar al departamento de mercadotecnia.

Es importante conocer el grado de importancia que los consumidores otorgan a cada uno de sus requerimientos. Para indicar estas prioridades como ya se comento anteriormente se utiliza una escala de 1 a 5 o de 1 a 10, conforme sea mayor el número, mayor es la prioridad. La prioridad es uno de los factores que contribuyen como se podrá ver más adelante al cálculo de la ponderación total de cada requerimiento técnico.

7.- Priorizar y enfocar

En este punto ya se tiene una idea clara de los requerimientos del consumidor y de cual o cuales son de suma importancia, de esta manera se puede determinar si es necesario iniciar un estudio relacionado con el tema o temas en cuestión antes de continuar con el QFD.

8.- Establecer los requerimientos de diseño


La finalidad de este punto es determinar los requerimientos técnicos o elementos de calidad, los “COMO” que necesita tener determinado producto o servicio para poder cumplir con los requerimientos o demandas de calidad del consumidor, deben ser características que se puedan medir, a diferencia de los “QUE” que como ya se comento normalmente son intangibles. Y en base a ello, se identifican con el tipo de característica a la que pertenecen.

Los “COMO” son la traducción de los “QUE” y están escritos ya en términos significativos para la empresa. *“La traducción de necesidades de consumidores a requerimientos de objetivos significativos para un diseñador, es un paso muy importante en el proceso QFD, que merece considerable estudio y desarrollo”* (American Supplier Institute de México, 1993).

Los “COMO” se obtienen al utilizar técnicas como la lluvia de ideas, el diagrama de Ishikawa o causa y efecto.

9.- Organizar y consolidar los requerimientos de diseño

Después de establecer los requerimientos de diseño se transfieren a la matriz de planificación del producto o servicio en desarrollo, al igual que los “QUE” a los “COMO” se les agrupa y organiza mediante el Diagrama de Afinidad (ver punto número 1). Para complementar los requerimientos de diseño existen tres tipos de valores de orientación y son los siguientes:

TIPO DE CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN	NÚMERO	SIMBOLO
Nominal es mejor	Acercarse al objetivo	3	
Menor es mejor	Reducir esa especificación es lo más conveniente	2	▼
Mayor es mejor	Mientras más se incrementa es mucho mejor	1	▲

La identificación de la dirección de cada requerimiento de diseño contribuye a tener una mejor comunicación y comprensión de los “COMO”, también es útil en el establecimiento de los “CUANTO” y en el trabajo de la matriz de correlaciones.

10.- Realizar estudios de comparación técnica competitiva

Esta evaluación debe ser realizada por ingenieros y no por consumidores con la finalidad de evaluar técnicamente el producto o servicio de la empresa y también el de sus competidores más fuertes con la finalidad de obtener una comparación del producto con respecto a sus competidores.

11.- Completar la matriz de relaciones entre necesidades del consumidor y requerimientos de diseño

Este paso es muy importante, ayuda visualizar el grado de relación que tienen los “QUE” con los “COMO”, es decir la forma en que cada uno de los “COMO” satisface a uno o varios de los “QUE”. Se debe verificar que para cada “COMO” exista siempre por lo menos un “QUE”, porque de lo contrario no existe razón para incluirlo en la matriz. Análogamente, cada “QUE” debe estar correlacionado con uno o varios de los “COMO”, también se debe evitar la redundancia, cuando estas no agregan nueva información. En forma específica, se buscan relaciones directas en donde un requerimiento de diseño o “COMO” satisface a un “QUE” de una manera FUERTE **O**, MEDIANA **O** ó DÉBIL **△** .

12.- Establecer objetivos preliminares para los requerimientos de diseño

Cada característica técnica debe ser medida con las unidades adecuadas y comparada con un valor objetivo al cual tiendan los esfuerzos de la empresa. Estos valores son medidas ideales que se deben ofrecer en un nuevo producto o en un producto mejorado, las unidades se deben indicar en la matriz.

13.- Completar la matriz de correlaciones

La matriz de correlación es la estructura triangular parecida a un techo, en la parte superior de la matriz de planificación del producto. Su propósito es ayudar al equipo a establecer cuales de los requerimientos de diseño o “COMO” están relacionados y a determinar el grado de dicha relación. La matriz maneja diferentes símbolos: **O** – Positiva, **○** – Fuertemente positiva, **X** – Negativa y **✕** – Fuertemente negativa. Correlaciones positivas indican que un “COMO” apoya a otro “COMO” y las correlaciones negativas indican que un “COMO” afecta adversamente a otro “COMO”.

14.- Determinar el grado de dificultad organizacional

En esta parte del proceso se determina el grado de dificultad para poder llevar a cabo un requerimiento de diseño debido principalmente a dificultades técnicas o en la organización de la empresa. La dificultad se mide usando una escala del 1-5.

15.- Clasificar por importancia técnica los requerimientos de diseño

El último paso en el proceso, previo al análisis es completar la clasificación por importancia o asignación de “pesos”. Estos son una combinación del grado de importancia para el consumidor y la fuerza de las relaciones entre los requerimientos de diseño y las necesidades del consumidor. El grado de importancia de las características técnicas constituye la última fila de la matriz de la calidad y se calcula como sigue: El peso del símbolo se multiplica por el valor de importancia de los “QUE”, produciendo un valor para cada relación y al sumarse todos estos valores se define el valor de importancia de los “COMO”. Para calcular este valor se asignan pesos a los símbolos de las relaciones: 1-Débil, 3-Mediana y 9-Fuerte.

5.2.2 ETAPA II. DESPLIEGUE DE PARTES (ingredientes, materiales, procedimientos y servicios)

Los objetivos del despliegue de partes son:

- Seleccionar el mejor concepto de diseño.
- Determinar partes críticas.
- Determinar características de las partes críticas.
- Determinar valores objetivos de partes críticas.
- Determinar partidas para mayor desarrollo.

La figura 15 representa como esta conformada la segunda matriz de QFD en donde se lleva a cabo el despliegue de partes.

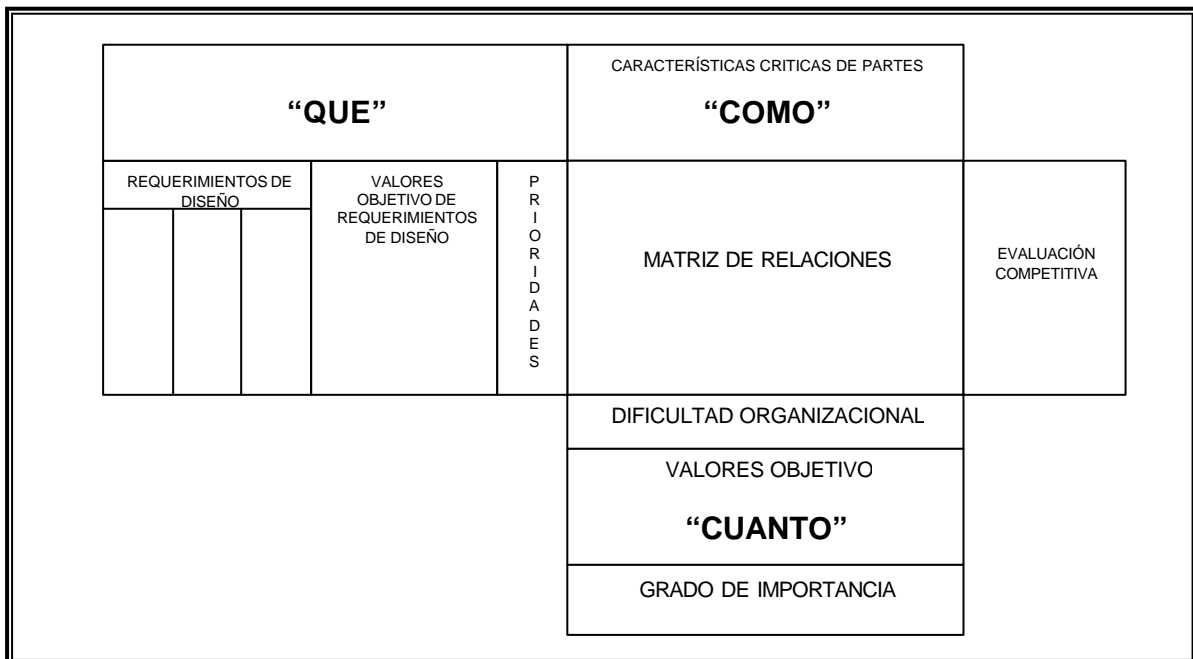


Figura 15. Matriz de despliegue de partes.

5.2.2.1 METODOLOGÍA

1. Proporcionar requerimientos de diseño.
2. Proporcionar requerimientos funcionales.
3. Comparación competitiva de diseño.
4. Generación y selección de conceptos.
5. Desarrollar lista de materiales.
6. Determinar características de partes críticas.
7. Completar la matriz de relaciones.
8. Analizar y diagnosticar la tabla.
9. Árbol de fallas para elementos con alto riesgo.
10. Optimización en el diseño de parámetros.
11. Proporcionar valores objetivo.
12. Determinar elementos para mayor estudio.

A continuación se hablara más acerca de estos puntos.

1.- Proporcionar requerimientos de diseño

En esta parte se toman los “COMO” de la matriz de planificación de producción y se convierten en los “QUE” de esta nueva matriz, es importante realizar un proceso de refinamiento de los “COMO” con la finalidad de tener un mayor nivel de detalle.

2.- Proporcionar requerimientos funcionales

Normalmente los consumidores no pueden proporcionar toda la información necesaria para poder desarrollar un producto, dan información muy general y poco específica, por lo tanto el equipo QFD debe utilizar su propio juicio y desarrollar los requerimientos funcionales para el sistema, es conveniente obtener las funciones globales para poder después generar otras más específicas.

“Una función se define normalmente como aquello que hará que un producto trabaje o se venda” (American Supplier Institute de México, 1993).

Las funciones más específicas se pueden relacionar con las globales por medio de un árbol de funciones, es importante desarrollar el árbol en equipo con el fin de evitar omisiones debido a que los requerimientos funcionales y los valores objetivos se desglosan de su desarrollo.

3.- Comparación competitiva de diseño

La finalidad de realizar un análisis competitivo de productos o servicios es poder elegir la mejor opción de diseño. Esta labor la debe realizar el equipo de ingenieros de la empresa para que puedan desglosar los productos o servicios de la competencia y generar una lista de partes y a partir de esta determinar sus funciones y costos.

Es importante señalar que se debe comparar el producto o servicio con los mejores de la competencia y de esta manera superarlos.

4.- Generación y selección de conceptos

Después de analizar los productos o servicios de la competencia se deben producir conceptos y de estos seleccionar los mejores, el método para la selección del concepto de Pugh sirve para este fin y aunque no es parte de QFD es una técnica muy funcional.

Concepto de Pugh:

- Enlistar verticalmente los criterios a utilizar para la comparación de productos o servicios.
- Anotar todas las alternativas y escoger una como referencia.
- Comparar cada alternativa con la referencia usando criterios de selección, como los siguientes:

Claramente mejor	+
Casi igual	s
Claramente peor	-

- Sumar todos los signos “+” o“-“ por separado.
- Determinar las alternativas con mayor cantidad de signos “+” y menor cantidad de signos “-“.
- Tratar de eliminar los signos “-“ de las alternativas que tienen los criterios mejor que las anteriores.

“Mediante el proceso de Selección de Concepto de Pugh generalmente somos capaces de sintetizar una mejor alternativa que cualquiera de las usadas en la comparación” (American Supplier Institute de México, 1993).

5.- Desarrollar lista de materiales

Una vez que ya se determino el diseño principal es fundamental llevar a cabo la lista de materiales con la finalidad de generar las características de las partes críticas.

6.- Determinar características de partes críticas

En esta parte se deben determinar las características esenciales o los “COMO” de esta nueva matriz para obtener el objetivo de las partes del sistema, este punto es fundamental en esta matriz debido a que es el principal objetivo en esta parte del proceso de QFD.

En esta parte también se deben determinar los valores objetivos que deben ser examinados y refinados junto con las características críticas de las partes.

7.- Completar la matriz de relaciones

Al obtener las partes críticas y características de las partes o los "COMO" de la matriz de despliegue de partes, se llena la matriz de relaciones que ayuda a visualizar el grado de relación que tienen los "QUE" con los "COMO", es decir la forma en que cada uno de los "COMO" satisface a uno o varios de los "QUE". Se debe verificar que para cada "COMO" exista siempre por lo menos un "QUE", porque de lo contrario no existe razón para incluirlo en la matriz de despliegue de partes.

En forma específica, se buscan relaciones directas en donde un "COMO" satisface a un "QUE" de una manera FUERTE ○, MEDIANA ○ o DÉBIL △ .

Los valores de importancia con relación a los "QUE" se calculan como en la Planificación del Producto.

8.- Analizar y diagnosticar la tabla

Antes de terminar la matriz debe ser analizada para detectar si existen:

- Renglones en blanco.
- Columnas en blanco.
- Características críticas de las partes que son medibles.
- Valores de importancia razonables.

9.- Árbol de fallas para elementos con alto riesgo

El objetivo de esta parte del proceso es determinar los tipos de fallas que podrían ocurrir y usar ese conocimiento como base de una acción preventiva, para este fin se pueden utilizar técnicas como Design Failure Mode Análisis (DFMA), Fault Tree Analysis (FTA) y Reverse Fault Tree Analysis.

El árbol de fallas permite identificar los factores que influyen en un resultado o en una falla.

10.- Optimización en el diseño de parámetros

La optimización en el diseño de parámetros es una técnica desarrollada por el Dr. Genishi Tagushi como parte de los Métodos Tagushi, al utilizar esta técnica se evita tener diseños sensibles a los amplios rangos de variables. La finalidad es identificar los factores que influyen en el resultado y de esta manera eliminarlos y obtener productos o servicios que no tengan variabilidad.

11.- Proporcionar valores objetivo

Los valores objetivo se establecen a partir de los requerimientos de diseño, ambos formarán la base de donde se seleccionarán los “QUE” más importantes que se van a llevar a la siguiente Matriz o Planificación de Procesos.

Para determinar los valores objetivo se tomará en cuenta la experiencia del grupo de trabajo y material de reportajes competitivos, una herramienta a utilizar es el árbol de fallas.

12.- Determinar elementos para mayor estudio

El paso final del Despliegue de partes es determinar los elementos que ameritan mayor atención y estudio con QFD.

Una forma de poderlos determinar es determinar aquellos más sensibles a variaciones de manufactura y procesamiento o por los valores de importancia.

5.2.3 ETAPA III. PLANIFICACIÓN DEL PROCESO

Los objetivos de la etapa de planificación de procesos de QFD son:

- Determinar la mejor combinación proceso/diseño.
- Determinar los parámetros de proceso críticos.
- Establecer valores objetivo para los parámetros de proceso.
- Determinar elementos para mayor desarrollo.

La figura 16 ilustra como esta conformada la tercera matriz de QFD.

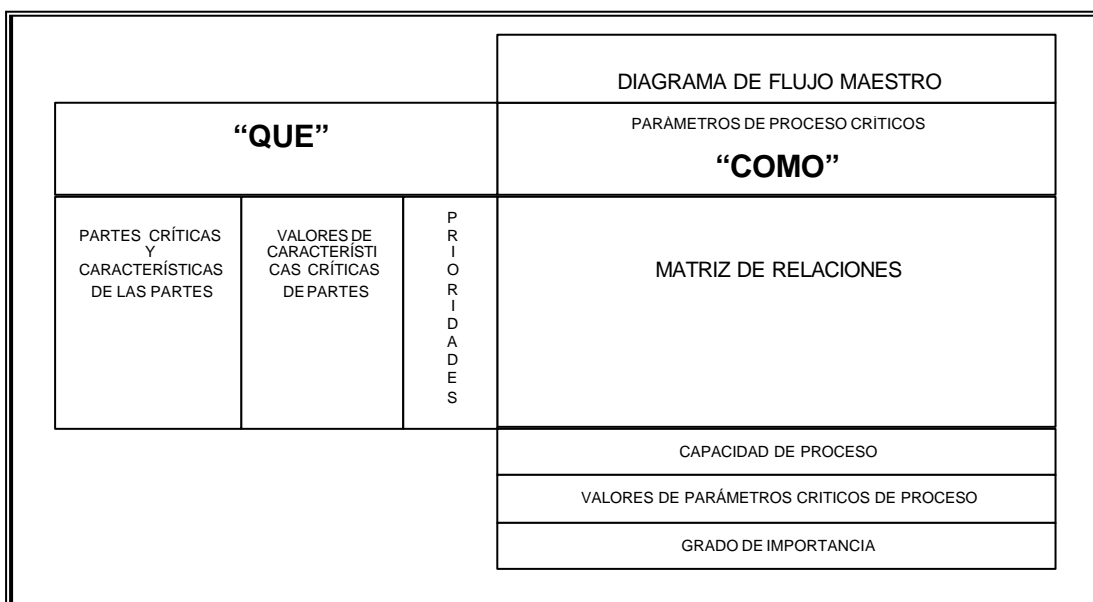


Figura 16. Matriz de planificación del proceso.

5.2.3.1 METODOLOGÍA

1. Proporcionar características críticas de las partes.
2. Determinar las restricciones del proceso.
3. Generar alternativas de proceso básicas.
4. Analizar alternativas.
5. Escoger el mejor diseño de proceso.
6. Construir el diagrama de flujo maestro.
7. Determinar parámetros de proceso críticos.
8. Completar matriz de relaciones.
9. Calcular valores de importancia.
10. Analizar y diagnosticar la tabla.
11. Optimizar el proceso.
12. Determinar los valores objetivo.
13. Determinar elementos para mayor desarrollo.

A continuación se habla con más detalle de cada uno de los puntos anteriores.

1.- Proporcionar características críticas de las partes

Las características críticas de las partes o los “COMO” de la matriz anterior elegidos en la última parte de la matriz de despliegue de partes se convierten en los “QUE” de esta nueva matriz, el reto ahora es diseñar el proceso para producir eficientemente estas características.

2.- Determinar las restricciones del proceso

Si existen restricciones de proceso conocidas pueden agregarse a la matriz con la finalidad de encontrar una solución a estas. Estas restricciones se pueden colocar debajo de las características de las partes en el espacio para los “QUE”.

3.- Generar alternativas de proceso básicas

Para generar alternativas de proceso básicas es necesario determinar si el producto o servicio a desarrollar es nuevo o ya existen productos o servicios similares, si el proceso aún no se determina existen pasos a realizar y cuando se implementa una nueva tecnología de procesos se puede aplicar QFD a su desarrollo, es importante recalcar que la introducción de nueva tecnología de procesos se recomienda a la mejora de productos y no a productos totalmente nuevos.

4.- Analizar alternativas

Antes de poder analizar las alternativas de proceso es necesario entender las características críticas a controlar durante el proceso. Para analizar las alternativas de proceso se deben detallar más y posteriormente tomar en cuenta parámetros como el costo y las capacidades de proceso para evaluarlas.

La Selección de Pugh descrita anteriormente puede ser utilizada en esta parte del proceso.

5.- Escoger el mejor diseño de proceso

Después de evaluar cada una de las alternativas de proceso en base a distintos parámetros se debe escoger el mejor diseño de proceso.

6.- Construir el diagrama de flujo maestro

Un Diagrama de Flujo Maestro se debe construir con la finalidad de organizar los elementos de proceso básicos establecidos, debe ilustrar la relación entre los materiales de entrada y los diversos elementos de proceso, de esta manera se pueden identificar los parámetros de proceso críticos.

7.- Determinar parámetros de proceso críticos

En este punto se deben determinar los parámetros críticos de cada operación, de esta manera se puede asegurar que la operación está correcta y que se producirán partes de acuerdo a las especificaciones.

Entonces, el diagrama de flujo maestro y los parámetros de proceso críticos se colocan en la parte superior de la tabla de planificación de procesos y son los "COMO" de la etapa III.

8.- Completar matriz de relaciones

Para poder determinar si existe alguna relación entre los "QUE" y los "COMO" se debe verificar que para cada "COMO" exista siempre por lo menos un "QUE", porque de lo contrario no existe razón para incluirlo, la finalidad es determinar si controlando un determinado parámetro se logra satisfacer las características de las partes o los "QUE".

En forma específica, se buscan relaciones directas en donde un "COMO" satisface a un "QUE" de una manera FUERTE \bigcirc , MEDIANA \bigcirc ó DÉBIL \triangle .

9.- Calcular valores de importancia

El último paso en el proceso, previo al análisis es completar la clasificación por importancia o asignación de "pesos". Estos son una combinación del grado de importancia para el consumidor y la fuerza de las relaciones entre las partes críticas y las características de las partes o los "QUE" y los parámetros de proceso críticos o los "COMO".

El grado de importancia de las características técnicas constituye la última fila y para calcular los valores de importancia absoluta y relativa se suman la importancia de la característica por el peso asignado a la relación, es decir, el

peso del símbolo se multiplica por el valor de importancia de los “QUE”, produciendo un valor para cada relación y al sumarse todos estos valores se define el valor de importancia de los “COMO”. Para calcular este valor se asignan pesos a los símbolos de las relaciones: 1 -Débil, 3-Mediana y 9-Fuerte.

10.- Analizar y diagnosticar la tabla

Analizar la tabla en base a la existencia de:

- Renglones en blanco.
- Columnas en blanco.
- Parámetros críticos de proceso controlables.
- Valores de importancia razonables.

11.- Optimizar el proceso

Si el proceso resulta poco capaz se recomienda optimizar y reducir la variación esto se logra con numerosas técnicas, pero el ASI recomienda utilizar los Métodos Tagushi por ser simples y efectivos.

Los factores de control serán los parámetros del proceso críticos y el resultado deben ser las características de las partes. Se deben llevar a cabo experimentos para determinar los valores de los parámetros que proporcionan la producción de las características más estables.

12.- Determinar los valores objetivo

Los datos finales de la matriz de planificación de procesos son los valores objetivos o valores de los parámetros de proceso, son establecidos mediante juicio, cálculos, prácticas y experimentación.

Los parámetros de proceso pueden referirse a procedimientos estándar o describir un método para detectar errores.

13.- Determinar elementos para mayor desarrollo

La culminación de esta matriz es determinar los parámetros de proceso que se llevarán a la etapa de planificación de la producción. Los parámetros de mayor importancia son los que requieren nuevos procedimientos o sistemas de control especiales y los que son difíciles de controlar.

Cuando los parámetros de proceso críticos se transfieran hacia la etapa IV, se implementarán controles de producción (entrenamiento de operadores, programas de mantenimiento, tablas para la planificación de la calidad) para aquellos parámetros prioritarios debido a su impacto final sobre la satisfacción del consumidor.

5.2.4 ETAPA IV. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La planificación de la producción es el último paso del proceso QFD y donde se desarrollan tablas que sirven como medio de comunicación entre las necesidades del cliente y la empresa.

Los objetivos de la planificación de la producción son:

- Asegurar que la voz del consumidor se refleje realmente en la planificación, comunicación y ejecución de requerimientos de producción.
- Contar con documentos de planificación que sirvan como soporte para las actividades diarias del personal de la empresa.
- Contar con personal bien educado y entrenado.

La figura 17 muestra como esta estructurada la matriz número cuatro.

"QUE"						EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN	REQUERIMIENTOS DE PLANIFICACIÓN "COMO"	INFORMACIÓN DE OPERACIÓN
DIAGRAMA DE FLUJO	ELEMENTOS DEL PROCESO	PARÁMETROS CRÍTICOS DEL PROCESO	VALORES DE PARÁMETROS CRÍTICOS DEL PROCESO	CAPACIDAD DE PROCESO	PRIORIDADES			

Figura 17. Matriz de planificación de la producción.

5.2.4.1 METODOLOGÍA

1. Proporcionar características críticas de proceso o los "QUE" o diagrama de flujo del proceso.
2. Evaluación de la operación.
3. Requerimientos de planificación.

A continuación se habla con más detalle de cada uno de los puntos anteriores.

1.- Proporcionar características críticas de proceso o los "QUE"

En esta cuarta y última matriz los "QUE" son los "COMO" de la matriz 3, es decir son las características críticas de proceso:

- Diagrama de flujo de proceso.
- Elementos de proceso.
- Pasos del proceso.
- Parámetros y valores críticos de proceso.
- La capacidad y los valores de importancia.

2.- Evaluación de la operación

En esta matriz de planificación de producción existen otras columnas que contienen información de las evaluaciones de la operación como son:

- Dificultad para controlar parámetros.
- Frecuencia de problemas anticipados.
- Severidad de los problemas, si se encuentran.
- Habilidad para detectar problemas si estos ocurren.

Para evaluar se dan valores en base a la experiencia, como son los siguientes:

- 1: No crítico.
- 2: Más o menos crítico.
- 3: Críticos.

Una columna final tiene el total de los valores para las cuatro columnas y la clasificación de importancia, multiplicadas para dar un nivel de prioridad a cada parámetro de proceso.

3.- Requerimientos de planificación

Se utilizan otras columnas para enlistar los requerimientos de planificación, con el fin de proporcionar un nivel apropiado de aseguramiento para los parámetros críticos del proceso. Para este fin se pueden indicar:

- El tipo de tablas de control de calidad.
- Instrucciones de operación.
- Programas de mantenimiento preventivo.
- Educación y entrenamiento.

Es importante reconocer los procesos que requieren de tablas de control de calidad en las cuales se detallen los datos específicos del plan de control, como usarlo y la frecuencia de uso.

Las instrucciones de operación son otro punto vital del proceso, se deben desarrollar documentos específicos que las contengan para que el personal las conozca.

La figura 18 muestra como esta estructurada la etapa de planificación de producción.

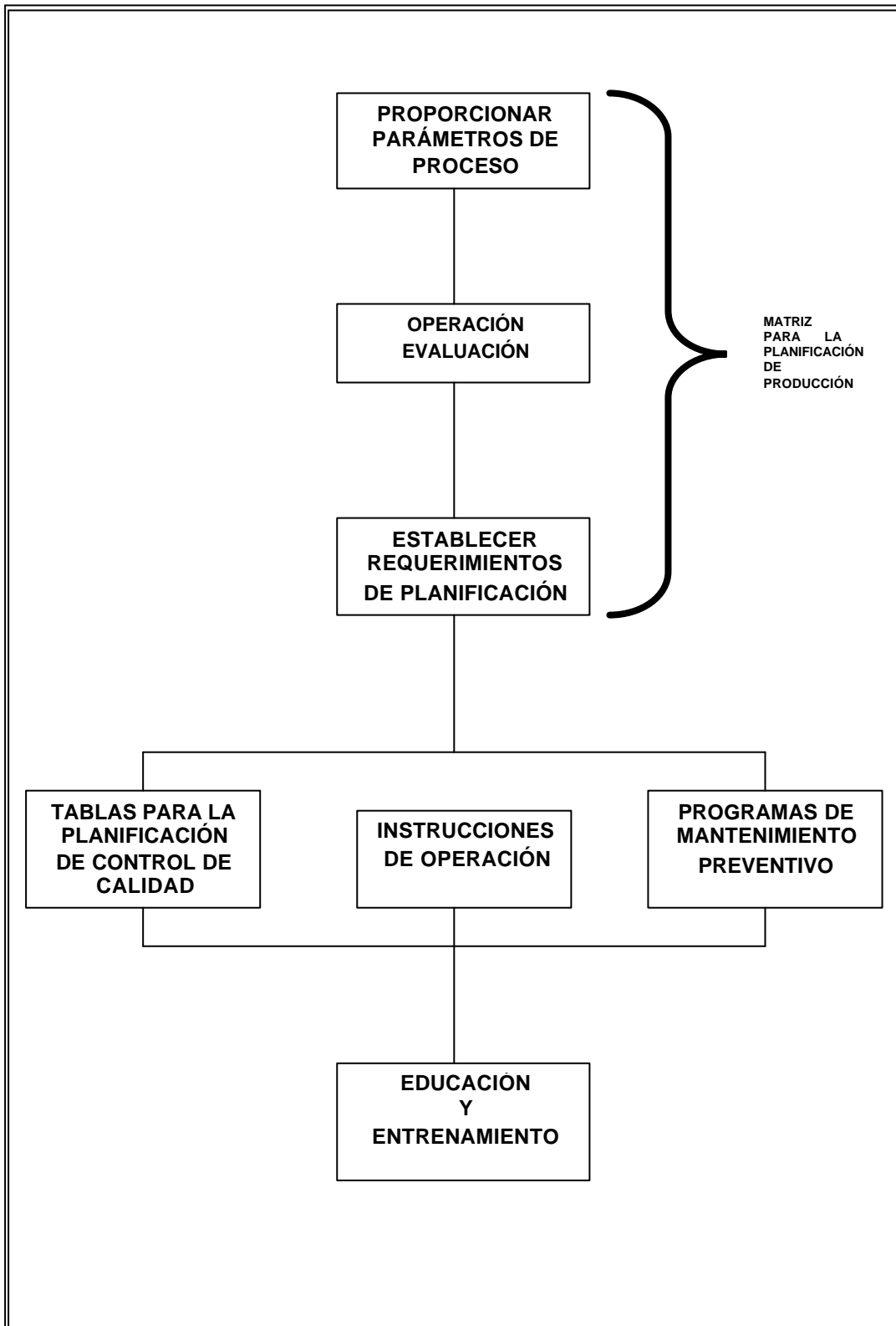


Figura 18. Matriz de planificación de la producción (American Supplier Institute de México, 1993).

5.3 NECESIDAD DE COMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA QFD

QFD es una técnica que se utiliza para:

- Mejorar productos o servicios.
- Desarrollo de nuevos productos o servicios.

Específicamente hablando de este último punto la Industria alimentaria debe tomar en cuenta muchos factores para lograr obtener productos alimenticios de alta calidad. La calidad implica realizar de forma eficiente el proceso de desarrollo y elaboración de un producto.

Independientemente del tipo de industria de la cual se trate el cliente espera obtener un producto de calidad, es decir un producto que cumpla con sus expectativas al igual que con las especificaciones y regulaciones establecidas para este de higiene y sanidad. En la industria alimentaria este detalle es de vital importancia porque de lo contrario puede ocasionar problemas serios de salud o hasta la muerte de algún consumidor y en consecuencia problemas legales a la empresa.

La higiene de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994 se define como *“Todas las medidas necesarias para garantizar la sanidad e inocuidad de los productos en todas las fases del proceso de fabricación hasta su consumo final”*.

La sanidad de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994 se define como el *“Conjunto de servicios para preservar la salud pública”*.

Es importante que en los lugares donde se procesan alimentos tengan definidas las medidas de higiene y sanidad y el personal conozca los principios básicos de limpieza y desinfección para evitar problemas de contaminación.

La limpieza y la desinfección son la base de la higiene, al ser esenciales para lograr la seguridad y sanidad de los productos alimenticios al contribuir a generar alimentos libres de adulteraciones o alteraciones que pueden causar daños a la salud. Ambos procesos se deben llevar a cabo de manera adecuada y eficiente de esta manera se logra tener una mayor disponibilidad de productos en el mercado, reducir pérdidas económicas, evitar enfermedades y problemas legales y crear una imagen de calidad. La industria alimentaria debe contar con los procedimientos de limpieza y desinfección que le ayuden a realizar dichas tareas de manera eficiente y de acuerdo a sus necesidades, sin embargo QFD al enfocarse para la industria alimentaria no plantea la elaboración de procedimientos de limpieza y desinfección por ende se plantea su desarrollo e implementación en la cuarta etapa de la técnica QFD, debido a que en esta etapa se deben desarrollar los procesos de planificación de control de calidad.

CÁPITULO 6

PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

6.1 PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Son los procedimientos de operación sanitaria estándar o procedimientos operacionales estándar de higiene.

De forma general los métodos y procedimientos de limpieza y desinfección garantizarán que después de aplicados, las superficies en contacto con los alimentos estén limpias, libres de microorganismos patógenos y otros elementos nocivos que constituyan fuentes de contaminación.

Los procedimientos de limpieza y desinfección contemplarán:

- Programación de las tareas de limpieza y desinfección.
- Descripción de las operaciones a seguir, los productos a utilizar, las situaciones en que se efectúe y los responsables de hacerlo.
- Actuaciones específicas en caso de vertidos accidentales.

Debe procederse a la designación de un responsable de la supervisión de las tareas de limpieza y desinfección.

Los objetivos de un programa de limpieza y desinfección son:

- Asegurar la calidad microbiológica de los alimentos.
- Capacitar al personal manipulador de alimentos.
- Establecer mecanismos de control de higiene en cada una de las etapas del proceso.

El programa de limpieza y desinfección debe especificar las distintas labores de limpieza y desinfección que deben realizarse en la industria alimentaria, explicando claramente qué limpiar, como y cuándo hacerlo, lo que se requiere para llevar a cabo las labores y los responsables de realizarlas.

Debe incluirse:

- 1.- Los principios técnicos de limpieza, desinfección e higiene personal.
- 2.- Información técnica de los productos de limpieza y desinfección que se usarán según el tipo de suciedad que se presente.
- 3.- Información de proveedores.
- 4.- Los métodos de limpieza y desinfección que se aplicarán especificando el área o equipo a limpiar y desinfectar, la frecuencia, los instrumentos, los agentes de

limpieza y desinfección a utilizar detallando la naturaleza, cantidad, tiempo, frecuencia y temperatura en la cual se utilizarán.

5.- La secuencia de la limpieza y la desinfección con el fin de evitar posibles recontaminaciones.

6.- El personal responsable de cada operación de limpieza y desinfección.

7.- El personal responsable de supervisar las labores de limpieza y desinfección.

8.- El modo de supervisión y control de la eficiencia del programa.

Los productos de limpieza y desinfección serán aprobados previamente a su uso (específicos para la industria alimentaria), cualquier cambio de producto debe ser autorizado por el encargado del programa. Los productos de limpieza y desinfección no deben proporcionar olor ni sabor a los alimentos (Food Contact), deben establecerse medidas para evitar gasto innecesario de productos (Hyginov, C., 2001).

6.1.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Factores para un programa adecuado de limpieza y desinfección:

- Infraestructura, equipos y utensilios que facilitan la limpieza.
- Etapas de la limpieza y la desinfección, así como su programación (control de detergentes, limpiadores y desinfectantes).
- Características de la suciedad que va a ser removida para elegir el agente limpiador y desinfectante adecuado.
- Análisis del agua a utilizar en la limpieza.
- Sistema de ventilación, iluminación, manejo de basura.
- Elección del método de limpieza para empaques, pisos, paredes, techos, instalaciones, equipo, utensilios y alrededores de la planta.
- Manejo apropiado de variables: concentración, tiempo, temperatura y fuerza de los limpiadores y desinfectantes.
- Higiene personal.
- Uso de aire comprimido para la limpieza.
- Sistema de drenaje, desagüe (Johns, N., 1999).

La condición previa a implementar un programa de limpieza y desinfección es contar con equipo diseñado teniendo presentes los estándares higiénicos, de lo contrario la higiene nunca será totalmente efectiva.

Para poder implementar un programa de limpieza y desinfección debe estar involucrada la Gerencia, quien es la responsable de establecer las políticas de desarrollo, implementación y evaluación, así como los medios para que se lleven a cabo. Debe especificar métodos, deberes y responsabilidades por escrito y asignar a una persona como encargada del programa de limpieza y desinfección.

Las reglas que se establecen en un programa de limpieza deben llevarse sin fallos, porque de lo contrario con el tiempo se da un aumento de microorganismos en las superficies que entra n en contacto con los alimentos.

En la figura 19 se representan diferentes casos.

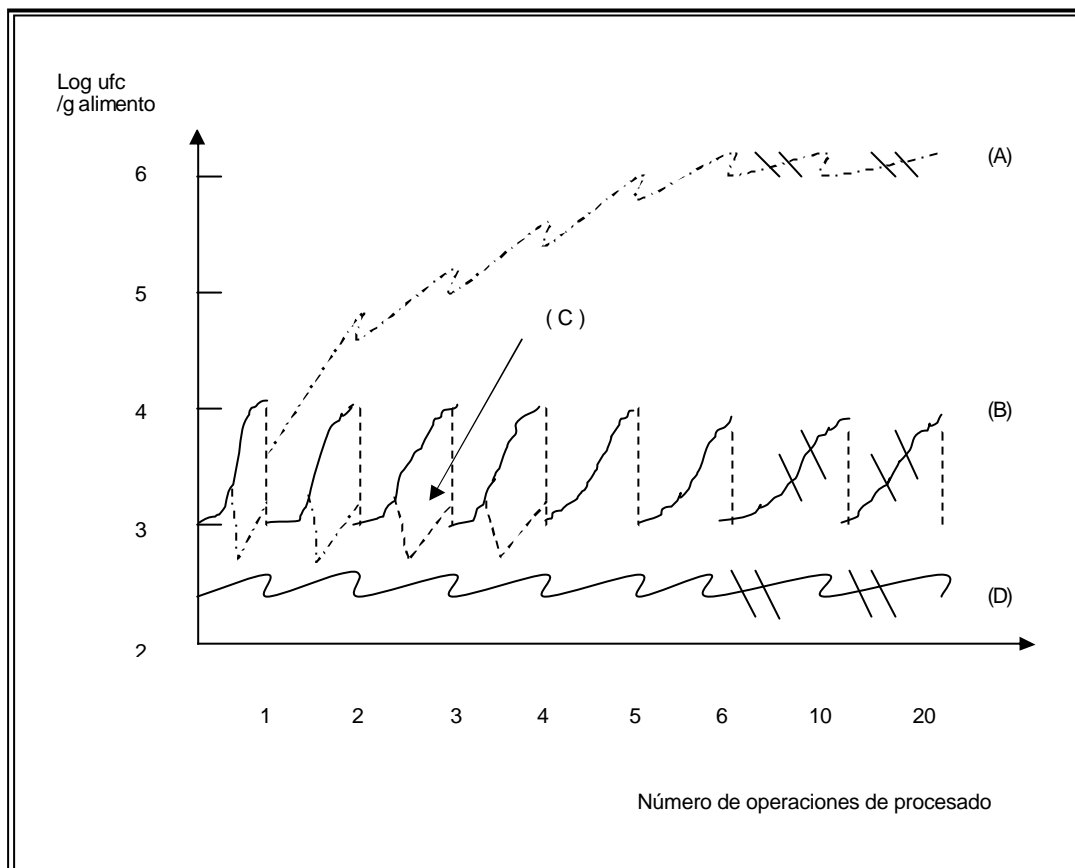


Figura 19. Efecto de diferentes programas de limpieza en la calidad bacteriológica de un alimento sometido a procesamiento (Hayes, P.R., 1993).

En la figura 19 se muestran diferentes efectos de un programa de limpieza en la calidad microbiológica de un alimento. En la figura 19A se observa un alimento con una gran carga microbiana y un deficiente programa de limpieza. La figura 19B representa un proceso en el que la carga microbiana de las superficies en contacto con los alimentos aumenta inevitablemente (ej. Cuchillas de cortadoras) tal efecto debe pararse mediante una limpieza frecuente de la superficie afectada. La figura 19C se muestra el caso anterior, pero en esta ocasión a la mitad del proceso se refuerza la limpieza. La figura 19D se muestra la aplicación constante y aceptable de un programa de limpieza, en consecuencia se resume que un programa de limpieza debe ser eficaz de manera que ayude a mantener la calidad del producto y debe considerarse que la eficacia de la limpieza depende en mucho del diseño y construcción de la fábrica y los equipos.

6.1.2 VALIDACIÓN DEL PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

El propósito de la validación de limpieza y la desinfección es el asegurar que los procedimientos de limpieza y desinfección están removiendo residuos y eliminando microorganismos a unos niveles predeterminados como aceptables.

La FDA define: La validación es establecer evidencia documentada que proporcione un alto grado de seguridad, que un proceso específico producirá un producto que cumpla con las especificaciones y atributos de calidad predeterminados.

Es de suma importancia validar los procedimientos de limpieza y desinfección debido a que se obtienen productos de mejor calidad y por consiguiente libres de contaminación, generando un ahorro en tiempo, mano de obra y dinero a la compañía.

6.2 PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LAS ÁREAS DE ALIMENTOS

6.2.1 INDICACIONES GENERALES

1. Las actividades de limpieza y desinfección se deben realizar utilizando los medios de protección establecidos, además de evitar el contacto con el sistema eléctrico, para ello se recomienda cubrir todas las conexiones eléctricas.
2. Los métodos de limpieza y desinfección deben garantizar que las áreas, incluidas las superficies que contactan con los alimentos (mesas de trabajo, recipientes, equipos y utensilios) estén limpias, sin restos de alimentos y suciedad que pueden contener microorganismos o sustancias capaces de producir enfermedades o descomponer los alimentos.
3. El almacenamiento de detergentes o cualquier otro producto químico, se debe hacer en un lugar separado y delimitado de cualquier área de manipulación o almacenado de alimentos. Todos los recipientes, frascos, botes y bolsas deben estar etiquetados o rotulados y cerrados.
4. En todas las áreas y en especial en la de preparación de alimentos se debe contar con una estación de lavado y desinfección de manos equipada, es decir provista de jabón, desinfectantes, toallas desechables, cepillo para tallarse las uñas y depósitos para basura con tapadera oscilante o de pedal y bolsa de plástico.
5. El personal de limpieza debe estar adiestrado en realizar correctamente las operaciones de limpieza y desinfección de los equipos, utensilios y áreas que les corresponda.
6. Los equipos y utensilios de limpieza y desinfección después de utilizados se lavan, enjuagan, desinfectan y escurren para posteriormente almacenarlos en un área separada de donde se manipulan o almacenan alimentos, hasta su nueva utilización.

7. Todas las sustancias utilizadas para la limpieza y la desinfección deben estar autorizadas por el organismo correspondiente.
8. Semanalmente el personal de mantenimiento debe realizar la higiene de las conexiones eléctricas y de los techos. Las paredes se deben lavar diario. Este personal debe garantizar la limpieza de las lámparas mata moscas una vez al mes, desconectando las mismas de la corriente, separando las tapas para eliminar los vectores presentes, procediendo a limpiar con agua y detergente, enjuagar y secar perfectamente. El aire acondicionado se debe limpiar realizando un desarme parcial del equipo (tapa, filtros y evaporador) eliminando el polvo con un cepillo o un trapo seco, luego se elimina la suciedad con agua, detergente y cepillo, se aplica un trapo húmedo hasta eliminar los restos de detergente y se seca bien.
9. Las sillas, mesas, pisos, paredes, techos y lámparas se deben conservar en buen estado y sin manchas o suciedad visible.
10. Las instalaciones de plomería deben estar en buen estado y carecer de fugas y los desagües deben estar libres de basura y fauna nociva.
11. Los sanitarios deben estar situados fuera del área de manipulación de alimentos.
12. Los trapos y jergas que se utilizan para la limpieza de las superficies que contactan con los alimentos se deben mantener limpios, lavar y desinfectar después de cada uso.
13. Las coladeras, canaletas y trampas de grasa deben estar limpias, tener rejillas, sin basura y estancamientos.
14. El área destinada al escamoteo se debe lavar, desinfectar y desincrustar. Los residuos o sobrantes de alimentos deben ser eliminados diariamente para evitar la acumulación de suciedad.
15. Los carros de distribución de los productos terminados a los diferentes puntos de venta, se deben limpiar y desinfectar diariamente al final de la jornada, las herramientas y otros utensilios no deberán estar en contacto directo con los alimentos y materias primas que se transportan.
16. Se debe contar con tarjas exclusivas para el lavado de los equipos y utensilios donde se manipulan alimentos, dotados de agua corriente, estos se deben lavar después de su uso.
17. La cisterna y los tanques de almacenamiento de agua de la instalación se deben lavar y desinfectar por lo menos cada mes.
18. El agua utilizada para la limpieza y desinfección debe ser de buena calidad sanitaria, para esto se realiza la determinación de cloro libre diariamente y los valores de cloro residual en toda la red, se recomienda que estos valores sean superiores a 0.3 mg L^{-1} , así mismo se recomienda realizar análisis microbiológicos de coliformes totales y coliformes fecales.
19. Los detergentes y desinfectantes se deben utilizar cumpliendo lo establecido por el fabricante conforme las instrucciones del modo de uso de estos productos. Estas especificaciones se deben cumplir con especial cuidado en relación con las concentraciones de las soluciones de detergentes y desinfectantes, lo cual garantizará la estabilidad y eficiencia de estas preparaciones.

6.2.2 PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN (HIGIENE):

Las operaciones de limpieza y desinfección se realizarán de acuerdo con el siguiente orden:

1. Separar, recoger y eliminar los restos de alimentos y otras suciedades de las superficies. En el caso de los equipos se deben desarmar para permitir el acceso a todas las áreas que entran en contacto con los alimentos o sus residuos, así como mover de sus lugares estantes o mesas para facilitar la limpieza y desinfección de todas sus partes. De ser necesario se raspará o cepillará hasta remover la suciedad. Las suciedades más gruesas se eliminarán de forma que no caigan en las tarjas.
2. El resto de la suciedad se eliminará restregando, cepillando, raspando, etc., y utilizando la cantidad necesaria de una solución de detergente. En los casos que se requiera se debe utilizar desincrustantes o desengrasantes de acuerdo a las especificaciones del fabricante, los que serán eliminados junto con la suciedad.
3. El lavado terminara con el enjuague que permita la eliminación de todos los restos de suciedades y detergentes.
Se garantizará la eliminación de fragmentos de cepillos, raspadores u otros materiales utilizados en la limpieza sin afectar la integridad de las superficies tratadas.
4. Estas acciones se deben repetir cuando quedan restos de suciedad o detergente.
5. Las superficies que contactan con los alimentos listos para el consumo deben estar desinfectadas.
6. La desinfección se debe realizar después de la limpieza, se expondrá la superficie tratada con un desinfectante el tiempo y la concentración indicada por el fabricante y se garantizará la total eliminación de los desinfectantes de las superficies que contactan con los alimentos antes de ser utilizados.
7. Es importante secar las superficies higienizadas, de ser necesario naturalmente al contacto con el aire para evitar la recontaminación de los equipos o utensilios, para lo cual se debe permitir el escurrido del agua utilizada en el enjuague final.

A continuación se describen las instrucciones generales de los diferentes procesos de limpieza y desinfección.

6.2.2.1 ACCIONES ESPECIFICAS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

NOMBRE DEL PROCESO:

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE PISOS

HOJA 1 DE 2

CUANDO	QUE	COMO
PRELIMPIEZA Ó PRELAVADO	1.- Antes de comenzar la limpieza se recomienda proteger todos los circuitos eléctricos para evitar accidentes. 2.- Checar si existe suciedad gruesa.	1.- Retirar los sólidos con ayuda de una escoba. 2.- Enjuagar con agua a temperatura ambiente y a alta presión.
LIMPIEZA PRINCIPAL Ó LAVADO FONDO A	<p>1.- Checar el tipo de suciedad a eliminar. Si el piso tiene suciedad:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Inorgánica { <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de aguas duras * Depósitos metálicos * Depósitos alcalinos } Limpiador ácido ➤ Orgánica { <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de comida { Residuos de comida } Limpiador alcalino * Depósitos de petróleo { Aceites lubricantes y grasas } Limpiador disolvente * Depósitos distintos al petróleo { Grasas animales y aceites vegetales } Limpiador alcalino 	1.- Métodos posibles a utilizar: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lavar y tallar manualmente ó ➤ Lavar y cepillar con máquina ó ➤ Lavar con espuma y equipo de alta presión.
ENJUAGUE	1.- Checar que el piso quede perfectamente libre de cualquier residuo del agente limpiador y de suciedad.	1.- Enjuagar con agua hasta eliminar totalmente todos los residuos del agente limpiador.

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO:

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE PISOS

HOJA 2 DE 2

DESINFECCIÓN	1.- Checar el tipo de piso. Si el piso es de: > Concreto: Se recomienda utilizar hipocloritos, yodóforos. > Mosaico: Se recomienda utilizar hipocloritos, yodóforos.	1.-Aplicar por aspersión o nebulización.
ENJUAGUE	1.- Checar que el piso quede perfectamente libre de cualquier residuo del agente desinfectante.	1.- Enjuagar con agua hasta eliminar perfectamente los residuos del agente desinfectante.
VALIDACIÓN	1.- Checar el adecuado funcionamiento del equipo de Bioluminiscencia o preparar los medios de cultivo. 2.- Determinar las partes a validar.	1.- Método de Bioluminiscencia.

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO: **LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE PAREDES** **HOJA 1 DE 2**

CUANDO	QUE	COMO
PRELIMPIEZA Ó PRELAVADO	1.- Antes de comenzar la limpieza se recomienda proteger todos los circuitos eléctricos para evitar accidentes y en el caso de los equipos protegerlos. 2.- Checar si existe suciedad gruesa.	1.- Enjuagar con agua a temperatura ambiente y a alta presión, empezando por la parte más alta hasta llegar hasta abajo.
LIMPIEZA PRINCIPAL Ó LAVADO FONDO A	1.- Checar el tipo de suciedad a eliminar. Si la pared tiene suciedad: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Inorgánica { <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de aguas duras * Depósitos metálicos * Depósitos alcalinos } Limpiador ácido ➤ Orgánica { <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de comida { Residuos de comida } Limpiador alcalino * Depósitos de petróleo { Aceites lubricantes y grasas } Limpiador disolvente * Depósitos distintos al petróleo { Grasas animales y aceites vegetales } Limpiador alcalino 	1.- Métodos posibles a utilizar: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lavar y tallar manualmente ó ➤ Lavar con espuma y equipo de alta presión.
ENJUAGUE	1.- Checar que las paredes queden perfectamente libres de cualquier residuo del agente limpiador y de suciedad.	1.- Enjuagar con agua hasta eliminar totalmente todos los residuos del agente limpiador comenzando de arriba hacia abajo.

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO:

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE PAREDES

HOJA 2 DE 2

DESINFECCIÓN	<p>1.- En general se pueden utilizar: hipocloritos, amonios cuaternarios, fenol (solamente en áreas sanitarias), peróxido de hidrógeno y yodóforos.</p> <p>Si la pared es de:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Concreto: Se recomienda utilizar hipocloritos, yodóforos y amonios cuaternarios.➤ Azulejo: Se recomienda utilizar hipocloritos y amonios cuaternarios.	<p>1.- Aplicar por aspersion o nebulización.</p>
ENJUAGUE	<p>1.- Checar que las paredes queden perfectamente libres de cualquier residuo del agente limpiador y de suciedad.</p>	<p>1.- Enjuagar con agua hasta eliminar perfectamente los residuos del agente desinfectante.</p>
VALIDACIÓN	<p>1.- Checar el adecuado funcionamiento del equipo de Bioluminiscencia o preparar los medios de cultivo. 2.- Determinar las partes a validar.</p>	<p>1.- Método de Bioluminiscencia, Método de la esponja.</p>

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO:

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE TECHOS

HOJA 1 DE 2

CUANDO	QUE	COMO
PRELIMPIEZA Ó PRELAVADO	1.- Antes de comenzar la limpieza se recomienda proteger todos los circuitos eléctricos para evitar accidentes en el caso de los equipos cubrirlos. 2.- Checar si existe suciedad gruesa.	1.- Enjuagar con agua a temperatura ambiente y a alta presión.
LIMPIEZA PRINCIPAL Ó LAVADO FONDO A	1.- Checar el tipo de suciedad a eliminar. Si el techo tiene suciedad: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Inorgánica { <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de aguas duras * Depósitos metálicos * Depósitos alcalinos } Limpiador ácido ➤ Orgánica { <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de comida { Residuos de comida } Limpiador alcalino * Depósitos de petróleo { Aceites lubricantes y grasas } Limpiador disolvente * Depósitos distintos al petróleo { Grasas animales y aceites vegetales } Limpiador alcalino } 	1.- Métodos posibles a utilizar: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lavar con espuma y equipo de alta presión.

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO:

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE TECHOS

HOJA 2 DE 2

ENJUAGUE	1.- Checar que el techo quede perfectamente libre de cualquier residuo del agente limpiador y de suciedad.	1.- Enjuagar con agua hasta eliminar totalmente todos los residuos del agente limpiador.
DESINFECCIÓN	1.- En general se recomienda utilizar hipoclorito y amonios cuaternarios.	1.- Aplicar por aspersión o nebulización.
ENJUAGUE	1.- Checar que el techo quede perfectamente libre de cualquier residuo del agente desinfectante.	1.- Enjuagar con agua hasta eliminar perfectamente los residuos del agente desinfectante.
VALIDACIÓN	1.- Checar el adecuado funcionamiento del equipo de Bioluminiscencia o preparar los medios de cultivo. 2.- Determinar las partes a validar.	1.- Método de Bioluminiscencia, Método de la esponja.

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO: **LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS** **HOJA 1 DE 2**

CUANDO	QUE	COMO
<p>PRELIMPIEZA Ó PRELAVADO</p>	<p>1.- Antes de comenzar la limpieza se recomienda proteger todos los circuitos eléctricos para evitar accidentes y en el caso de los equipos cubrirlos. 2.- Checar si existe suciedad gruesa.</p>	<p>1.- Retirar los sólidos con ayuda de una escoba o cepillo. 2.- Enjuagar con agua a temperatura ambiente y a alta presión.</p>
<p>LIMPIEZA PRINCIPAL LAVADO FONDO Ó A</p>	<p>1.- Checar el tipo de suciedad a eliminar. Si las puertas tienen suciedad:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Inorgánica { <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de aguas duras * Depósitos metálicos * Depósitos alcalinos } Limpiador ácido ➤ Orgánica { <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de comida { Residuos de comida } Limpiador alcalino * Depósitos de petróleo { Aceites lubricantes y grasas } Limpiador disolvente * Depósitos distintos al petróleo { Grasas animales y aceites vegetales } Limpiador alcalino <p>* El vidrio debe limpiarse con limpiadores neutros o moderadamente alcalinos.</p>	<p>1.- Métodos posibles a utilizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lavar y tallar manualmente ó ➤ Lavar con espuma y equipo de alta presión.

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO: LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS HOJA 2 DE 2

ENJUAGUE	1.- Checar que las puertas y ventanas estén libres de cualquier residuo del agente limpiador y de suciedad.	1.- Enjuagar con agua hasta eliminar totalmente todos los residuos del agente limpiador.
DESINFECCIÓN	1.- En general se recomienda utilizar amonios cuaternarios.	1.- Aplicar por aspersión o nebulización.
ENJUAGUE	1.- Checar que las puertas y ventanas queden perfectamente libres de cualquier residuo del agente desinfectante.	1.- Enjuagar con agua hasta eliminar perfectamente los residuos del agente desinfectante.
VALIDACIÓN	1.- Checar el adecuado funcionamiento del equipo de Bioluminiscencia o preparar los medios de cultivo. 2.- Determinar las partes a validar.	1.- Método de Bioluminiscencia, Método de la esponja.

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO:

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE BAÑOS

HOJA 1 DE 2

CUANDO	QUE	COMO
PRELIMPIEZA Ó PRELAVADO	1.- Antes de comenzar la limpieza se recomienda proteger todos los circuitos eléctricos para evitar accidentes. Checar si existe suciedad gruesa.	1.- Retirar los sólidos con ayuda de una escoba o cepillo. 2.- Enjuagar con agua a temperatura ambiente y a alta presión.
LIMPIEZA PRINCIPAL Ó LAVADO FONDO A	<p>1.- Checar el tipo de suciedad a eliminar. Si el piso, la pared o el techo tienen suciedad:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Inorgánica { <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de aguas duras * Depósitos metálicos * Depósitos alcalinos } Limpiador ácido ➤ Orgánica { <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de comida { Residuos de comida } Limpiador alcalino * Depósitos de petróleo { Aceites lubricantes y grasas } Limpiador disolvente * Depósitos distintos al petróleo { Grasas animales y aceites vegetales } Limpiador alcalino 	<p>1.- Métodos posibles a utilizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lavar y tallar manualmente (piso, pared, techo e inodoro). ➤ Lavar y cepillar con máquina (piso). ➤ Lavar con espuma y equipo de alta presión (piso, pared y techo).
ENJUAGUE	1.- Checar que el baño quede perfectamente libre de cualquier residuo del agente limpiador y de suciedad.	1.- Enjuagar con agua a temperatura de 55-60 °C hasta eliminar totalmente todos los residuos del agente limpiador.

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO:

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE BAÑOS

HOJA 2 DE 2

DESINFECCIÓN	1.- En general se pueden utilizar: hipocloritos, amonios cuaternarios y fenol.	1.- Aplicar por aspersión o nebulización.
ENJUAGUE	1.- Checar que el baño quede perfectamente libre de cualquier residuo del agente desinfectante.	1.- Enjuagar con agua hasta eliminar perfectamente los residuos del agente desinfectante.
VALIDACIÓN	1.- Preparar los medios de cultivo. 2.- Determinar las partes a validar.	1.- Método de la esponja.

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO: **LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LAVAMANOS** **HOJA 1 DE 2**

CUANDO	QUE	COMO
<p>PRELIMPIEZA Ó PRELAVADO</p> <p>LIMPIEZA PRINCIPAL Ó LAVADO FONDO A</p>	<p>1.- Antes de comenzar la limpieza se recomienda proteger todos los circuitos eléctricos para evitar accidentes. 2.- Checar si existe suciedad gruesa.</p> <p>1.- Checar el tipo de suciedad a eliminar. Si el lavamanos tiene suciedad:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Inorgánica <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de aguas duras * Depósitos metálicos * Depósitos alcalinos ➤ Orgánica <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de comida { Residuos de comida { Limpiador alcalino * Depósitos de petróleo { Aceites lubricantes y grasas { Limpiador disolvente * Depósitos distintos al petróleo { Grasas animales y aceites vegetales { Limpiador alcalino 	<p>1.- Enjuagar con agua a temperatura ambiente el equipo y sus accesorios . 1.- Métodos posibles a utilizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lavar y tallar con cepillo manualmente.
ENJUAGUE	1.- Checar que el lavamanos quede perfectamente libre de cualquier residuo del agente limpiador y de suciedad.	1.- Enjuagar hasta eliminar totalmente todos los residuos del agente limpiador.
DESINFECCIÓN	1.- Se recomienda utilizar hipocloritos, yodoforos o amonios cuaternarios.	1.- Aplicar por aspersion, nebulización o por contacto.

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO:

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LAVAMANOS

HOJA 2 DE 2

ENJUAGUE	1.- Checar que el lavamanos quede perfectamente libre de cualquier residuo del agente desinfectante.	1.- Enjuagar con agua hasta eliminar perfectamente los residuos del agente desinfectante.
VALIDACIÓN	1.- Preparar los medios de cultivo. 2.- Determinar las partes a validar.	1- Método de la esponja.

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO: **LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE EQUIPOS** **HOJA 1 DE 2**

CUANDO	QUE	COMO
PRELIMPIEZA Ó PRELAVADO	1.- Antes de comenzar la limpieza se recomienda proteger todos los circuitos eléctricos para evitar accidentes en el caso de los equipos deben desarmarse y limpiar perfectamente todas sus piezas. 2.- Checar si existe suciedad gruesa.	1.- Enjuagar con agua a temperatura de 55-60 °C y a alta presión.
LIMPIEZA PRINCIPAL Ó LAVADO FONDO A	<p>1.- Si el equipo tiene suciedad:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Inorgánica { <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de aguas duras * Depósitos metálicos * Depósitos alcalinos } Limpiador ácido ➤ Orgánica { <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de comida { Residuos de comida } Limpiador alcalino * Depósitos de petróleo { Aceites lubricantes y grasas } Limpiador disolvente * Depósitos distintos al petróleo { Grasas animales y aceites vegetales } Limpiador alcalino 	<p>1.- Métodos posibles a utilizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lavar con espuma o gel con un equipo de alta o baja presión (mesas de trabajo, tanques, vehículos, cintas y cadenas transportadoras, recipientes, prensas, tinas rejillas, líneas de sacrificio). ➤ Cleaning in place CIP (equipo no desmontable). ➤ Ultrasonido (equipo pequeño, toneles, moldes, tapas, cajones, tinas, piezas). ➤ Cepillado (equipo pequeño o piezas). ➤ Inmersión (barriles, moldes).

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO: **LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE EQUIPOS** **HOJA 2 DE 2**

ENJUAGUE	1.- Checar que el equipo quede perfectamente libre de cualquier residuo del agente limpiador y de suciedad.	1.- Enjuagar con agua a temperatura de 60 °C todas las partes hasta eliminar totalmente todos los residuos del agente limpiador e inspeccionar a simple vista si tienen todavía suciedad, de ser así repetir la operación de limpieza.
DESINFECCIÓN	1.- Se recomienda utilizar para equipo que tenga: <ul style="list-style-type: none">➤ Acero inoxidable: cloro, yodoformas, amonios cuaternarios .➤ Teflón: yodoformas, hipoclorito .➤ Plástico: yodoformas.	1.- Aplicar por aspersión, nebulización, contacto o inmersión.
ENJUAGUE	1.- Checar que el equipo quede perfectamente libre de cualquier residuo del agente desinfectante.	1.- Enjuagar con agua hasta eliminar perfectamente los residuos del agente desinfectante.
VALIDACIÓN	1.- Checar el adecuado funcionamiento del equipo de Bioluminiscencia o U.V. o preparar los medios de cultivo. 2.- Determinar las partes a validar.	1.- Método de Bioluminiscencia, Método de la esponja, U.V.

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO:

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE UTENSILIOS

HOJA 1 DE 2

CUANDO	QUE	COMO
PRELIMPIEZA Ó PRELAVADO	1.- Checar si existe suciedad gruesa.	1.- Enjuagar con agua a temperatura de 55-60°C.
LIMPIEZA PRINCIPAL LAVADO FONDO Ó A	1.- Si los utensilios tienen suciedad: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Inorgánica <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de aguas duras * Depósitos metálicos * Depósitos alcalinos <li style="margin-left: 100px;">} Limpiador ácido ➤ Orgánica <ul style="list-style-type: none"> * Depósitos de comida <ul style="list-style-type: none"> Residuos de comida <li style="margin-left: 20px;">} Limpiador alcalino * Depósitos de petróleo <ul style="list-style-type: none"> Aceites lubricantes y grasas <li style="margin-left: 20px;">} Limpiador disolvente * Depósitos distintos al petróleo <ul style="list-style-type: none"> Grasas animales y aceites vegetales <li style="margin-left: 20px;">} Limpiador alcalino 	Métodos posibles a utilizar: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ultrasonido . ➤ Cepillado. ➤ Inmersión.
ENJUAGUE	1.- Checar que los utensilios queden perfectamente libres de cualquier residuo del agente limpiador y de suciedad.	1.- Enjuagar con agua a temperatura de 60 °C todas las partes hasta eliminar totalmente todos los residuos del agente limpiador e inspeccionar a simple vista si tienen todavía suciedad, de ser así repetir la operación de limpieza.

INSTRUCCIONES DE OPERACION

NOMBRE DEL PROCESO: **LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE UTENSILIOS** **HOJA 2 DE 2**

DESINFECCIÓN	1.- Se recomienda utilizar para los utensilios que tengan: <ul style="list-style-type: none">➤ Acero inoxidable: cloro, yodoformas, amonios cuaternarios .➤ Teflón: yodoformas, hipoclorito .➤ Plástico: yodóforos.	1.- Aplicar por aspersión, nebulización, contacto o inmersión.
ENJUAGUE	1.- Checar que los utensilios queden sin algún residuo del agente desinfectante.	1.- Enjuagar con agua hasta eliminar perfectamente los residuos del agente desinfectante.
VALIDACIÓN	1.- Checar el adecuado funcionamiento del equipo de Bioluminiscencia o U.V. o preparar los medios de cultivo. 2.- Determinar las partes a validar.	1.-Método de Bioluminiscencia, Método de la esponja, U.V.

CONCLUSIONES

- Se desarrollaron los procedimientos de limpieza y desinfección generales para la industria alimentaria.
- Los procedimientos de limpieza y desinfección son una guía para el diseño de procedimientos específicos.
- Se desarrollo una matriz que contribuirá a crear programas de limpieza y desinfección específicos para cada empresa de alimentos, basándose en las características y necesidades de la misma.
- Se logro complementar la técnica QFD en su cuarta etapa por medio de la implementación de: los procedimientos de limpieza y desinfección y de la matriz, debido a que QFD como tal no contemplo la creación de manuales o procedimientos, de esta manera se habré un mundo de oportunidades para que tanto las pequeñas, medianas y grandes empresas en México tengan una herramienta para el diseño de programas de limpieza y desinfección.
- La aplicación de la técnica QFD en la industria alimentaria contribuirá a que las empresas tengan pleno conocimiento de su(s) producto(s) o servicio(s) y en conjunto con la matriz y los procedimientos de limpieza y desinfección planteados para la complementación de dicha técnica asegura que las empresas desarrollen programas de limpieza y desinfección basados en sus requerimientos, así como el priorizar dentro de la gama de productos de limpieza y desinfección que se necesitan y de cómo se usan.

BIBLIOGRAFIA

Alexander, J., 1995. Wasser. In: G. Wildbrett (Hrsg.): Wers- und Betriebsstoffe im Haushalt. Verlag E. Ulmer, Stuttgart; S. 309-315.

American Supplier Institute de México, 1993. Despliegue de la Función de Calidad (QFD) Manufactura. México, D.F; Págs. 1-40.

Appert, N.F., 1809. L'Art de conserver les substances animals et végétales.

Block, S.S., 2001. Desinfection, Sterilisation and Preservation. 5ª Edición, Lippincott, Williams & Wilkins.

Dillon, W.R., 1994. Marketing Research in a Marketing Enviroment. 3ª Edición, Illinois, Irwin; Pág. 612-638.

Donlan, R., 2002. Biofilms: Microbial Life on Surfaces. Emerging Infectious Diseases, Vol. 8, (9); Págs. 881-890.

Edelmeyer, H., 1985. Reinigung und Desinfektion bei der Gewinnung. Verarbeitung und Distribution von Fleisch, Schriftenreihe Fleischforschung und Praxis, Bd. 14. H. Holzmann Verlag, Bad Wörishofen; S. 70-75.

Feigenbaum, V.A., 1994. Control Total de la Calidad. 3ª Edición, Compañía Editorial Continental, México; Págs. 1-26.

Flückiger, E., 1977. Problem der Reinigung und Desinfektion lebensmittelverarbeitender Anlagen. Lebensmitteltechnologie 10 H. 3; S. 3-10.

Forsythe, S.J y Hayes, P.R., 1999. Higiene de los Alimentos, Microbiología y HACCP. Editorial Acribia, Zaragoza, España; Págs. 225-237, 359-407.

Funke, J.W., 1970. Industrial water and effluent management in the milk processing industry. National Inst. for water, Research council for Scientific and Industrial Research, Pretoria, South Africa.

Giese, J.H., 1991. Sanitation: The Key to food safety and public health. Food Technology, Vol.45, (12); Pág. 74.

González, E.M.E., 2001. La Función Despliegue de la Calidad. Editorial Mc. Graw-Hill, México, D.F; Págs. 21-24, 25-46, 87-96.

Gray, N.F., 1996. Calidad del Agua Potable. Editorial Acribia, Zaragoza, España; Págs. 179-183.

Guthrie, R.K., 1988. Food Sanitation. 3ª Edición, New York: Van Nostrand Reinhold.

Gutierrez, M., 1995. Administrar para la Calidad. Editorial Limusa, México, D.F; Págs. 21-61, 65-101.

Hayes, P.R., 1993. Microbiología e Higiene de los Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España; Págs. 251-286, 288-293.

Hayen, K., 1977. Physical, Chemical and Biological Changes in Food caused by Thermal Processing Applied. Science Publishers, London.

Hazelwood, D., 1994. Curso para Manipuladores de Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España; Págs. 95-103.

Hyginov, C., 2001. Guía para la Elaboración de un Plan de Limpieza y Desinfección. Editorial Acribia, Zaragoza, España; Págs: 9-17.

Ishikawa, K., 1994. Introducción al control de Calidad. Madrid; Págs: 27-34.

ISTAS, CC.OO., 2000. Sustitución de Tóxicos en el Sector de la Limpieza. II Catálogo Aragonés de Buenas Prácticas Ambientales, Madrid, España; Págs. 163-168.

Johns, N., 1999. Higiene de los Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España; Págs. 34-66.

Juran, J.M., 1988. Quality Control Handbook. 4ª. Edición, Editorial Mc. Graw-Hill., E.U.A; Págs. 22-43.

Juran, J.M., 1993. Quality Planning and Analisis: Form Product Development. 3ª Edición, Editorial Mc. Graw-Hill, E.U.A; Págs. 1-38.

Krüger, K.E., 1964. Untersuchungen über die Wirksamkeit einer maschinellen Reinigung und Desinfektion von Milchtanks in Molkereibetrieben. Archiv. Lebensmittelhygiene 15; S. 53-56, 87.88.

Lawrence, C.A. y Block, S.S., 1968. Desinfection, Sterilisation and Preservation. Lea & Febiger, Philadelphia.

Marriott, N., 1999. Principios de Higiene Alimentaria. Editorial Acribia, Zaragoza, España; Pág. 125-151, 153-172.

Martí, M.C., Alonso, R.M. y Constans, A., 2000. Desinfectantes: Características y usos más corrientes. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, España. Págs: 1-7.

Nordell, E., 1965. Tratamiento de Agua para la Industria y otros usos. Compañía Editorial Continental, México; Págs: 63-107.

Norma Mexicana Voluntaria NMX-CC-002/1-1995-IMNC. Administración de la calidad y aseguramiento de la calidad parte 1: directrices para selección y uso.

Norma Mexicana NMX-AA-089/1-1986. Protección al ambiente. Calidad del agua.

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994, Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos.

Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994, Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.

Nöring, F., 1969. Erschließung des Trink- und Betriebswassers. In: J, Schormuller (Hrsg.): Handbuch der Lebensmittelchemie, Band VIII, Teil I; Springer-Verlag, Berlin u. a; S. 183-216.

Novikoff, A.B., 1986. Estructura y Dinámica Celular. Editorial Interamericana, México, D.F; Págs. 49-57.

Palom, R.S., 1995. Quality Function Deployment, La voz del cliente y la calidad. Grupo ODE, Gestión y Planificación Integral, España; Pág. 12-23.

Perez, A., 1996. Detergentes. Universidad Nacional de Educación a Distancia; Págs. 99-169.

Pelczar, M.J., 1990. Microbiología. Editorial Mc. Graw-Hill, México, D.F; Págs. 331-372.

Pürschell, W., 1976. La Calidad de las Aguas y su Tratamiento. Ediciones URMO, Bilbao, España; Págs: 11-28.

Rändler, O., 1977. Moderne Reinigungspraxis in Brauereien, Brauwelt-Verlag, Nürnberg.

Remes, A., 1997. Sistema Integrador del Aseguramiento de la Calidad de los Alimentos. AGT Editor, S.A. México, D.F; Pág. 1-59.

Rosenthal, S.R., 1992. Effective Product Design and Development. Irwin, U.S.A; Págs. 12-34.

Russell, A.D., 1982. Principles and practice of Desinfection, Preservation and Sterilisation. Oxford, Blackwell Scientific Publications.

Schmidt, U. y Leistner, L., 1981. Reinigung und Desinfektion in der Fleischwirtschaft. In: Th. Schliesser u. D. Strauch (Hrsg.), Desinfektion in Tierhaltung, Fleisch- und Milchwirtschaft, Enke Verlag, Stuttgart; S. 326-406.

Schmidt, U., 1982. Reinigung und Desinfektion in Schlachtund Fleischverarbeitungsbetrieben. Fleischwirtschaft 62; S. 427-434.

Schlüssler, H.J., 1970. Zur Kinetik von Reinigungsvorgängen an festen Oberflächen in der Lebensmittelindustrie, Milchwissenschaft, 25; S. 135-145.

Schwuger, M.J. and Kurzendorfer, C.P., 1979. Physikalisch-chemische Grundlagen der Reinigung harter Oberflächen, Zbl. Bakt. Hyg, I. Abt. Orig. 168; S. 55-72.

Tamplin, T.C., 1980. CIP Technology, detergents and sanitizers. In "Hygienic Design and Operation of a Food Plant" (R. Jowitt, ed.), AVI Pub. Co, Westport, Connecticut; Págs. 183-196.

The International Organization For Standardization 9000.

Troller, A.J., 1993. Sanitation in Food Processing. 2ª Edición, Editorial Mc. Graw-Hill; Págs. 31-51, 53-69.

Tscheuschner, D. H., 2001. Fundamentos de Tecnología de los Alimentos. Editorial Acribia; Zaragoza, España; Págs. 681-696.

Wildbrett, G., 2000. Limpieza y desinfección en la Industria Alimentaria. Editorial Acribia, Zaragoza, España; Págs: 85-107, 139-163, 287-311.