



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
SISTEMAS – INGENIERIA Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

“ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS PARA LA CONGELACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS,  
SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE UNA DE ELLAS PARA UN CASO ESPECÍFICO DE  
ESTUDIO”

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:  
TONATIUH TENORIO FERNANDEZ

TUTOR PRINCIPAL  
ISAÍAS ALEJANDRO ANAYA DURAND  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, FACULTAD DE QUÍMICA

MÉXICO, D. F. JUNIO 2013



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: Dr. Montiel López José Ramón Fco. J.

Secretario: M.C. Aguilar González Jorge Luis

Vocal: M.I. Villanueva Moreno Carlos Vocal

1 er. Suplente: Ing. Durán Preciado Alfonso

2 d o. Suplente: M.I. Anaya Durand Isaías Alejandro

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: México, D.F.

**TUTOR DE TESIS:**

ISAÍAS ALEJANDRO ANAYA DURAND

-----  
**FIRMA**

## Índice

		Página
	Resumen	1
1	Introducción	3
2	Justificación	4
3.	Objetivos	4
3.1	Objetivo general	4
3.2	Objetivo específico	4
4.	Análisis del mercado	5
4.1	Análisis de los hábitos de consumo de frutas y de hortalizas frescas así como procesadas	6
4.2	Análisis de los clientes y del mercado de frutas y de hortalizas congeladas	7
4.3	Análisis de los oferentes de frutas y de hortalizas procesadas	7
4.4	Tipología de las empresas congeladoras en México	9
4.5	Canales de distribución de las frutas y de las hortalizas congeladas	10
4.6	Producción nacional de frutas y de hortalizas congeladas	11
4.7	Panorama internacional de exportaciones y de importaciones de hortalizas congeladas	14
4.7.1	Exportaciones	14
4.7.2	Importaciones	16
4.8	Análisis del ambiente socio económico	17
4.8.1.	Factores sociodemográficos en México	17
4.8.2.	Perspectiva económica para México	17
4.8.3.	Factores económicos en la industria alimentaria	18
4.8.4.	Estrategia de producción y de mercado	19
5.	Ingeniería conceptual	19
5.1	Principios de operación	20
5.2	Descripción de los equipos preseleccionados	23
5.2.1.	Armario de Congelación (AC)	23
5.2.2.	Congelador Túnel con nitrógeno líquido (CT-LNF)	24
5.2.3.	Congelador de Inmersión (CI)	26
5.2.4.	Congelador de Cinta en Espiral (CCE)	26
5.2.5.	Congelador de Placas Múltiples (CPM)	27
5.2.6.	Congelador Túnel de Lecho Fluidizado (CT-LF)	27
5.3	Selección de la tecnología	28
6	Localización de la planta	42
6.1.	Macrolocalización. Factores primarios	43
6.1.1.	Suministro de materias primas	43
6.1.1.1.	Disponibilidad de proveedores existentes o futuros	43
6.1.1.2.	Distancia, tiempos y costos	46
6.1.2.	Mercados	50
6.1.2.1	Principales zonas urbanas	50
6.1.2.2.	Distancia, tiempos y costos	51
6.1.3.	Suministro de energía	56
6.1.4.	Suministro de agua	57
6.1.4.1.	Grado de presión sobre el recurso hídrico	57
6.1.4.2.	Calidad fisicoquímica del agua	58
6.1.5	Temperatura y humedad relativa	59
6.1.6	Sismos	60
6.1.7	Huracanes	63
6.1.8	Selección de la macrolocalización	68

		Página
6.2	Microlocalización. Factores específicos	68
6.2.1	Regiones agrícolas en Michoacán	68
6.2.2.	Comunicación y transportes	72
6.2.3	Mano de obra	72
6.2.31	Disponibilidad de personal especializado	72
6.2.3.2	Disponibilidad de personal no especializado	75
6.2.3.3	Estabilidad de los salarios	76
6.2.4	Impuestos	76
6.2.5	Disposición de los residuos	77
6.2.6	Leyes reguladoras y códigos de construcción	77
6.2.7	Características del lugar	78
6.2.8	Factores de la comunidad	79
6.2.8.1	Rural o urbana	79
6.2.8.2	Aspectos culturales	79
6.2.8.3	Sistemas escolares	81
6.2.8.4	Diversiones	81
6.2.8.5	Servicios médicos	81
6.2.8.6	Centros de suministro comercial	83
6.2.9	Selección de la microlocalización	84
7	Factores determinantes del mercado, del producto y de la producción	84
7.1	Determinación del mercado y del producto	84
7.1.1	Frutas y hortalizas congeladas que actualmente se ofrecen en el mercado	84
7.1.2	Estimación del mercado	88
7.1.2.1	Tamaño muestral	88
7.1.2.2	Modo de muestreo	88
7.1.2.3	Codificación, tabulación e interpretación de los resultados	89
7.1.3	Especificación del producto	94
7.1.3.1	Selección del envase	95
7.2.	Factores condicionantes de la producción	96
7.2.1	Estacionalidad y perecibilidad de materias primas	96
7.2.2	Limitaciones de materias primas	96
7.2.3	Demanda	97
8	Ingeniería básica	98
8.1	Microlocalización	98
8.2	Flujograma completo del proceso de congelación	98
8.3	Tecnología adoptada	99
8.3.1	Equipo de proceso	99
8.3.3	Equipos Auxiliares	115
8.4	Especificación de la materia prima	126
8.4.1	Propiedades de la materia prima	126
8.4.2	Requerimientos de calidad de materias primas	128
8.4.3	Evaluación técnica de la materia prima	130
8.5	Especificación de los productos, subproductos y efluentes	130
8.5.1	Productos	130
8.5.2	Subproductos	131
8.5.3	Efluentes	131
8.5.4	Control de calidad	133
8.6	Requerimiento de mano de obra e insumos	133
8.7	Salud ocupacional, seguridad y sanidad industrial	134
8.8	Servicios auxiliares	142
8.8.1	Agua	142

		Página
8.8.1.1	Agua de proceso	143
8.8.1.2	Agua de alimentación a la caldera	144
8.8.1.3	Agua de enfriamiento	145
8.8.1.4	Agua para propósitos generales	146
8.8.2	Vapor	146
8.9	Planes de expansión	146
8.10	Programa de producción	146
8.11	Balance de materia y energía	148
8.12	Drenajes y tuberías de equipo	153
8.12.1	Drenajes	153
8.12.2	Tuberías de equipo	153
8.13	Instalación eléctrica	155
8.13.1	Alumbrado	155
8.13.2	Tomas de corriente por área	156
8.13.3	Red de alimentación a motores y máquinas	157
8.13.4	Transformador	158
8.13.5	Instalaciones	159
9	Diagramas	160
10	Evaluación económica	161
10.1	Precios de materias primas	161
10.2	Costos de producción	168
10.2.1	Costos fijos	168
10.2.1.1	Mano de obra directa	168
10.2.1.2	Mano de obra indirecta	169
10.2.1.3	Auditorías de calidad	170
10.2.1.4	Costos de pruebas de laboratorio	170
10.2.2	Costos variables de producción	171
10.2.2.1	Agua	171
10.2.2.2	Costos de empaque	171
10.3	Costos de equipo	172
10.4	Costos de instalaciones	174
10.5	Financiamiento	175
10.6	Evaluación económica	176
10.7	Análisis de sensibilidad	181
10.8	Punto de equilibrio	183
10.9	Aumento del precio de las frutas y de las hortalizas frescas sometidas a congelamiento	184
11	Resultados	186
12	Conclusiones	191
13	Bibliografía	194
Anexo A-1	Memoria de cálculo de la macrolocalización por el método AHP	199
Anexo A-2	Memoria de cálculo de la microlocalización por el método AHP	209
Anexo A-3	Cuestionario del consumidor de frutas y de hortalizas	226
Anexo A-4	Memoria de cálculo de las cargas térmicas	228
A-4.1	Carga de enfriamiento de la cámara de conservación de materias primas	228
A-4.2	Cálculo de la carga de enfriamiento de la cámaras de conservaciones de producto congelado	235
A-4.3	Cálculo de la carga de enfriamiento de la nave de producción	239
A-4.4	Cálculo de la carga de enfriamiento del túnel de congelamiento	241
A-4.5	Diseño del sistema de compresión	242
A-4.6	Determinación de parámetros básicos de la caldera	250
A-4.7	Determinación de parámetros básicos de la torre de enfriamiento	251

		<b>Página</b>
<b>A-4.8</b>	<b>Balance de materia con base inicial de 700 kg/h de producto congelado</b>	<b>254</b>
<b>A-4.9</b>	<b>Dimensionamiento del recibidor de amoníaco</b>	<b>258</b>
<b>A-4.10</b>	<b>Cálculo del flujo volumétrico de agua</b>	<b>260</b>
<b>Anexo A-5</b>	<b>Planos y diagramas</b>	<b>262</b>
<b>Anexo A-5.1</b>	<b>Plano de la microlocalización del proyecto</b>	<b>262</b>
<b>Anexo A-5.2</b>	<b>Diagrama de flujo de proceso</b>	<b>263</b>
<b>Anexo A-5.3</b>	<b>Diagrama de flujo del agua de proceso</b>	<b>264</b>
<b>Anexo A-5.4</b>	<b>Diagrama de la instalación eléctrica</b>	<b>265</b>
<b>Anexo A-5.5</b>	<b>Diagrama de flujo de servicios auxiliares</b>	<b>266</b>

## Indice de Tablas, Figuras, Gráficas y Fotografías

### Tablas

	Página	
Tabla 4.1	Matriz de profundidad	5
Tabla 4.2	Estudios recomendados	6
Tabla 4.3	Exportaciones e importaciones de conservas de hortalizas en el 2007 y en el 2010	6
Tabla 4.4	Empresas congeladoras de frutas y de hortalizas presentes en el mercado mexicano	9
Tabla 4.5	Producción anual total y promedio de productos congelados, periodo 2005-2008	11
Tabla 4.6	Producción en México de frutas y de hortalizas congeladas en el periodo 2005-2008	12
Tabla 4.7	Producción de los cuatro productos congelados mayoritarios en el periodo 2005-2008	12
Tabla 4.8	Producción en el periodo 2005-2008, de los seis productos congelados minoritarios	13
Tabla 4.9	Hortalizas mexicanas congeladas exportadas en el periodo 2003-2007	15
Tabla 4.10	Exportaciones de las hortalizas congeladas en el año 2007	15
Tabla 4.11	Importaciones de las hortalizas congeladas en el año 2007	16
Tabla 5.1	Escala de intensidad de la importancia	30
Tabla 5.2	Comparación de criterios	31
Tabla 5.3	Determinación de la importancia relativa	32
Tabla 5.4	Consistencia aleatoria (CA)	33
Tabla 5.5	Razón de inconsistencia (RI)	33
Tabla 5.6	Comparación de alternativas para el Criterio 1	34
Tabla 5.7	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 1	34
Tabla 5.8	Razón de inconsistencia (RI) del Criterio 1	35
Tabla 5.9	Comparación de alternativas para el Criterio 2	35
Tabla 5.10	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 2	35
Tabla 5.11	Razón de inconsistencia (RI) del Criterio 2	36
Tabla 5.12	Comparación de alternativas para el Criterio 3	36
Tabla 5.13	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 3	36
Tabla 5.14	Razón de inconsistencia (RI) del Criterio 3	37
Tabla 5.15	Comparación de alternativas para el Criterio 4	37
Tabla 5.16	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 4	37
Tabla 5.17	Razón de inconsistencia (RI) del Criterio 4	38
Tabla 5.18	Comparación de alternativas para el Criterio 5	38
Tabla 5.19	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 5	38
Tabla 5.20	Razón de inconsistencia (RI) del Criterio 5	39
Tabla 5.21	Comparación de alternativas para el Criterio 6	39
Tabla 5.22	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 6	39
Tabla 5.23	Razón de inconsistencia (CI) del Criterio 6	40
Tabla 5.24	Comparación de alternativas para el Criterio 7	40
Tabla 5.25	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 7	40
Tabla 5.26	Razón de inconsistencia (RI) del criterio 7	41
Tabla 5.27	Comparación de alternativas para el Criterio 8	41
Tabla 5.28	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 8	41
Tabla 5.29	Razón de inconsistencia (RI) del Criterio 8	42
Tabla 5.30	Jerarquización de alternativas	42
Tabla 6.1	Producción de hortalizas y frutas en las 31 entidades federativas y en el Distrito Federal	44
Tabla 6.2	Estados con mayor producción de hortalizas y de frutas en el periodo 2005 -2009	45



	Página	
Tabla 6.3	Distancias, tiempos y costos de peaje. Transporte de hortalizas y de frutas de centros productores a Veracruz, Ver.	47
Tabla 6.4	Distancias, tiempos y costos de peaje. Transporte de hortalizas y frutas de centros productores a Morelia, Mich	48
Tabla 6.5	Distancias, tiempos y costos de peaje. Transporte de hortalizas y frutas de centros productores a Culiacan, Sin.	49
Tabla 6.6	Localidades con mayor población por entidad federativa	50
Tabla 6.7	Número de prestadores de servicios relacionados con los canales de comercialización de hortalizas y frutas en las principales zonas urbanas	52
Tabla 6.8	Distancias, tiempos y costos de peaje de la ruta más corta. Transporte de hortalizas y frutas congeladas de Veracruz Ver. a diferentes centros urbanos	53
Tabla 6.9	Distancias, tiempos y costos de peaje de la ruta más corta. Transporte de hortalizas y frutas congeladas de Morelia, Mich., a diferentes centros urbanos	54
Tabla 6.10	Distancias, tiempos y costos de peaje de la ruta más corta. Transporte de hortalizas y frutas congeladas de Culiacán, Sin. a diferentes centros urbanos	55
Tabla 6.11	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica por entidad federativa	56
Tabla 6.12	Grado de presión sobre el recurso hídrico en las RHA de los estados en cuestión	58
Tabla 6.13	Clasificación de la calidad del agua muestreada en función de la DBO <sub>5</sub> , la DBO y los SST	59
Tabla 6.14	Temperaturas y humedad relativa promedio del periodo 1981-2000	60
Tabla 6.15	Sismos de magnitudes superiores a los 5.5 en Escala de Richter registrados en México, en el periodo 1899-2010	61
Tabla 6.16	Catálogo de sismos del primero de enero del 2006 al 20 de septiembre del 2011. Desde una magnitud mínima de 5.0 hasta una máxima de 9.5	62
Tabla 6.17	Ciclones que afectaron a Veracruz, Michoacán y Sinaloa de 1970 a 2009	65
Tabla 6.18	Características de las diferentes regiones agrícolas en Michoacán	69
Tabla 6.19	Nivel de escolaridad de los municipios preseleccionados	74
Tabla 6.20	Población sin educación media superior	75
Tabla 6.21	Salario mínimo por zona	76
Tabla 6.22	Tarifas de pago por licencia	77
Tabla 6.23	Población total y población afiliada a las diferentes asociaciones religiosas	79
Tabla 6.24	Condición de derechohabientes en los diferentes municipios	82
Tabla 6.25	Tasas de participación económica	83
Tabla 7.1	Variedades de productos en el mercado nacional	86
Tabla 7.2	Respuestas de la pregunta uno del cuestionario	90
Tabla 7.3	Respuestas de la pregunta tres del cuestionario	90
Tabla 7.4	Respuestas de la pregunta cuatro del cuestionario	91
Tabla 7.5	Respuestas de la pregunta seis del cuestionario	91
Tabla 7.6	Respuestas de la pregunta siete del cuestionario	92
Tabla 7.7	Respuestas de la pregunta ocho del cuestionario	92
Tabla 7.8	Respuestas de la pregunta nueve del cuestionario	92
Tabla 7.9	Respuestas de la pregunta diez del cuestionario	93
Tabla 7.10	Respuestas de la pregunta once del cuestionario	93
Tabla 7.11	Respuestas de la pregunta doce del cuestionario	94
Tabla 8.1	Equipos del proceso, nombre y descripción de la operación unitaria. Indicación de tabla, figura o fotografía de referencia	101
Tabla 8.2	Especificaciones del sistema de lavado	105
Tabla 8.3	Especificaciones de la tina de desinfección	105
Tabla 8.4	Condiciones de almacenamiento de frutas y de hortalizas	105
Tabla 8.5	Especificaciones de las cámaras de conservación	106
Tabla 8.6	Especificaciones de cajas y pallets (tarimas). Disposición en las cámaras de conservación	106

		Página
Tabla 8.7	Especificaciones de equipos del ciclo de refrigeración de la cámara de conservación de materia prima <sup>1</sup> y de la nave de producción	107
Tabla 8.8	Especificaciones banda transportadora de selección	108
Tabla 8.9	Especificaciones del Pelador-lavador WSP-200	108
Tabla 8.10	Especificaciones de lavadora por inmersión de alta producción	108
Tabla 8.11	Especificaciones del cortador	109
Tabla 8.12	Especificaciones del escaldador	109
Tabla 8.13	Especificaciones del Congelador Túnel de Lecho Fluidizado	110
Tabla 8.14	Especificaciones de los equipos del ciclo de refrigeración del congelador	111
Tabla 8.15	Especificaciones de la envasadora	112
Tabla 8.16	Especificaciones del detector de metales	112
Tabla 8.17	Especificaciones de la selladora de bolsa	113
Tabla 8.18	Especificaciones del codificador de bolsa	113
Tabla 8.19	Especificaciones del sellador de cajas	113
Tabla 8.20	Especificaciones del codificador de cajas	114
Tabla 8.21	Especificaciones de equipos del ciclo de refrigeración de la cámara de conservación de productos	114
Tabla 8.22	Equipos auxiliares, nombre y descripción del servicio. Indicación de tabla, figura, fotografía o diagrama de flujo referentes	116
Tabla 8.23	Especificaciones de la caldera	119
Tabla 8.24	Especificaciones de la torre de enfriamiento	119
Tabla 8.25	Especificaciones del compresor de aire	120
Tabla 8.26	Especificaciones del recibidor de amoníaco	120
Tabla 8.27	Especificaciones de los equipos del sistema suavizador y purificador de agua	121
Tabla 8.28	Especificaciones de la planta de tratamiento de agua residual	122
Tabla 8.29	Especificaciones del elevador de cangilones	124
Tabla 8.30	Especificaciones de la tolva	124
Tabla 8.31	Composición de frutas y hortalizas por cada 100 g	127
Tabla 8.32	Pruebas de calidad de productos	130
Tabla 8.33	Límites máximos permisibles de contaminantes NOM-CCA- 031, NOM-032-1993 y NOM-001-ECOL-1996	132
Tabla 8.34	Límites máximos permisibles de contaminantes NOM-070-ECOL-1994	132
Tabla 8.35	Personal administrativo, de supervisión y de dirección	133
Tabla 8.36	Requerimientos de materias primas, insumos, uso de agua y consumo energético	134
Tabla 8.37	Buenas prácticas de higiene y sanidad en el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas	135
Tabla 8.38	Condiciones de seguridad en edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo	139
Tabla 8.39	Caracterización bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozo	142
Tabla 8.40	Límites permisibles de calidad de agua para uso y consumo humano	143
Tabla 8.41	Valores recomendados por ABMA (American Boiler Manufacturers Association) para los estándares de calidad de pureza del vapor	145
Tabla 8.42	Límites aproximados del agua de enfriamiento	145
Tabla 8.43	Duración de la temporada de cosecha y estado productor	147
Tabla 8.44	Programa de producción	148
Tabla 8.45	Calor intercambiado por equipo	148
Tabla 8.46	Balance de materia unificado	152
Tabla 8.47	Diámetros de tuberías de desagüe por mueble	153
Tabla 8.48	Diámetros especificados para tuberías	154
Tabla 8.49	Niveles de iluminación en las diferentes áreas de trabajo	155
Tabla 8.50	Tomas de corriente por área	156
Tabla 8.51	Potencia de alimentación a motores y máquinas	157

		Página
Tabla 8.52	Potencia aparente total	158
Tabla 10.1	Precio del apio en el periodo 2009-2012	161
Tabla 10.2	Precio de la manzana en el periodo 2009-2012	162
Tabla 10.3	Precio de la piña en el periodo 2009-2012	164
Tabla 10.4	Precios de la uva	165
Tabla 10.5	Precios de la col de bruselas	166
Tabla 10.6	Precios del espárrago en el 2012	167
Tabla 10.7	Precios de materias primas	168
Tabla 10.8	Materia prima necesaria y producción total	168
Tabla 10.9	Costo mensual de mano de obra directa	169
Tabla 10.10	Costo de mano de obra directa	169
Tabla 10.11	Costo de mano de obra indirecta	169
Tabla 10.12	Costo de las auditorías de calidad	170
Tabla 10.13	Costos de pruebas de laboratorio	170
Tabla 10.14	Costo del agua	171
Tabla 10.15	Costos del empaque	171
Tabla 10.16	Costos de producción	172
Tabla 10.17	Costos totales de producción	172
Tabla 10.18	Costos de equipo	172
Tabla 10.19	Costos de instalaciones	174
Tabla 10.20	Costo del capital fijo	175
Tabla 10.21	Anualidades del financiamiento	175
Tabla 10.22	Pagos del financiamiento	176
Tabla 10.23	Variación de la inflación en el periodo 2008-2012	177
Tabla 10.24	Ingresos totales por venta	177
Tabla 10.25	Flujos de efectivo	179
Tabla 10.26	Estado de resultados	180
Tabla 10.27	Variación de la TIR respecto al financiamiento	181
Tabla 10.28	Variaciones de la TIR por cambios en el volumen de producción	182
Tabla 10.29	Aumento de precio de frutas y hortalizas congeladas en el mercado	184
Tabla 10.30	Aumento de precio de frutas y hortalizas en este proyecto	185
Tabla A-1.1	Comparación de Criterios	200
Tabla A-1.2	Determinación de la importancia relativa	201
Tabla A-1.3	Razón de inconsistencia	202
Tabla A-1.4	Comparación de alternativas para el Criterio 1	202
Tabla A-1.5	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 1	202
Tabla A-1.6	Razón de inconsistencia del Criterio 1	203
Tabla A-1.7	Comparación de alternativas para el Criterio 2	203
Tabla A-1.8	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 2	203
Tabla A-1.9	Razón de inconsistencia del Criterio 2	203
Tabla A-1.10	Comparación de alternativas para el Criterio 3	204
Tabla A-1.11	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 3	204
Tabla A-1.12	Razón de inconsistencia del Criterio 3	204
Tabla A-1.13	Comparación de alternativas para el Criterio 4	204
Tabla A-1.14	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 4	204
Tabla A-1.15	Razón de inconsistencia del Criterio 4	205
Tabla A-1.16	Comparación de alternativas para el Criterio 5	205
Tabla A-1.17	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 5	205
Tabla A-1.18	Razón de inconsistencia del Criterio 5	205
Tabla A-1.19	Comparación de alternativas para el Criterio 6	206
Tabla A-1.20	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 6	206
Tabla A-1.21	Razón de inconsistencia del Criterio 6	206

		Página
Tabla A-1.22	Comparación de alternativas para el Criterio 7	206
Tabla A-1.23	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 7	207
Tabla A-1.24	Razón de inconsistencia del Criterio 7	207
Tabla A-1.25	Comparación de alternativas para el Criterio 8	207
Tabla A-1.26	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 8	207
Tabla A-1.27	Razón de inconsistencia del Criterio 8	207
Tabla A-1.28	Comparación de alternativas para el Criterio 9	208
Tabla A-1.29	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 9	208
Tabla A-1.30	Razón de inconsistencia del Criterio 9	208
Tabla A-1.31	Jerarquización de las Alternativas	208
Tabla A-2.1	Comparación de criterios	210
Tabla A-2.2	Determinación de la importancia relativa	210
Tabla A-2.3	Razón de inconsistencia	210
Tabla A-2.4	Comparación de subcriterios correspondientes a la mano de obra	211
Tabla A-2.5	Comparación de subcriterios correspondientes a los factores de la comunidad	211
Tabla A-2.6	Determinación de la importancia relativa de subcriterios correspondientes a la mano de obra	212
Tabla A-2.7	Determinación de la importancia relativa de subcriterios correspondientes a los factores de la comunidad	212
Tabla A-2.8	Razón de inconsistencia de subcriterios correspondientes a la mano de obra	212
Tabla A-2.9	Razón de inconsistencia de subcriterios correspondientes a los factores de la comunidad	213
Tabla A-2.10	Comparación de alternativas para el Criterio 1	213
Tabla A-2.11	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 1	213
Tabla A-2.12	Razón de Inconsistencia para el Criterio 1	214
Tabla A-2.13	Comparación de alternativas para el Subcriterio 1 del Criterio 2	214
Tabla A-2.14	Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 1 del Criterio 2	214
Tabla A-2.15	Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 1 del Criterio 2	214
Tabla A-2.16	Comparación de alternativas para el Subcriterio 2 del Criterio 2	215
Tabla A-2.17	Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 2 del Criterio 2	215
Tabla A-2.18	Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 2 del Criterio 2	215
Tabla A-2.19	Comparación de alternativas para el Subcriterio 3 del Criterio 2	215
Tabla A-2.20	Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 3 del Criterio 2	216
Tabla A-2.21	Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 3 del Criterio 2	216
Tabla A-2.22	Comparación de alternativas para el Criterio 3	216
Tabla A-2.23	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 3	216
Tabla A-2.24	Razón de Inconsistencia para del Criterio 3	217
Tabla A-2.25	Comparación de alternativas para el Criterio 4	217
Tabla A-2.26	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 4	217
Tabla A-2.27	Razón de Inconsistencia para del Criterio 4	218
Tabla A-2.28	Comparación de alternativas para el Criterio 5	218
Tabla A-2.29	Determinación de las importancias relativas para el Criterio 5	218
Tabla A-2.30	Razón de Inconsistencia para del Criterio 5	218
Tabla A-2.31	Comparación de alternativas para el Subcriterio 1 del Criterio 6	219
Tabla A-2.32	Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 1 del Criterio 6	219
Tabla A-2.33	Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 1 del Criterio 6	219
Tabla A-2.34	Comparación de alternativas para el Subcriterio 2 del Criterio 6	220
Tabla A-2.35	Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 2 del Criterio 6	220
Tabla A-2.36	Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 2 del Criterio 6	220
Tabla A-2.37	Comparación de alternativas para el Subcriterio 3 del Criterio 6	220
Tabla A-2.38	Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 3 del Criterio 6	221
Tabla A-2.39	Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 3 del Criterio 6	221

		Página
Tabla A-2.40	Comparación de alternativas para el Subcriterio 4 del Criterio 6	221
Tabla A-2.41	Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 4 del Criterio 6	221
Tabla A-2.42	Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 4 del Criterio 6	222
Tabla A-2.43	Comparación de alternativas para el Subcriterio 5 del Criterio 6	222
Tabla A-2.44	Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 5 del Criterio 6	222
Tabla A-2.45	Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 5 del Criterio 6	222
Tabla A-2.46	Comparación de alternativas para el Subcriterio 6 del Criterio 6	223
Tabla A-2.47	Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 6 del Criterio 6	223
Tabla A-2.48	Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 6 del Criterio 6	223
Tabla A-2.49	Recalculo de las Importancias relativas	224
Tabla A-2.50	Jerarquización de alternativa	225
Tabla A-4.1.1	Temperatura media exterior en las diferentes superficies de la cámara y diferencia de temperaturas, exterior e interior	229
Tabla A-4.1.2	Área de superficies. Cálculo del calor que se transfiere a la cámara por paredes, techo y suelo	231
Tabla A-4.1.3	Propiedades del aire	232
Tabla A-4.1.4	Calores específicos y de respiración de frutas y de hortalizas	232
Tabla A-4.2.1	Cálculo del gradiente térmico	235
Tabla A-4.2.2	Cálculo de la transferencia de calor en superficies	236
Tabla A-4.2.3	Propiedades del aire	237
Tabla A-4.3.1	Áreas de superficies. Cálculos del gradiente térmico y el calor transferido	239
Tabla A-4.3.2	Propiedades del aire	240
Tabla A-4.4.1	Propiedades del aire	241
Tabla A-4.4.2	Diferencias de temperatura y capacidades caloríficas	242
Tabla A-4.4.3	Calor cedido en el enfriamiento y congelación	242
Tabla A-4.5.1	Entalpías estimadas del diagrama de Mollier del Amoniaco	243
Tabla A-4.5.2	Selección del compresor con velocidad de giro de 1000 rpm	248
Tabla A-4.5.3	Selección del compresor con velocidad de giro de 1 450 rpm	248
Tabla A-4.5.4	Selección del compresor con velocidad de giro de 1 800 rpm	248
Tabla A-4.5.5	Selección del compresor con velocidad de giro de 1 000 rpm	249
Tabla A-4.5.6	Selección del compresor con velocidad de giro de 1 450 rpm	249
Tabla A-4.5.7	Selección del compresor con velocidad de giro de 1 800 rpm	249
Tabla A-4.5.8	Temperaturas en el condensador	249
Tabla A-4.6.1	Características del vapor saturado	250

## Figuras

		Página
Figura 4.1	Canales de distribución de frutas y de hortalizas congeladas	10
Figura 5.1	Clasificación de los equipos de congelación	20
Figura 5.2	Contacto directo	21
Figura 5.3	Contacto indirecto	21
Figura 5.4	Proceso de congelación de una sola etapa	22
Figura 5.5	Proceso de congelación de etapas múltiples	23
Figura 5.6	Arreglo jerárquico	29
Figura 6.1	Regiones Hidrológicas Administrativas de México	57
Figura 8.1	Flujograma del proceso de congelación de frutas y hortalizas	98
Figura 8.2	Diagrama de bloques unificado	100
Figura 8.3	Tina de lavado	105
Figura 8.4	Tina de desinfección	105
Figura 8.5	Distribución de la materia prima y del producto congelado	106
Figura 8.6	Banda transportadora de selección	108
Figura 8.7	Cortador Urschel DiversaCut 2110	109



		Página
Figura 8.8	Funcionamiento del Octofrost	110
Figura 8.9	Caldera PIMMSA modelo CPV7.5	119
Figura 8.10	Partes de la planta paquete de tratamiento de aguas residuales con un Activador Biológico Rotativo “Bio-Reactor A/S”, de la marca AQUAPUR del Grupo AMDS	123
Figura 8.11	Diagrama de flujo de planta de tratamiento de agua	125
Figura 8.12	Diagramas de flujo del proceso de congelación de frutas y de hortalizas	149
Figura A-1.1	Arreglo jerárquico	199
Figura A-2.1	Arreglo jerárquico	209
Figura A-4.1.1	Diagrama psicrométrico	233
Figura A-4.5.1	Diagrama de Mollier del Amoniaco	244
Figura A-4.5.2	Enfriador intermedio de sistema de inyección total	245
Figura A-4.5.3	Dimensiones del enfriador intermedio	247
Figura A-4.7.1	Diagrama de flujo de la torre de enfriamiento	251
Figura A-4.9.1	Gráfica de Abakians	259

### Gráficas

		Página
Gráfica 4.1	Distribución porcentual de la producción anual total y promedio de productos congelados, periodo 2005-2008	11
Gráfica 4.2	Variación de la producción de las cuatro principales frutas y hortalizas congeladas	13
Gráfica 4.3	Variación de la producción minoritaria de frutas y de hortalizas congeladas, periodo 2005-2008	14
Gráfica 4.4	Variación de la cantidad de las hortalizas congeladas exportadas por México en el periodo 2003-2007	15
Gráfica 10.1	Variación del precio del apio	162
Gráfica 10.2	Variación del precio de la Manzana	163
Gráfica 10.3	Variación del precio de la Piña	164
Gráfica 10.4	Variación del precio de la Uva	165
Gráfica 10.5	Variación del precio de la col de bruselas	166
Gráfica 10.6	Variación del precio del espárrago	167
Gráfica 10.7	Variación de la TIR respecto al financiamiento	181
Gráfica 10.8	Variaciones de la TIR por cambios en el volumen de producción	183
Gráfica 10.9	Punto de equilibrio	183

### Fotografías

		Página
Fotografía 8.1	Pelador-lavador Magnuson WSP-2000	108
Fotografía 8.2	Lavadora por inmersión de alta producción Commercial Manufacturing	108
Fotografía 8.3	Cortador Urschel DiversaCut 2110	109
Fotografía 8.4	Escaldador ABCO Industries Limited serie L	110
Fotografía 8.5	OctoFrost 3/2	111
Fotografía 8.6	Envasadora Gusther Modelo TA2	112
Fotografía 8.7	Detector de metales Brapenta modelo Icelander Quattro CT	112
Fotografía 8.8	Selladora de bolsas Multivac modelo C 500	113
Fotografía 8.9	Codificador Prinjet modelo Maxima Ez Plus	113
Fotografía 8.10	Sellador de cajas Little David modelo LD-7D	113
Fotografía 8.11	Codificador Little David modelo Microjet II	114
Fotografía 8.12	Torre de enfriamiento Reymosa modelo HRFG-404103	120

		<b>Página</b>
<b>Fotografía 8.13</b>	<b>Planta de tratamiento de aguas residuales paquete con un Activador Biológico Rotativo “Bio-Reactor A/S”, de la marca AQUAPUR del Grupo AMDS</b>	<b>123</b>
<b>Fotografía 8.14</b>	<b>Elevador de cangilones</b>	<b>124</b>
<b>Fotografía 8.15</b>	<b>Piso epóxico con terminación de cáscara de naranja</b>	<b>159</b>
<b>Fotografía 8.16</b>	<b>Vertices de piso redondeados</b>	<b>159</b>
<b>Fotografía 8.17</b>	<b>Espacio entre plafón y techo de estructura metálica</b>	<b>160</b>

## Resumen

La congelación rápida de alimentos frescos o precocinados, fomenta la formación de pequeños cristales de hielo, preservando la estructura celular de estos y por ende conservando la calidad inicial de los productos, está puede darse por la aplicación de gases criogénicos ( $N_2$  líquido, principalmente), cuya duración es de entre 1 a 15 minutos o con el uso de equipos mecánicos (compresores frigoríficos, evaporadores, condensadores y otras maquinas auxiliares). El objetivo de este proyecto es aplicar una alternativa tecnológica de congelación que aproveche las frutas y las hortalizas mexicanas de la preferencia de los consumidores, que no se encuentren en el mercado de congelados, la cual genere aumento en la cadena de valor de los productos, participe en satisfacer la demanda del mercado nacional e internacional y que su implantación sea económicamente factible. Para ello; se realizó un análisis del mercado de las frutas y de las hortalizas congeladas, que diera la oportunidad de conocer el desarrollo del mercado en México; se estudiaron los principios de operación, las ventajas y las desventajas del uso de las diferentes tecnologías de congelación y se seleccionó la más adecuada; se analizaron los factores determinantes de la macrolocalización y la microlocalización de la planta y se eligieron las óptimas; se examinaron los factores determinantes del producto y de la producción; se determinaron las preferencias del cliente en el aumento de precio, las variedades, el empaque y la presentación; se diseño una línea de producción que fuera capaz de procesar diferentes variedades de frutas y de hortalizas, para la producción prevista y que asegurara la calidad, sanidad, higiene e inocuidad de los productos, así mismo se seleccionaron los equipos de proceso y de servicios auxiliares necesarios para integrarla; se estimaron los costos de producción, los costos fijos, los costos variables, los costos de los equipos e instalaciones y el posible financiamiento, con lo cuales se calcularon los flujos de efectivo y se evaluó la factibilidad del proyecto. La selección de la tecnología, la macrolocalización y la microlocalización se realizó por el método multicriterio de Jerarquización Analítica (AHP), el cual toma en cuenta las importancias relativas a cada uno de los criterios de selección y la comparación de cada uno de ellos entre las posibilidades de selección. Se aplicó un cuestionario de preferencias del cliente a 205 personas, llevando a cabo un muestreo no aleatorio llamado "opinático puro", utilizando un sistema de cuotas, de 41 cuestionarios a cinco grupos poblacionales diferentes, los cuales fueron: personas dedicadas al hogar, personas empleadas con hijos, personas empleadas solteras, estudiantes que viven solos e instituciones que proveen alimentos. Los criterios de aceptación económica del proyecto fueron que: el Valor Actual Neto (VAN) debe ser mayor o igual a cero, la Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR) establecida fue en la que la Tasa Interna de Rendimiento calculada sea mayor al Costo Promedio Ponderado del Capital (CPPC) y que la razón beneficio-costos debe ser igual a 1. Los Flujos de efectivo calculados en la evaluación económica se estimaron suponiendo 15 años de vida útil de la planta, sometidos al 6% de inflación, la depreciación de los equipos fue de 10% y 6.67% para los edificios e instalaciones, el impuesto sobre la renta se estimó en 28% y el reparto de utilidades 10% de la utilidad bruta, se dispuso que el 40% de la inversión total sea financiada y un 60% sea de capital propio, con un costo de capital de 10 y 14 %, respectivamente, debiéndose recuperar ambos en un plazo no mayor a 10 años, el CPPC correspondientes a las tasa de descuento combinadas es del 12.4%. Los resultados obtenidos fueron los siguientes; la tecnología seleccionada fue el congelador túnel de lecho fluidizado, siendo la segunda más importante el armario de congelación, seguida del congelador de cinta en espiral; Michoacán fué la alternativa de macrolocalización más favorable ya que la ponderación obtenida lo sitúa por encima de Veracruz y Sinaloa; la microlocalización elegida fue el predio formado por el lote



número cinco y parte del lote número cuatro, ubicado en la colonia agrícola “El Zapote”, del municipio de Álvaro Obregón, en el distrito de Zinapécuaro, Michoacán, el cuál fue la opción más propicia, ya que el puntaje obtenido lo sitúa por encima de los municipios de Zamora y Apatzingán; la evaluación económica muestra que el porcentaje de aumento de la utilidad es de 49.31%, con en que el VAN es igual a 0.009, la razón beneficio costo a 1, la TIR y TMAR a 13.32 %, cumpliendo con el criterio de aceptación del proyecto al superar el 12.4 % del CPPC, estos criterios fueron modificados al variar las fracciones de la inversión obtenidas por capital prestado y su tasa de interés, asegurando la factibilidad con una fracción de 0.5 y una tasa de interés desde 12.20 % hasta 8.60%; una de 0.45 desde 11% a 8.60 %; y la de 0.40 desde 9.80% a 8.60%, por lo que se debe contar con una fuente de financiamiento capaz de otorgar por lo menos el 40% del total de la inversión, así mismo la producción anual mínima para cumplir con los criterios de aceptación es de 3 370 752 kg, la disminución de ésta hasta en 1% causaría la inviabilidad de desarrollo del proyecto. Las conclusiones derivadas de este proyecto fueron las siguientes: la complejidad que implica integrar una línea de producción que tenga la peculiaridad de producir diferentes variedades de frutas y de hortalizas y de manipular diferentes materias primas, que aproveche los equipos que compartan etapas de proceso y los que representen la mayor parte de la inversión, derivan en la optimización de los recursos y de la rápida recuperación de la inversión inicial, la programación de la producción depende de la temporalidad y de los proveedores de las materias primas, siendo este un factor determinante en el margen de utilidad y en el precio final del producto; el costo devenido por los cuidados que aseguran un producto inocuo y de calidad, es el causante de generar parte del aumento en el precio después del proceso de congelación, el cual es tomado en cuenta en la evaluación económica, la cual cumple con los criterios de aceptación del proyecto, sin embargo estos son sensible a la disminución de la fracción del capital prestado y a la producción hasta en pequeñas cantidades y el aumento de la tasa de interés durante el financiamiento, provocando la infactibilidad del proyecto; el porcentaje en el que se incrementó el precio de las frutas y de las hortalizas frescas atribuible a la congelación de éstas, se encuentra cercano a los de las marcas existentes en el mercado, las frutas y las hortalizas frescas con un precio más alto, les corresponde uno menor que a las variedades más económicas, esto debido a que los costos fijos impactan de igual manera para cualquiera de éstas; el incremento porcentual en el precio inherente a la congelación supera ampliamente a lo deseado por los consumidores de frutas y de hortalizas frescas, sin embargo las congeladas tienen la ventaja de ofrecer un producto 100 % aprovechable el cual asegura la inocuidad y la calidad, facilita la preparación de los alimentos y aumenta la perecibilidad, beneficios de los que carecen las frutas y las hortalizas frescas, justificaciones expuestas por las persona encuestadas para no incluirlas en su dieta.

## 1. Introducción

La conservación de alimentos es muy antigua, remontándose a los tiempos bíblicos y a ubicaciones como el norte de África, el Medio Oriente y China, entre otras. Así los agricultores de hace más de 2000 años, escavaban agujeros en la tierra, en lugares secos donde conservaban cereales durante periodos de uno a varios años. En cambio la utilización de gases o mezclas de éstos, obtenidos por procedimientos industriales, se inicia a partir del siglo XX, como lo evidencia los trabajos austrohúngaros de 1900, dedicados al estudio de la conservación de productos cárnicos en una sala con atmósfera modificada por bióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, nitrógeno, N<sub>2</sub>, y oxígeno, O<sub>2</sub>, o las primeras tentativas, de 1930 a 1940, de empleo de gases (N<sub>2</sub> fundamentalmente) para la congelación de pescado y otros productos alimenticios, así como la aplicación, entre 1950 y 1960, de gases para la protección de vinos (Madrid,1994)<sup>46</sup>.

Se ha demostrado que la congelación rápida de los alimentos frescos o precocinados (carnes, pescados, verduras, frutas, etc.), conservan mejor la calidad inicial de los productos, debido a la formación de pequeños cristales de hielo, preservando en gran medida, la estructura original de éstos, a diferencia de la congelación lenta (que inició en la década de los 30's) en la cual se forman cristales de mayores dimensiones, los cuales producen roturas celulares (Gruda, 1989)<sup>30</sup>.

A la congelación rápida de los productos alimenticios, se le conoce como "ultracongelación", y se realiza en sólo unos minutos (máximo, 120), dependiendo del sistema utilizado:

- Ultracongelación por la aplicación de gases criogénicos (N<sub>2</sub> líquido, principalmente) a bajas temperaturas, cuya duración varía entre 1 a 15 minutos.
- Ultracongelación con equipos mecánicos (compresores frigoríficos y otras máquinas auxiliares), proceso que puede concluirse entre 15 a 120 minutos.

El consumo de alimentos congelados es de suma importancia en los mercados de Estados Unidos de Norteamérica, Dinamarca, Suiza, Noruega y Holanda, en general, en los países desarrollados, la demanda de estos productos ha crecido con una tasa media anual de un 12 %. De ahí que, en la mayoría de los países se prevea, para un futuro inmediato, el desarrollo de la tecnología frigorífica y el despunte de la producción de conservas de alimentos congelados (Gruda, 1989)<sup>30</sup>.

En comparación con la cocina tradicional, el empleo de alimentos congelados ofrece las siguientes ventajas:

- Menores requerimientos en el personal de cocina: reducción del número, 75% menos, y de exigencias en la calificación.
- Disminución de la necesidad de espacio.
- Mayor higiene en la preparación de platos.
- Menor requerimiento de actividad física, de entre un 40 y un 50 %.
- Continua disponibilidad de alimentos, independientemente de la estación del año.
- Posibilidad de adaptación a las necesidades del número de raciones y del tipo de artículos.
- Ahorro de tiempo en la preparación de alimentos.

## 2. Justificación

En México, los datos estadísticos indican que en el 2007 las importaciones y las exportaciones de conservas<sup>1</sup> de frutas y de hortalizas fueron de 131 837 325<sup>2</sup> dólares y 57 397 729 dólares, respectivamente, lo que muestra un déficit en la producción de estos productos, a pesar del extenso cultivo de una gran variedad de especies en todo el país.

La evolución de la industria de la conservación de alimentos ha sido y será un reflejo de los cambios registrados en el modo de vida social, como son entre otros, la preferencia por los buenos y variados alimentos preparados y la poca disponibilidad de tiempo.

En la actualidad, algunas empresas extranjeras ubicadas en territorio nacional dedicadas a la preparación de alimentos a partir de frutas y de hortalizas congeladas importan sus materias primas, ya que los costos de producción en otros países son más bajos y el aseguramiento en el cumplimiento de los estándares de calidad globalmente aceptados es más alto (consulta personal, SIMPLOT, 2009).

De lo anterior se desprende que: la industria de la congelación de frutas y de hortalizas en México ha evolucionado lentamente y, en el presente, se sigue importando la mayoría de los productos congelados que se consumen en el país; la industria mexicana no aplica las tecnologías que le permiten competir en el mercado, tanto en precio como en calidad y; el consumo de alimentos congelados será cada vez mayor.

Por lo tanto, la perspectiva de desarrollo de la producción de alimentos congelados es claramente optimista para un futuro cercano.

## 3. Objetivos

### 3.1. Objetivo general

Aplicar una alternativa tecnológica de congelación que aproveche las frutas y las hortalizas mexicanas, de la preferencia de los consumidores, que no se encuentren en el mercado de congelados, la cual genere aumento en la cadena de valor de los productos, cubra la demanda del mercado nacional e internacional y que su implantación sea económicamente factible.

### 3.2. Objetivo específico

Diseñar una planta congeladora de frutas y de hortalizas económicamente factible, que pueda tener la cualidad de ser flexible para trabajar con diferentes variedades de materias primas y cuyos productos cumplan con las especificaciones nacionales e internacionales del mercado y con los requerimientos de las normas, códigos y estándares nacionales e internacionales de calidad.

---

<sup>1</sup> Entendiéndose por conserva al alimento preparado de forma que se mantenga inalterado en sus propiedades hasta su consumo.

<sup>2</sup> Escritura de números y su signo decimal conforme a la Norma Mexicana NOM-008-SCFI-2002<sup>65</sup>

Analizar el mercado nacional e internacional de las frutas y de las hortalizas congeladas, así como las preferencias, creencias y los hábitos de consumo de sus posibles compradores.

Identificar las principales zonas productoras de las frutas y de las hortalizas frescas en México, los posibles proveedores de las materias primas y los principales canales de distribución del producto, que coadyuven a seleccionar la macrolocalización y la microlocalización óptima de la planta.

#### 4. Análisis del mercado

El análisis del mercado es la actividad clave para determinar el alcance de la investigación, los posibles programas de producción y la tecnología requerida.

De acuerdo con la metodología de Behrens y Hawraneck (1991)<sup>5</sup>, la profundidad del análisis de mercado se acota a cuatro categorías (o tipos) los cuales resultan de la interacción de las variables: "Complejidad del problema" e "Importancia del proyecto" en sus diferentes niveles o grados de valor: alto, medio o bajo como puede verse en la matriz siguiente (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Matriz de profundidad

Complejidad del problema \ Importancia del proyecto	Alto	Medio	Bajo
	Alto	I	I
Medio	I	II	III
Bajo	II	III	IV

Fuente: Behrens y Hawraneck, 1991<sup>5</sup>

Los requerimientos establecidos en esta metodología para cada una de las cuatro categorías o tipos son los siguientes:

##### Requerimientos del tipo I:

- Un muy preciso y comprensivo análisis
- Un análisis meticuloso del mercado y de la competencia.
- Probables opciones de estrategias.
- Refinación gradual de estrategias funcionales (mercado, producción, etc.), con una justificación.

##### Requerimiento del tipo II:

- Un análisis meticuloso del problema.
- Consideraciones aproximadas de las alternativas estratégicas más importantes.
- Un refinamiento gradual de las estrategias funcionales críticas.

##### Requerimientos del tipo III:

- Evaluación y descripción del problema del proyecto.
- Redacción de las opciones sin ser tan explícitas.

##### Requerimientos del tipo IV:

- Una evaluación simple de las condiciones del proyecto.
- Preparación de un concepto base de sólo los aspectos críticos más importantes.

Y las recomendaciones de estos autores para los diferentes estudios, pasando por alto las propias diferencias de los niveles de valor, son las siguientes (Tabla 4.2):

Tabla 4.2. Estudios recomendados

Estudio	Tipo de análisis
Factibilidad	II
Oportunidad	III o IV
Viabilidad	I

Fuente: Propuesto por Behrens y Hawraneck, 1991<sup>5</sup>

En concordancia con la metodología y las recomendaciones de Behrens y Hawraneck (1991)<sup>5</sup>, el análisis del mercado en este trabajo de tesis que corresponde a un estudio de viabilidad cuya complejidad del problema e importancia del proyecto se suscribe en el rango de alto a medio, lo que satisface los requerimientos establecidos en el Tipo I.

#### 4.1. Análisis de los hábitos de consumo de frutas y de hortalizas frescas así como procesadas

Aun cuando la generalidad de los mexicanos hasta hace unas cuantas décadas carecía de conocimientos sobre nutrición y mostraba poco interés en la salud, su dieta no era baja en productos naturales y nutritivos, constituyendo una parte importante de ésta el consumo de productos frescos, sobre todo aquéllos que son ricos en proteínas y de costo bajo, como las hortalizas.

Sin embargo, la incorporación de la mujer al área laboral y la subsecuente reducción de tiempo disponible para cocinar, ha modificado los hábitos de consumo y el mexicano(a) se ha visto en la necesidad de comprar productos preparados.

Asimismo, la creciente preocupación de un sector de la población por las dietas equilibradas, han llevado a sustituir el consumo de ciertos tipos de comidas rápidas, no tan saludables, por los vegetales ya preparados.

Así, el ritmo de vida de las grandes ciudades, la progresiva incorporación de la mujer a la vida laboral y la preocupación por una alimentación cada vez más sana, han provocado un incremento en el consumo de platos preparados y con ellos, de vegetales en conserva, esto es, de ingredientes ya listos para ser integrados en la comida (tomate, guisantes, maíz, etc.).

Los registros de exportaciones e importaciones de conservas de hortalizas en el 2007 y en el 2010, publicados por el INEGI (2008, 2011)<sup>33-35</sup> (Tabla 4.3), muestran un incremento que puede ser relacionado con el aumento de consumo de esta clase de productos, por ejemplo, las exportaciones aumentaron de 57 397 729 dólares en el 2007 a 332 797 571 dólares en el 2010 y en el caso de las importaciones el aumento fue de 131 837 325 dólares a 142 971 932 dólares.

Tabla 4.3. Exportaciones e importaciones de conservas de hortalizas en el 2007 y en el 2010

Exportaciones Producto	2010		2007
	Cantidad, kg	Valor en Dólares	Valor en Dólares
Hortalizas preparadas o conservadas, congeladas	33 67 993	25 292 792	10 767 991
Hortalizas, aunque estén cocidas en agua o vapor, congeladas	291 725 881	307 504 779	46 629 738
Total	295 093 874	332 797 571	57 397 729

Importaciones	2010		2007
	Cantidad, kg	Valor en Dólares	Valor en Dólares
Hortalizas preparadas o conservadas, congeladas	19 747 273	120 895 318	114 960 893
Hortalizas, aunque estén cocidas en agua o vapor, congeladas	192 74 718	22 076 614	16 876 432
Total	390 21 991	142 971 932	131 837 325

Fuente: INEGI (2008, 2011)<sup>33-35</sup>, Anuario estadístico del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos.

La relevancia de las conservas como generadoras de divisas es incomparablemente menor a la que tienen las hortalizas frescas, como se observa en los registros del 2010, año en el que captaron por la exportación de hortalizas congeladas 332 797 571 dólares (Tabla 4.3) y 4 380 867 597 dólares por las hortalizas frescas (INEGI, 2011)<sup>35</sup>.

#### 4.2. Análisis de los clientes y del mercado de frutas y de hortalizas congeladas

Todas las hortalizas y las frutas procesadas facilitan las actividades relacionadas con el comercio, la conservación y el transporte original, constituyendo en sí mismas nuevos productos, actuando muchas veces como insumo de otro producto final. De los distintos tipos de conservación de alimentos, (enlatados, atmósfera modificada, deshidratados, etc.), el congelado es uno de los que más se asemeja al estado natural del producto original.

Las hortalizas congeladas son parte de la transformación del mercado de alimentos, respondiendo a las exigencias de los consumidores y a los cambios registrados en la distribución minorista. Los nuevos hábitos alimenticios, vinculados con el aumento del consumo de alimentos fuera del hogar y con la incorporación de alimentos de preparación rápida en las casas unipersonales o en aquellas donde la mayor parte de sus integrantes trabaja, permiten expandir el consumo de alimentos congelados particularmente en los mercados saturados de los países desarrollados. Igualmente su expansión se generaliza en todo el mundo, siendo muy utilizados por las cadenas de comida rápida (fast food), hoteles y restaurantes.

Los clientes potenciales para consumir frutas y hortalizas congeladas están dentro de los siguientes cinco grupos:

- Tiendas especializadas, cadenas de súper e hipermercados.
- Restaurantes y fuentes de sodas (snacks).
- Escuelas, hospitales y algunas entidades de gobierno.
- Mayoristas e importadores (muy utilizado para satisfacer a los clientes de tamaño medio o que no tienen una plataforma de inventarios).
- Exportaciones a granel. La mayor parte de las hortalizas congeladas que se produce en el país se exporta "a granel", para ser mezclada con diferentes productos en Estados Unidos o reempacarse de distintas maneras y distribuirse entre los clientes finales.

#### 4.3. Análisis de los oferentes de frutas y de hortalizas procesadas

Para entender la conformación de las empresas que compiten en el mercado de las frutas y de las hortalizas congeladas, de acuerdo con Echanove (2000)<sup>23</sup>, a continuación se presenta datos relacionados con el desarrollo de las empresas que han tenido presencia en México.

A fines de los años cincuenta y principios de los sesenta arribaron a la entidad las primeras compañías enlatadoras de hortalizas, en su mayoría transnacionales (Del Monte, Heinz, Gerber y Campbell's), las cuales se dedicaron a producir para el mercado interno, introduciendo nuevos cultivos como la zanahoria, el elote dulce, el espárrago y el ejote (Bivings y Runsten, 1992:68. Tomado de Echanove, 2000)<sup>23</sup>.

En 1967, llegó a operar en las inmediaciones de Celaya, Gto., la transnacional estadounidense Birdseye, que en ese año había sido adquirida por General Foods (parte de Philip Morris). Aquella constituyó la primera empresa congeladora de hortalizas en México; bajo su iniciativa se comenzaron a sembrar en Guanajuato cultivos como brócoli, coliflor y okra<sup>2</sup>. El arribo de dicha compañía a nuestro país obedeció, de acuerdo con sus directivos, a la ventaja que le ofrecía la barata mano de obra mexicana, elemento clave para esa agroindustria altamente intensiva en este recurso. Posteriormente, en 1996, Birdseye fue comprada por Dean Foods y, en 1998, por el consorcio estadounidense Agrilink Foods, Inc., la planta en México era la única operación que Birdseye tenía fuera de los Estados Unidos.

A mediados de la década de los setenta, la empresa Covemex y La Huerta, en Guanajuato y Aguascalientes, respectivamente, empezaron a congelar hortalizas. Por esos años, el auge fresero de Guanajuato había llegado a su fin, principiando una nueva etapa en su agroindustria hortofrutícola, comandada por la producción de brócoli y de coliflor, principalmente. La otra transnacional hoy existente, Gigante Verde, originalmente de capital estadounidense, se instaló en Irapuato, Gto., posteriormente, en 1991, se trasladó a esta ciudad gran parte del equipo de procesamiento que tenía en su planta de Watsonville, California y, finalmente, en 1994, decidió cerrar completamente las instalaciones. Sin embargo, dicho consorcio continúa expandiendo sus otras plantas ubicadas en el estado de Illinois, Estados Unidos, teniendo además industrias en otros países, como en España.

Gigante Verde existió bajo ese nombre desde 1950. En 1979 fue adquirida por la compañía estadounidense Pillsbury (elaboradora de harinas, panes, galletas, helados, etc.), la cual fue comprada en 1989 por la firma inglesa Grand Metropolitan, PLC. En 1997, esta última se asoció con Guinness PLC (Reino Unido), surgiendo así Diageo. Actualmente, Gigante Verde controla el 20% del mercado de hortalizas congeladas de Estados Unidos, y se abastece tanto de ese país, como de Canadá y México.

A excepción de las dos empresas transnacionales mencionadas, que durante los ochenta fueron las que dominaron e imprimieron dinamismo a la actividad, y de la incursión temporal de la compañía Campbell's en la rama analizada, la mayoría de las restantes industrias congeladoras que fueron surgiendo desde entonces fueron establecidas por capitales nacionales, en su mayoría por familias de grandes productores agropecuarios de Guanajuato que se dedicaban a abastecer de hortalizas, mediante contrato, a la compañía Birdseye y a las industrias enlatadoras, y que se integraron verticalmente, con el objeto de retener los excedentes generados en la fase de transformación de sus productos. Algunos de ellos se dedicaban también a la producción de fresa (fresca y/o congelada),

---

<sup>2</sup> Okra es una hortaliza rica en fibra soluble, sus frutos son cápsulas alargadas y son la parte aprovechable del cultivo.



para cuyo procesamiento tenían instalaciones que posteriormente, transformaron al iniciarse en el nuevo negocio de las hortalizas congeladas.

Actualmente en Guanajuato el capital nacional invertido en la rama estudiada pertenece básicamente a tres grupos familiares con gran renombre e influencia regional (Nieto, Usabiaga y Fox). Incluso, grandes productores guanajuatenses participaron en la formación de la sociedad que estableció en 1985, la empresa Expohort, en Querétaro.

Una de las empresas nacionales, Mar Bran, hoy en día la mayor, no sólo de Guanajuato sino del país, se asoció en 1992 con el gran consorcio alimentario estadounidense JR Simplot, el cual adquirió la mitad de las acciones de dicha empresa, la que cambió de nombre a MarBran-Simplot. La transnacional JR Simplot es líder en la industria alimentaria de su país de origen; procesa, empaca y comercializa diversos productos alimenticios, fundamentalmente papas (frescas y procesadas) y, en menor medida, aguacates, frutas y hortalizas (congeladas y deshidratadas).

La más reciente de las firmas, Icemark, surgida en 1999 en Aguascalientes, es también producto de una asociación, en este caso del empresario mexicano Alvarado, con un gran intermediario estadounidense, Amerines.

#### 4.4. Tipología de las empresas congeladoras en México

Estableciendo una tipología de las 19 empresas congeladoras existentes de acuerdo con el origen de su capital, se tiene que este sector de la agroindustria se integra por dos grandes empresas transnacionales: Gigante Verde y Birdseye, tres empresas con asociación de capital nacional y extranjero para la fase productiva: Marbran-Simplot, Icemark y Congeladora Ceuta, y, una mayoría (14 de ellas) que opera fundamentalmente con capital nacional (Tabla 4.4). Es común que entre las grandes empresas se "maquilen" productos, debido a la imposibilidad de cumplir en ciertos momentos con pedidos específicos de sus clientes. Gigante Verde, por ejemplo, solicita frecuentemente a algunas de las empresas mexicanas que le procesen producto con ciertas características y en determinadas presentaciones.

A pesar de que lo anterior incrementa un poco la importancia real de las empresas transnacionales no tienen hoy la misma posición hegemónica. Expor San Antonio (una de las catorce empresas mexicanas), por ejemplo, es más relevante por sus volúmenes procesados que cada una de aquéllas y, en conjunto, las empresas mexicanas dominan actualmente la actividad, principalmente las cuatro mayores Marbran-Simplot, Expor San Antonio, Birdseye y Gigante Verde, que procesan el 55% de la producción total nacional (Echanove, 2000)<sup>23</sup>.

Tabla 4.4. Empresas congeladoras de frutas y de hortalizas presentes en el mercado mexicano

Propietario	Empresa	Ubicación	Fecha de Inicio
Nieto/Simplot	Marbran-Simplot	Irapuato, Gto. Jaral, Gto.	1980 1995
Nieto	Expor San Antonio	Villagrán, Gto.	1990
Agrilink	Birdseye	Celaya, Gto.	1967



Propietario	Empresa	Ubicación	Fecha de Inicio
Diageo	Gigante Verde	Irapuato, Gto.	1983
Usabiaga	COVEMEX	Celaya, Gto.	1976
Arteaga	La Huerta	Aguascalientes, Ags.	1976
Roiz	Expohort	Querétaro, Qro.	1985
Fox	Congelados Don José	León, Gto.	1985
Bours	Congeladora Hortícola Sonorense	Cd. Obregón, Son.	1990
Alvarado/Amarines	ICEMARK	Aguascalientes, Ags.	1999
Covarrubias	FRESPORT	Irapuato, Gto.	1986
Tarriba/Eckert	Congeladora Ceuta	Culiacán, Sinaloa	1990
Miranda	La Esperanza de Miranda	Dolores Hidalgo, Gto.	1990
Alvarado	Friendly Nature	Irapuato, Gto.	1996
Bimbo	FREXPORT	Zamora, Mich.	1991
Hnos. García	FRUVEZA	Zamora, Mich.	1988
Valdez	Empacadora El Celio	Jacona, Mich.	1985
González	Producto Frugo	Salamanca, Gto.	1989
León	Congeladora La Hacienda	Silao, Gto.	1991

Fuente: Echanove, 2000<sup>23</sup>

#### 4.5. Canales de distribución de las frutas y de las hortalizas congeladas

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, el diagrama de flujo de la Figura 4.1 muestra los canales de distribución de frutas y hortalizas que operan en México, mismo que inicia con las empresas mexicanas que exportan y distribuyen productos en el país y termina con los centros de consumo final.

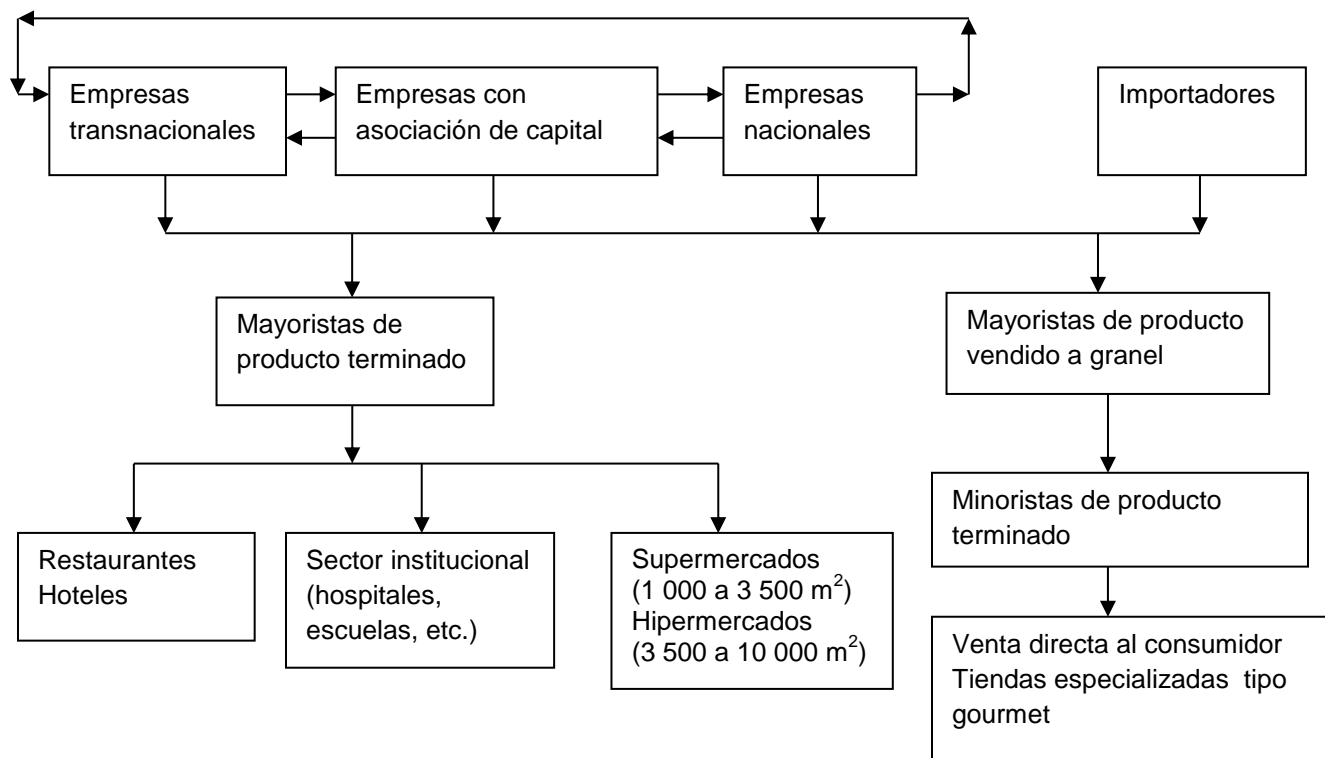


Figura 4.1. Canales de distribución de frutas y de hortalizas congeladas

#### 4.6. Producción nacional de frutas y de hortalizas congeladas

De acuerdo con el INEGI en la Encuesta Industrial Mensual, las frutas y las hortalizas congeladas en el periodo 2005-2008<sup>37-40</sup> se ofertaron principalmente en cuatro tipos de productos: paquetes con frutas o con hortalizas de una sola variedad y bolsas con mezclas de frutas o de hortalizas, correspondiéndole a las hortalizas un 82% de la producción total promedio del periodo (290 599 t) y a las frutas y a las mezclas un 9 %, aproximadamente para cada una (Gráfica 4.1), con una producción individual de 25 516 y 33 054 t, respectivamente (Tabla 4.5).



Gráfica 4.1. Distribución porcentual de la producción anual total y promedio de productos congelados, periodo 2005-2008

Tabla 4.5. Producción anual total y promedio de productos congelados, periodo 2005-2008

Producto	2005		2006		2007		2008		Promedio 2005-2008	
	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%
Frutas	2 553	7	27 592	9	39 000	10	32 917	9	25 516	9
Hortalizas	313 993	83	261 305	83	301 052	81	286 044	81	290 599	82
Mezclas	36 544	10	25 936	8	34 175	9	35 560	10	33 054	9
<b>Total</b>	<b>353 090</b>	<b>100</b>	<b>314 833</b>	<b>100</b>	<b>374 227</b>	<b>100</b>	<b>354 521</b>	<b>100</b>	<b>349 168</b>	<b>100</b>

Fuente: Modificada de la Tabla "Cantidad y valor de ventas de los productos elaborados según clase de actividad", Encuesta Industrial Mensual, Resumen Anual (2005-2008)<sup>37-40</sup>

Dentro del grupo genérico de las hortalizas, INEGI, en la Encuesta Industrial Mensual<sup>37-40</sup>, registra siete productos diferentes: brócoli, calabaza, pimiento, coliflor, espinacas, zanahoria, elote y granos de maíz, en cambio en el de las frutas solamente reporta dos: fresa y mango (Tabla 4.6). Para la mezclas de frutas o de hortalizas no se especificaron los componentes. El brócoli se mantuvo, dentro de su grupo, durante los cuatro años, como la hortaliza mayoritaria con una proporción entre el 78% y el 80%, no así la fresa, cuyas relaciones entre la producción de ésta y el total de la de las dos frutas congeladas, disminuyeron considerablemente, de 84% (en el 2005) a 55% (en el 2008).

Así mismo, a la producción anual del brócoli congelado le corresponde la cantidad máxima del total, (Tabla 4.7 y Gráfica 4.2), seguida por la de las mezclas y continuando en orden descendente por las

de la coliflor y la fresa, a excepción del 2007 en el que se invierten los lugares, conformando estos cuatro productos el 90% de la cantidad total de productos congelados.

Tabla 4.6. Producción en México de frutas y de hortalizas congeladas en el periodo 2005-2008

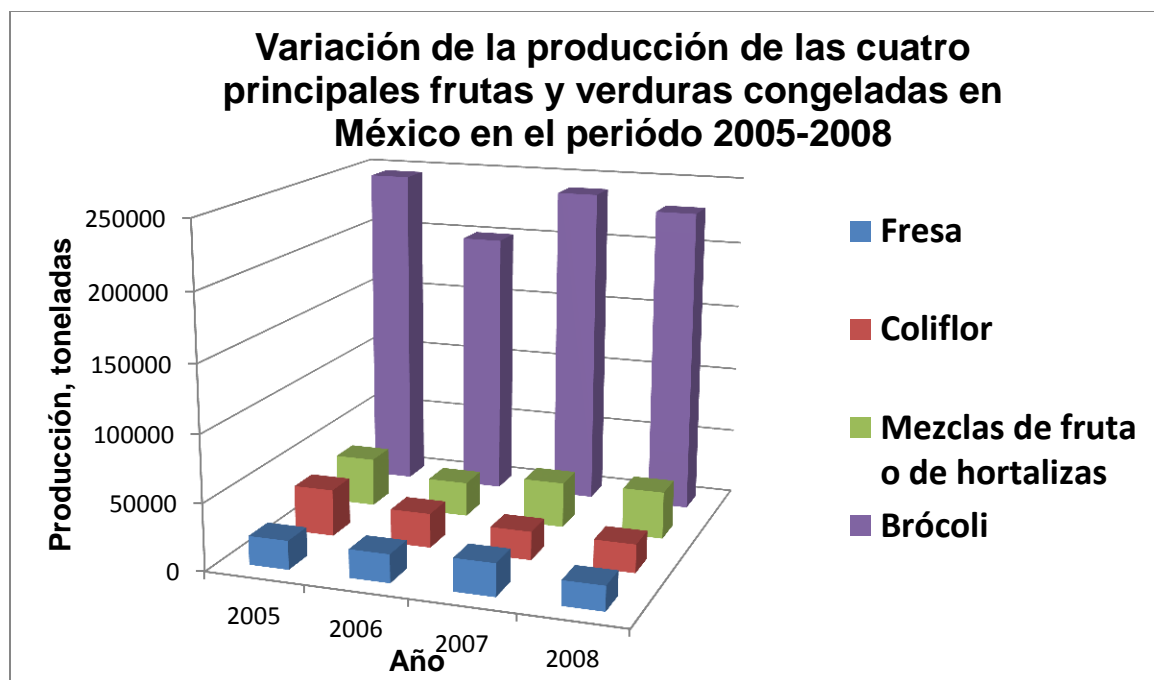
Año	2005		2006		2007		2008	
	Toneladas	Miles de Pesos	Toneladas	Miles de Pesos	Toneladas	Miles de Pesos	Toneladas	Miles de Pesos
<b>Frutas</b>								
Fresa	21 522	202 013	21 118	241 212	24 367	277 605	18 351	240 690
Mango	4 014	47 861	6 474	79 337	14 633	127 756	14 566	134 602
<b>Subtotal</b>	<b>25 536</b>	<b>249 874</b>	<b>27 592</b>	<b>320 549</b>	<b>39 000</b>	<b>405 361</b>	<b>32 917</b>	<b>375 292</b>
<b>Hortalizas</b>								
Brócoli	245 332	209 0257	199 723	1 669 510	239 485	2 075 736	229 338	2 364 724
Calabaza	10 171	55 552	9 671	56 388	9 616	63 959	6 473	47 695
Pimiento	2 263	28 680	4 092	41 826	3 087	46 029	3 193	48 126
Coliflor	35 132	342 329	25 795	247 654	21 359	182 102	21 213	233 889
Espinaca	6 621	33 888	6 099	40 138	8 878	54 036	6 501	48 321
Zanahoria	8 609	48 303	8 926	53 428	11 316	77 969	10 862	78 153
Elote y granos de maíz	5 865	46 927	6 999	61 386	7 311	62 277	8 464	76 075
<b>Subtotal</b>	<b>313 993</b>	<b>2 645 936</b>	<b>261 305</b>	<b>2 170 330</b>	<b>301 052</b>	<b>2 562 108</b>	<b>286 044</b>	<b>2 896 983</b>
Mezclas de fruta o de hortalizas	36 544	377 835	25 936	270028	34 175	387 581	35 560	452 641
<b>Total de fruta y hortalizas</b>	<b>376 073</b>	<b>3 273 645</b>	<b>314 833</b>	<b>2 760 907</b>	<b>374 227</b>	<b>3 355 050</b>	<b>354 521</b>	<b>3 724 916</b>

Fuente: Modificada de la Tabla "Cantidad y valor de ventas de los productos elaborados según clase de actividad", Encuesta Industrial Mensual, Resumen Anual (2005-2008).<sup>37-40</sup>

Tabla 4.7. Producción de los cuatro productos congelados mayoritarios en el periodo 2005-2008

Año	2005		2006		2007		2008	
	Toneladas	Miles de Pesos	Toneladas	Miles de Pesos	Toneladas	Miles de Pesos	Toneladas	Miles de Pesos
Brócoli	245 332	2 090 257	199 723	1 669 510	239 485	2 075 736	229 338	2 364 724
Mezclas de fruta o de hortalizas	36 544	377 835	25 936	270 028	34 175	387 581	35 560	452 641
Coliflor	35 132	342 329	25 795	247 654	21 359	182 102	21 213	233 889
Fresa	21 522	202 013	21 118	241 212	24 367	277 605	18 351	240 690

Fuente: Modificada de la Tabla "Cantidad y valor de ventas de los productos elaborados según clase de actividad", Encuesta Industrial Mensual, Resumen Anual (2005-2008).<sup>37-40</sup>



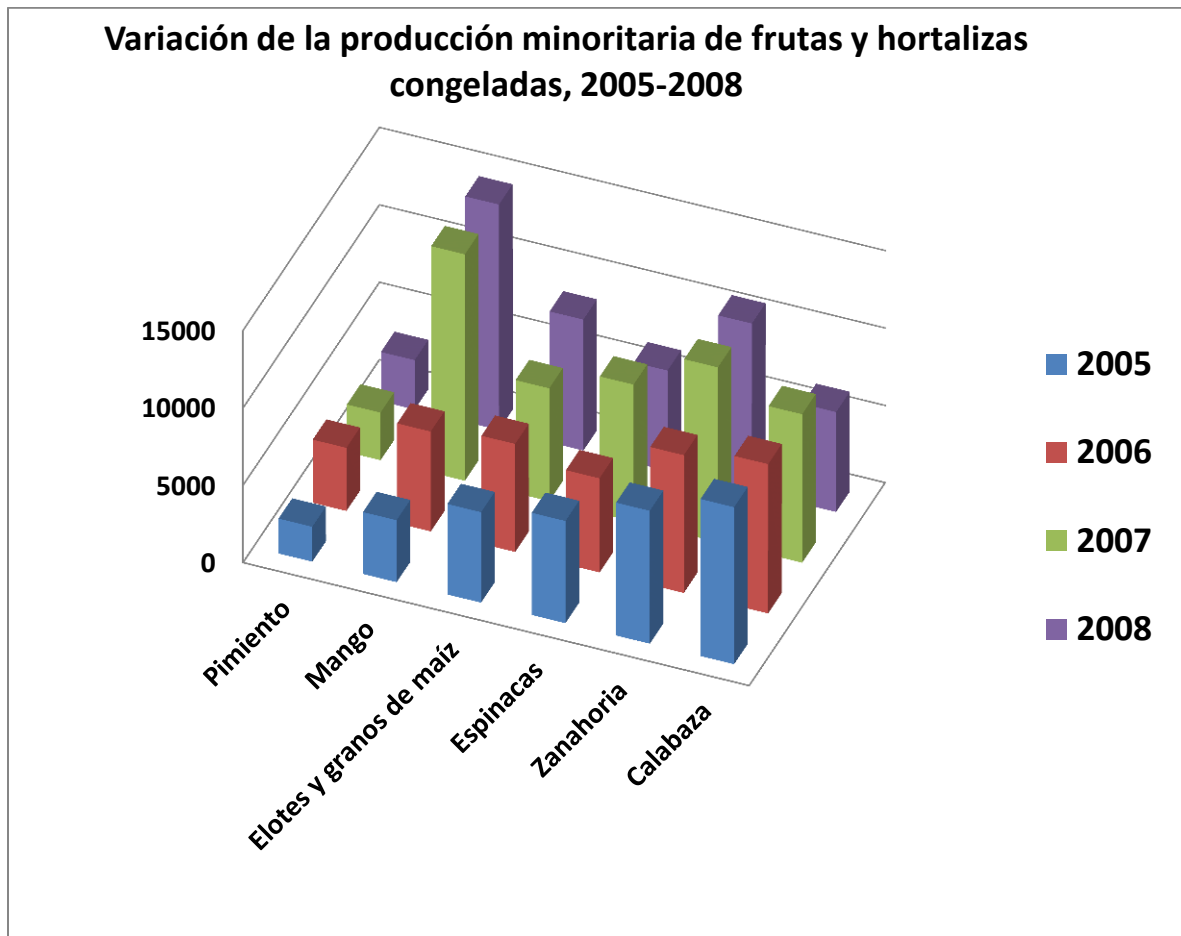
Gráfica 4.2. Variación de la producción de las cuatro principales frutas y hortalizas congeladas

En el grupo de productos congelados que proporcionan el 10% de la producción total, no se observa la predominancia de un producto, como en el caso del conjunto anterior, mientras que la calabaza en el 2005, participa con la cantidad superior, en el 2008, su producción se ubica en el penúltimo lugar de la Tabla 4.8, caso contrario para el mango que inicia con una aportación no significativa, penúltimo lugar, y termina con la máxima (Gráfica 4.3), el pimiento y la zanahoria se mantienen, en el periodo, con una producción equivalente al sexto y segundo lugar, respectivamente, en cambio la producción del elote y los granos de maíz, así como de las espinacas varía entre la tercera y la quinta posición de acuerdo con las variaciones en la producción del mango y la calabaza.

Tabla 4.8. Producción en el periodo 2005-2008, de los seis productos congelados minoritarios

Año	2005		2006		2007		2008	
	Toneladas	Miles de Pesos	Toneladas	Miles de Pesos	Toneladas	Miles de Pesos	Toneladas	Miles de Pesos
Mango	4 014	47 861	6 474	79 337	14 633	127 756	14 566	134 602
Elote y granos de maíz	5 865	46 927	6 999	61 386	7 311	62 277	8 464	76 075
Espinacas	6 621	33 888	6 099	40 138	8 878	54 036	6 501	48 321
Zanahoria	8 609	48 303	8 926	53 428	11 316	77 969	10 862	78 153
Calabaza	10 171	55 552	9 671	56 388	9 616	63 959	6 473	47 695
Pimiento	2 263	28 680	4 092	41 826	3 087	46 029	3 193	48 126

Fuente: Modificada de la Tabla "Cantidad y valor de ventas de los productos elaborados según clase de actividad", Encuesta Industrial Mensual, Resumen Anual (2005-2008).<sup>37-40</sup>

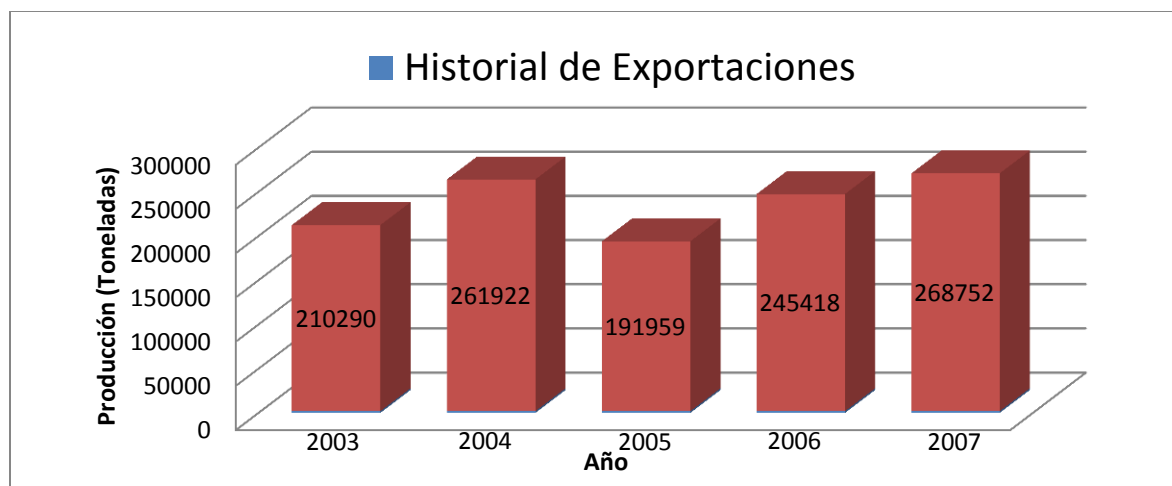


Gráfica 4.3. Variación de la producción minoritaria de frutas y de hortalizas congeladas, periodo 2005-2008

#### 4.7. Panorama internacional de exportaciones y de importaciones de hortalizas congeladas

##### 4.7.1. Exportaciones

La cantidad de hortalizas congeladas que México exportó en el periodo 2003-2007 de acuerdo con la FAO (2008)<sup>27</sup> varió entre 210 y 268 mil toneladas anuales como se observa en la Gráfica 4.4 y en Tabla 4.9. Cantidades que le permitieron situarse entre el cuarto y el quinto lugar en la tabla general de países exportadores correspondiente. Aun cuando en el 2005 se registró el mínimo valor del periodo considerado (191 959 t), con una disminución de aproximadamente 70 mil toneladas a la cantidad exportada en el año inmediato anterior, conservó el cuarto puesto, mismo que mantuvo hasta el 2007. En el 2006, la cantidad exportada se incrementó, cerrando el periodo de observación con la máxima cifra.



Gráfica 4.4. Variación de la cantidad de las hortalizas congeladas exportadas por México en el periodo 2003-2007

Tabla 4.9. Hortalizas mexicanas congeladas exportadas en el periodo 2003-2007

Exportaciones en México de hortalizas congeladas		
Año	Cantidad (toneladas)	Lugar que ocuparon en la tabla de exportaciones
2003	210 290	5
2004	261 922	4
2005	191 959	4
2006	245 418	4
2007	268 752	4

Fuente: FAO, 2008<sup>27</sup>

Según la FAO (2008)<sup>27</sup> en la tabla de exportaciones de hortalizas congeladas del año 2007, México con 268 752 t se encuentra en el cuarto sitio, sólo por debajo de países como Bélgica, China y Polonia (Tabla 4.10), siendo la relación entre la cantidad exportada por el país que ocupa el primer lugar, Bélgica, y la cifra registrada para México, de 3.8 y el valor unitario de su exportación, \$ 936/ t, ligeramente inferior al promedio, \$ 1076/t, de los 20 principales países exportadores de hortalizas congeladas reportados por dicho organismo en el año de referencia.

Tabla 4.10. Exportaciones de las hortalizas congeladas en el año 2007

Posición	País	Cantidad (toneladas)	Valor (miles de pesos)	Valor unitario (pesos/tonelada)
1	Bélgica	1 022 052	1 095 028	1 071
2	China	767 200	656 689	856
3	Polonia	328 752	241 242	734
4	México	268 752	251 595	936
5	España	249 683	306 395	1 227
6	Francia	193 870	258 978	1 336
7	Países Bajos	191 177	231 705	1 212
8	Canadá	116 009	100 217	864
9	Turquía	77 546	46 720	602
10	Estados Unidos	72 664	84 795	1 167
11	Nueva Zelanda	64 783	70 433	1 087
12	Alemania	63 435	81 505	1 285

Posición	País	Cantidad (toneladas)	Valor (miles de pesos)	Valor unitario (pesos/tonelada)
13	Siria	54 055	31 329	580
14	Portugal	54 032	53 422	989
15	Hungría	48 480	43 201	891
16	Reino Unido	47 334	61 093	1 291
17	Egipto	37 844	34 407	909
18	Tailandia	36 239	47 052	1 298
19	Chile	33 483	64 896	1 938
20	Suecia	29 146	36 531	1 253

Fuente: FAO, 2008.<sup>27</sup>

#### 4.7.2. Importaciones

Al igual que Turquía, Nueva Zelanda, Siria, Hungría, Egipto, Tailandia y Chile, México no figura entre los primeros veinte países importadores de hortalizas tabulados por la FAO en el 2007, lo que significa, de acuerdo con la Tabla 4.11 que las importaciones nacionales de ese producto fueron inferiores a la cantidad importada (30 061t) por Grecia, país que ocupa el vigésimo lugar en la lista publicada por ese organismo.

Tabla 4.11. Importaciones de las hortalizas congeladas en el año 2007

Posición	País	Cantidad (toneladas)	Valor (miles de pesos)	Valor unitario (pesos/tonelada)
1	Estados Unidos	591 816	541 853	916
2	Alemania	449 611	482 309	1 073
3	Francia	441 820	494 631	1 120
4	Japón	335 833	456 680	1360
5	Bélgica	294 642	327 238	1 111
6	Reino Unido	274 302	316 931	1 155
7	Corea, República	192 464	105 017	546
8	Países Bajos	152 978	150 279	982
9	Italia	140 834	205 006	1 456
10	Rusia	108 303	57 336	529
11	España	100 742	121 966	1 211
12	Australia	70 857	86 156	1 216
13	Canadá	68 526	68 037	993
14	Suecia	53 275	69 113	1 297
15	Dinamarca	43 387	50 912	1 173
16	Checa, República	41 962	39 200	934
17	Austria	36 579	51 072	1 396
18	Portugal	32 875	34 809	1 059
19	Polonia	30 262	34 830	1 151
20	Grecia	30 061	39 765	1 323

Fuente: FAO, 2008.<sup>27</sup>

## 4.8. Análisis del ambiente socio económico

### 4.8.1. Factores sociodemográficos en México

México, a finales del año 2005 tenía una población de 105.9 millones de habitantes, con una tasa de crecimiento del 1.8%. Alrededor del 75 % de la población se ubicaba en zonas urbanas; Una quinta parte de la población vivía en la ciudad de México. En el censo de población y vivienda 2010<sup>36</sup> publicado por el INEGI, la población en México era de 112.3 millones de personas, la que está concentrada en un 78 % en las zonas urbanas.

Las familias constituyen el grupo más importante de consumidores de México, representando el 78% de la población. Existen pocas personas que viven solas (ya sean áreas rurales o grandes ciudades) y estos individuos no suman más del 6% de la población. El resto está formado por estudiantes y parejas. Algunos hogares pueden tener hasta tres generaciones (nietos, padres y abuelos) viviendo juntos.

Dado el gran tamaño de los hogares y el promedio relativamente bajo de ingreso, el ingreso que tiende a ser escaso. Las familias mexicanas tienen un promedio de tres hijos y un poder de compra por hogar de 15 000 USD anuales. Aunque muchas familias ganan aún menos que la cifra referida.

Los jóvenes y los solteros mexicanos forman un grupo único. Aunque puede ser que no vivan solos o no tomen las decisiones de compra en el hogar, la mayor parte de su ingreso disponible lo gastan en ocio u objetivos sociales. Con sus necesidades básicas de habitación y alimentación satisfechas, este grupo de consumidores es capaz de comprar bienes más caros y otros artículos que en otras condiciones no podrían hacerlo. Este grupo está influido grandemente, por los medios de comunicación; son el grupo meta de los mercadólogos que promueven sus productos a través de los medios de comunicación ya sea televisión, música, videos, películas o revistas.

Según la Secretaria de Turismo, cada año llegan más turistas a tierras mexicanas, superando actualmente los 20 millones, los cuales gastan por encima de los 7 000 USD en comidas y bebidas. Es por ello que el número de restaurantes que se dedican al sector turismo ha crecido sustancialmente en los últimos años.

### 4.8.2. Perspectiva económica para México

El Fondo Monetario Internacional advirtió en su informe “Perspectivas Económicas Las Américas. Vientos cambiantes, nuevos desafíos de política” (Eyzaguirre, 2011)<sup>26</sup>, que “las perspectivas para los países que mantienen fuertes vínculos de comercio con Estados Unidos, como México y gran parte de América Central, son poco alentadoras. No obstante, dado que la dinámica fiscal está sometida a mayor presión, las prioridades deberían centrarse en reducir la deuda pública a los niveles previos a la crisis.”

También afirmó que “el deterioro de las condiciones mundiales está teniendo implicaciones desiguales para la región. Se prevé que en los países con estrechos vínculos reales con las economías



avanzadas (como México y los países de América Central y el Caribe) la reciente desaceleración tendrá un impacto más fuerte. Si bien la economía mexicana depende más de la actividad manufacturera y del comercio exterior de Estados Unidos, América Central y el Caribe dependen más de las remesas y los flujos del turismo, los cuales a su vez dependen mucho de la evolución de los mercados laboral e inmobiliario de Estados Unidos. Los datos preliminares indican sólo una desaceleración leve hasta ahora de los ingresos por concepto de remesas y de turismo, aunque se espera una mayor reducción, ya que estos flujos por lo general se manifiestan con cierto retraso. No obstante, las remesas y los flujos de turismo permanecen bastante por debajo de los niveles observados antes de la crisis:

- Las remesas se han visto duramente perjudicadas por interacciones negativas entre los mercados laboral e inmobiliario, que en particular han afectado a los trabajadores hispanos en Estados Unidos. El desempleo entre los hispanos es aproximadamente 2.5 puntos porcentuales más alto que el promedio, ya que la inmensa mayoría de hispanos trabaja en sectores de mano de obra poco calificada (construcción, extracción, transporte y servicios) a los que la crisis financiera ha asestado un golpe más fuerte. Además, la atonía de los mercados inmobiliarios puede estar reduciendo las remesas a través del canal de la riqueza.
- La recuperación de los ingresos provenientes del turismo sigue siendo tenue. Si bien las llegadas de turistas han mostrado una trayectoria ascendente desde mediados de 2009, el gasto por turista ha descendido a niveles no observados desde 2004. Los esfuerzos para diversificar la base del turismo hacia regiones de crecimiento más dinámico hasta ahora han tenido un efecto limitado.”

“México creció a un ritmo de alrededor de 3.5 por ciento durante el primer semestre de 2011, impulsado por el dinamismo de las exportaciones de manufacturas y la demanda interna. Esta relativa fortaleza refleja en parte el estrecho vínculo con el sector manufacturero de Estados Unidos, el cual ha tenido un mejor desempeño que el de la economía estadounidense en general. Un crecimiento más débil de lo previsto en Estados Unidos y un aumento de la incertidumbre a nivel mundial deterioraría el desempeño económico de México, donde los indicadores de confianza ya muestran una tendencia a la baja.”

#### **4.8.3. Factores económicos en la industria alimentaria**

- Al cierre de 2007, la industria del procesamiento de alimentos y bebidas en México creció 4% y se invirtieron 276 millones de dólares en maquinaria y en equipo (Expopack, 2011)<sup>25</sup>.
- De acuerdo con datos de la Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias (CANAINCA, 2011)<sup>11</sup>, este sector comercializó el año 2010, 409 millones 623 mil cajas, lo que representa un 5% más que en 2006.
- Expopack México detalla que en el mercado nacional fueron colocadas tres millones 663 mil toneladas de productos alimenticios y bebidas procesadas, lográndose un incremento de 4% con respecto a 2006.
- Durante el 2008, en México la demanda de alimentos, bebidas y otros productos de consumo creció en un 3.5%, comparada con el año anterior (CANAINCA, 2011)<sup>11</sup>.

- A pesar de que el PIB de las economías latinoamericanas ha tenido una tendencia a la baja del 2007 al 2008, el gasto en el consumo de alimentos y de bebidas ha aumentado y permanece sólido (CANAINCA, 2011).<sup>11</sup>
- La participación de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en el PIB en México entre 1998 y 2005 ha sido cercana al 5%. En la industria coexisten empresas pequeñas y de gran tamaño; la participación porcentual de estas últimas en términos de establecimientos, al igual que en la economía, siempre ha sido mínima, ya que no llega al 1% (0.18% en 1998), sin embargo, su contribución al empleo en la industria manufacturera ha sido importante ya que en algunos años ha sido superior al 25% (Rendón, 2008)<sup>58</sup>.

#### **4.8.4. Estrategia de producción y de mercado**

De acuerdo con el programa de producción y con los planes de expansión que se desarrollan con mayor detalle en el capítulo correspondiente a la ingeniería básica, la producción específica de algunas frutas y hortalizas congeladas puede estar sujeta a algunas variables externas al proceso, como son, la disponibilidad de materias primas y la constante variación de sus costos. Afortunadamente la tecnología de congelación de frutas y de hortalizas tiene la ventaja de ser flexible, lo que da la posibilidad de congelar otras variedades, por lo que es posible diversificar la producción en caso de que así lo dicte el mercado.

### **5. Ingeniería conceptual**

Las desventajas que presentaban los viejos procedimientos de congelación de alimentos en envases de grandes volúmenes como: el difícil manejo y los tiempos prolongados de congelamiento y descongelamiento, con el riesgo de la proliferación de bacterias y la necesidad de consumir la totalidad del alimento una vez descongelado, motivaron a diseñar una tecnología que materializara la congelación rápida mediante la formación de pequeños cristales de agua y conservara en gran medida la estructura original de los alimentos.

Los equipos diseñados para llevar a cabo la congelación rápida son muchos, los hay para alimentos sólidos diversos o específicos, como para líquidos con viscosidades diferentes, así mismo, se encuentran en el mercado aparatos que funcionan con un solo principio de operación o con una combinación de varios, de ahí que en este capítulo se hayan clasificado para su discusión y análisis, en términos generales, en dos grandes bloques, los sistemas de congelación de contacto directo, que emplean fluidos criogénicos y aquéllos de contacto indirecto, que utilizan sistemas mecánicos (Figura 5.1).

La selección de la tecnología apropiada para la congelación rápida de las frutas y las hortalizas que se pretende realizar en este proyecto, asegurará la calidad demandada por el mercado a precios competitivos. De ahí que en este subcapítulo se exponga lo relativo a esta actividad como es: el principio de operación; la descripción de los procesos, los equipos y las metodologías de evaluación; el resultado de la valoración y; los fundamentos de la selección final.

## 5.1. Principios de operación

El principio de operación de la congelación se fundamenta en un fenómeno de transferencia de energía simple: para que un fluido pase del estado líquido al gaseoso requiere de calor, el que deberá ser tomado de otro cuerpo, de forma directa o indirecta, manifestándose en éste un decremento en la temperatura inicial.

La palabra criogenia se deriva del griego “*críos*” que significa frío y “*genea*” que significa nacimiento. En la práctica a la criogenia se le define como la ciencia dedicada a la producción de bajas temperaturas, en general por debajo de los  $-100^{\circ}\text{C}$  (Madrid, 1994)<sup>46</sup>. De manera más específica cuando se habla de congelación criogénica se refiere al aprovechamiento de la entalpía de evaporación de un gas licuado, de esa manera, al ponerse en contacto con el alimento que se va a congelar, éste cede el calor latente de vaporización que requiere el líquido para pasar a la fase vapor disminuyendo su temperatura hasta el punto de la congelación (Figura 5.2).

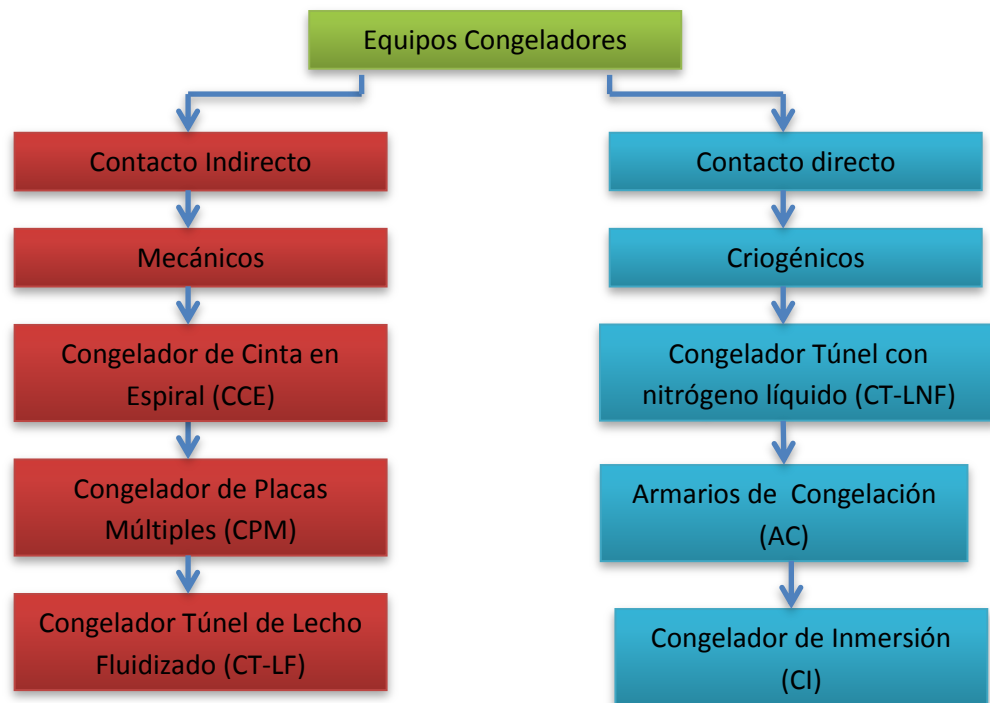


Figura 5.1. Clasificación de los equipos de congelación

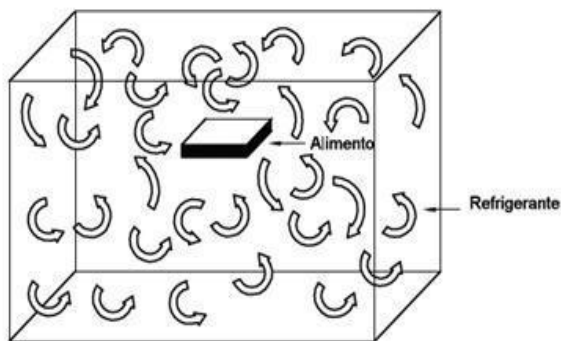


Figura 5.2. Contacto directo

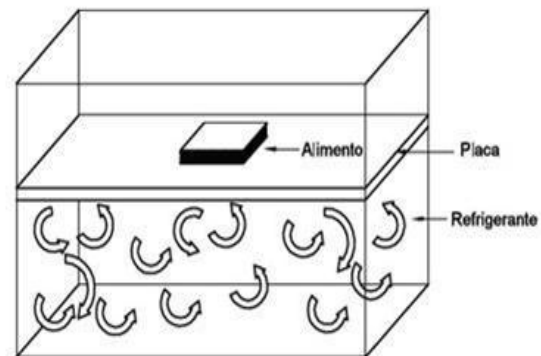


Figura 5.3. Contacto indirecto

Y cuando se habla de congelación mecánica se refiere al mismo aprovechamiento de energía pero de forma indirecta por medio del aire, de líquidos o de superficies frías, Figura 5.3.

El ciclo de refrigeración básico correspondiente a la congelación mecánica que se utiliza para la compresión de vapor en una sola etapa, consta de cuatro componentes, los cuales son:

- Compresor
- Condensador
- Válvula de expansión
- Evaporador

El ciclo comprende dos zonas, una de alta presión y otra de baja, las que permiten desarrollar un proceso continuo para producir un efecto de enfriamiento.

De manera general, el proceso de congelación (Figura 5.4) se lleva a cabo de la siguiente manera:

Según Perry, (1992)<sup>54</sup>, conforme el refrigerante líquido fluye por el evaporador, el calor se absorbe de un fluido en vías de enfriamiento y el refrigerante hierve a consecuencia de ello, luego el vapor a baja presión se comprime y los niveles de presión y temperatura se elevan hasta un punto en el que el vapor sobrecalentado se condensa utilizando el medio de enfriamiento disponible, al comprimir el gas, el calor de compresión se agrega al vapor al aumentar la presión, después el vapor pasa al condensador donde el gas se licua, el refrigerante ya líquido fluye a una válvula de expansión donde su presión y su temperatura se reducen a las que prevalecen en el evaporador.

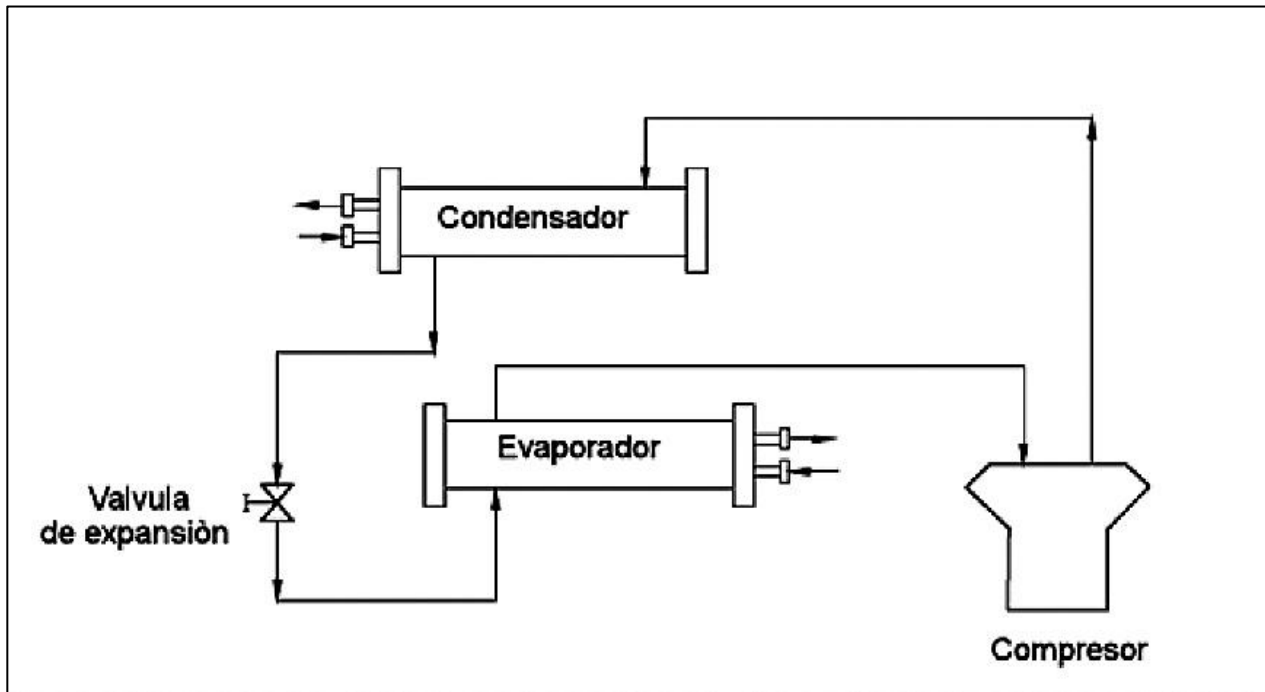


Figura 5.4. Proceso de congelación de una sola etapa (Tomado de Perry, 1992)<sup>54</sup>

El equipo básico se complementa a menudo agregando un intercambiador de calor de líquido a la succión del sistema, éste se encuentra casi siempre en la línea de succión entre el líquido tibio que sale del condensador y un sobrecalentamiento del vapor que retorna del evaporador, este subenfriamiento del líquido permite incrementar el efecto de refrigeración, es decir que cuando el líquido se enfría fuera del evaporador, se utiliza una cantidad menor de calor latente.

También existen ciclos de etapas múltiples, estos funcionan con más de una etapa de compresión (Figura 5.5). Los sistemas de dos etapas permiten realizar ahorros de energía debido a la mayor eficiencia volumétrica del compresor con relaciones de compresión más bajas y obtener temperaturas menores, los ahorros de inversión se logran también con tamaños de compresor y de motor más pequeños.

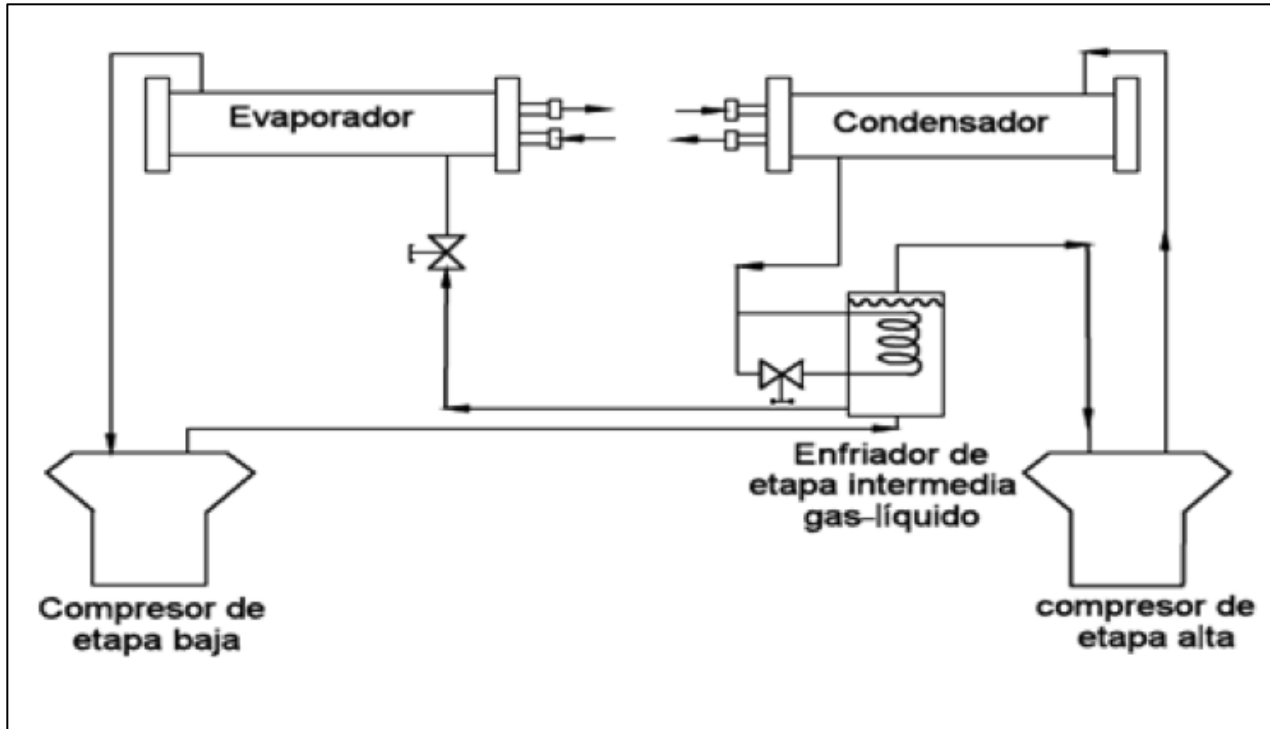


Figura 5.5. Proceso de congelación de etapas múltiples. (Tomado de Perry H., 1992)<sup>54</sup>

## 5.2. Descripción de los equipos preseleccionados

En este apartado se describe el funcionamiento de los equipos que -previa a una investigación bibliográfica<sup>3</sup>- se estima pueden ser considerados en la evaluación de la viabilidad técnica de este trabajo, así para la técnica de congelación criogénica se preseleccionó a: el Armario de Congelación (AC); el Congelador Túnel con Nitrógeno Líquido (LNF) por sus siglas en inglés Liquid Nitrogen Freezant (CT-LNF); y el Congelador de Inmersión (CI) y, para la congelación mecánica a: el Congelador de Cinta en Espiral (CCE), el Congelador de Placas Múltiples (CPM) y Congelador de Lecho Fluidizado (CT-LF).

### 5.2.1. Armarios de Congelación (AC)

Madrid (1994)<sup>46</sup> sostiene que en estos equipos la congelación de alimentos tiene lugar por lotes o cargas sucesivas. Los productos se colocan en bandejas o parrillas montadas en un carro el que una vez lleno, se empuja hacia el interior y se cierra el armario, para que comience el proceso. Se hace entonces circular el gas criogénico entre los productos a congelar, procedente de una entrada

<sup>3</sup> GRUDA, Z., POSTOLSKI, *Tecnología de la congelación de los alimentos*. Zaragoza España: Ed. Acribia, S.A. 1989. ISBN 84-200-0583-5<sup>30</sup>  
MADRID, A.V. et al. *Refrigeración, Congelación y Envasado de los Alimentos*. Madrid, España: Ed. AMV Ediciones. 1994. ISBN 84-87440-58-4<sup>46</sup>

colocada en la parte superior del armario. Las rampas de alimentación verticales situadas a uno y a otro lado de los ventiladores, dispersan el gas inyectado.

Los ventiladores agitan y distribuyen el gas a muy baja temperatura ( $-196^{\circ}\text{C}$ , si se trata de nitrógeno) entre las bandejas o parrillas con productos alimenticios, que de este modo, y en muy pocos minutos se enfrían hasta la temperatura requerida.

Una electroválvula regula el caudal frigorífico en función de las características del producto y de la temperatura final que se quiera lograr. Para ello, la válvula está conectada a un regulador de temperatura.

El armario es de acero inoxidable, aislado térmicamente (suelo incluido) con poliuretano inyectado. Todas sus partes son fácilmente accesibles para proceder a su limpieza o a tareas de mantenimiento.

Los armarios son idóneos para ser utilizados en fábricas de tamaño pequeño a medio, que traten diversos productos en una misma jornada laboral. También pueden servir como instalaciones piloto para observar nuevos productos en los procesos de refrigeración.

Son equipos de fácil manejo, volumen pequeño y flexibles, de reducido costo, que se pueden utilizar en hospitales, colegios, cocinas centrales, empresas alimentarias, etc., para la refrigeración y congelación de: platos cocinados o precocinados, carnes, pescados, productos lácteos, pastelería, helados, etc.

### **5.2.2. Congelador Túnel con Nitrógeno Líquido (CT-LNF)**

Conforme a Gruda (1989)<sup>30</sup> en los primeros túneles de congelación del modelo LNF, una cinta transportadora, especialmente construida trasladaba el producto hasta una pila con nitrógeno líquido en la que se sumergían, sin embargo, este método se desechó enseguida. La congelación demasiado rápida de los productos en este medio refrigerante líquido los hacía estallar. Por otra parte el método era antieconómico en lo referente a consumo de energía.

Los CT-LNF actuales se construyen en forma de túnel con cinta transportadora de rejilla. Para aprovechar al máximo el medio refrigerante, el túnel se divide en cuatro zonas: la de prerrefrigeración, la de enfriamiento intensivo, la de rociamiento y la de compensación térmica. El medio refrigerante líquido sólo se irriga en la zona de rociamiento. El vapor de nitrógeno formado se conduce en dos direcciones: en sentido contrario al movimiento de la cinta transportadora, en las Zonas I y II y en la misma dirección de la cinta hacia la abertura de salida en la Zona IV. La corriente que va en dirección a la salida, tiene por finalidad impedir la penetración de aire y de vapor de agua del ambiente exterior, ya que en este caso se formaría escarcha en el interior del túnel. En la Zona II se colocan potentes ventiladores radiales que provocan un fuerte movimiento del vapor de nitrógeno tangencialmente a la cinta. Construyendo el túnel adecuadamente y colocando bien los ventiladores, se alcanzan velocidades de vapor de  $15\text{ m/s}$ .

Debido a la gran diferencia de temperaturas, se consiguen de esta manera elevadas velocidades de congelación.

En la Zona I (prerrefrigeración) se colocan ventiladores de escasa potencia, que desplazan la corriente de vapor en forma perpendicular a la cinta. El vapor de nitrógeno usado se absorbe con ayuda de un extractor cuya boquilla de absorción se instala debajo de la cinta, en la proximidad del punto de entrada de la materia prima. De la división de la corriente de vapor depende el rendimiento del ventilador. Además se consigue una mejor regulación con separaciones situadas entre las distintas zonas del túnel.

El revestimiento del túnel es de poliuretano forrado de hoja metálica resistente a los ácidos. En la Zona III (rociamiento), el revestimiento forma una pila, en la cual se recoge el líquido no evaporado. Este líquido fluye luego a través de un filtro hasta el depósito de nitrógeno para ser rociado.

Dentro del revestimiento del túnel existen termómetros de resistencia que marcan las temperaturas imperantes en cada zona y, mediante impulsos regulan el aporte de nitrógeno líquido y la apertura o cierre de las persianas que controlan la corriente principal entre las Zonas I y II.

La materia prima llega en la cinta a la Zona I, donde se prerrefrigera en corriente de vapor de nitrógeno de  $-20$  a  $-100$  °C y luego alcanza la temperatura de congelación. En este estado llega a la Zona II, en la que entra en contacto con una corriente muy fuerte de vapor de  $-100$  a  $-190$ °C. En esta zona se congela el producto hasta la mitad; sin embargo, la temperatura en el centro del artículo sigue siendo de  $0$ °C, aproximadamente. En la Zona III tiene lugar el rociamiento directo con nitrógeno líquido hasta la completa congelación de los productos con una gran diferencia de temperatura. En la superficie alcanza la temperatura de los  $-100$  °C o menos, mientras que en el centro la temperatura es de  $-5$  a  $-10$  °C. La compensación de esta última temperatura hasta el valor medio deseado de  $-20$ °C sólo se realiza en la Zona IV.

Los CT-LNF permiten congelaciones muy rápidas de los productos. El ciclo congelador dura de 3-10 min y en artículos grandes hasta 20 minutos.

El costo del nitrógeno representa, en un CT-LNF, más de 90 % de los gastos de congelación. De aquí que reducir el consumo de nitrógeno a un mínimo admisible constituya el deseo principal de los constructores y usuarios de estas instalaciones. El reingreso del nitrógeno en la circulación es teóricamente posible, pero económicamente incosteable por el elevado costo energético que requiere.

El tiempo muy corto de congelación tiene, en el caso de muchos productos, positiva influencia sobre su calidad. La gran capacidad de producción de los CT-LNF, su facilidad de adaptación a las variaciones de la línea de trabajo, así como la posibilidad de congelar un abanico muy amplio de productos, constituyen las características buenas para incorporar estos aparatos a líneas tecnológicas universales, además las instalaciones congeladoras LNF pueden ponerse en funcionamiento con mucha rapidez; sus atenciones son sencillas; cuando están paradas, no requieren cuidado. Por añadidura, su localización puede variar. Así pueden utilizarse, por ejemplo, para congelar grandes



cantidades de productos obtenidos en cosechas cuyo tratamiento en instalaciones fijas serían imposibles.

Gracias a la gran potencia frigorífica del túnel, las pérdidas de peso por deshidratación y por las deformaciones de los productos, son prácticamente inexistentes (hasta 0.2 % de su masa inicial).

Las estructuras celulares quedan muy bien preservadas y los fenómenos de alteración enzimática bacteriana son mínimos (Madrid, 1994)<sup>46</sup>.

### **5.2.3. Congelador de Inmersión (CI)**

Gruda (1989)<sup>30</sup> expone que las instalaciones de esta clase, que funcionan por el principio de la pulverización o la inmersión del producto a congelar en salmuera fría, se vienen utilizando desde hace mucho tiempo. Debido a las óptimas condiciones en que se produce el intercambio calórico entre el medio refrigerante y el producto a congelar, se consigue tiempos de congelación relativamente bajos. Las instalaciones congeladoras por inmersión ofrecen, sin embargo, los siguientes inconvenientes:

- El artículo congelado durante largo tiempo en una solución de sal pierde aspecto y adquiere sabor salado.
- La sal corroe y deteriora las instalaciones.
- La prescripciones higiénicas del proceso congelador son muy difíciles de controlar.
- No se autoriza el empleo de otras soluciones por ejemplo glicol o metanol.

Los aparatos de inmersión se cuentan entre las instalaciones congeladoras más económicas. Las dimensiones relativamente pequeñas de la pila tienen como consecuencias escasas pérdidas de frío, y el equivalente de potencia de los motores eléctricos comprende solamente las bombas impulsoras.

Las instalaciones congeladoras por inmersión requieren en la práctica de la reposición de las pérdidas de producto congelante y del mantenimiento de la concentración de la solución. La dilución de la solución se produce por la condensación de la humedad ambiental al contactar la solución con la superficie fría.

### **5.2.4. Congelador de Cinta en Espiral (CCE)**

Gruda (1989)<sup>30</sup> menciona que la parte fundamental de este congelador de tipo mecánico es la cinta transportadora, que se enrolla sobre un tambor en espiral. Las uniones laterales de la cinta tienen aberturas alargadas, de manera que los vástagos transversales que se introducen en éstas disponen de cierto espacio para moverse. De esta manera puede doblarse la cinta en dos planos: vertical y horizontal. El transportador se desliza sobre los rieles. El aparato motriz es el tambor, cuya superficie exterior se forma con tablillas de poliamida, la cara interna de la cinta está en contacto con éstas.

El elemento más caro del congelador es la propia cinta, la cual debe protegerse de cualquier daño o de un rápido desgaste. Se utilizan diversos implementos automáticos de seguridad que detienen el funcionamiento en el caso de que: los productos se compriman, se congele la cinta o el hielo haga

prominencia. El sistema motriz está equipado con un sensor de tensión de la cinta que detiene ésta antes de que surjan fuerzas que puedan dañar el equipo. Además, el dispositivo que limita la altura del producto se coloca inmediatamente en el punto de alimentación, antes de que la cinta penetre en el congelador.

Debe recalarse que en un funcionamiento normal, la temperatura de la cinta está siempre por debajo de  $-20^{\circ}\text{C}$ , por lo que no existe riesgo del crecimiento microbiano y de contaminación del producto.

El recinto aislante, construido con paneles tipo "Sandwich" (con poliuretano en el centro), se recubre por ambas caras con lámina de poliéster fácilmente lavable. El suelo es de acero galvanizado, con adecuada inclinación y vertido al sistema de desagüe. Todos los elementos que contactan directamente con el producto son de acero inoxidable. La estructura interna de acero está hecha de perfiles de acero inoxidable.

### **5.2.5. Congelador de Placas Múltiples (CPM)**

De acuerdo con Gruda (1989)<sup>30</sup> en este tipo de tecnología, el producto que generalmente se procesa en porciones planas uniformes, se coloca entre las placas del aparato, que luego se comprimen hidráulicamente, para que ese contacto (producto-placa) se presente en toda el área disponible. Se congelan porciones normales de 50 mm de espesor en una hora, y filetes delgados de 25 mm en sólo 15 a 20 minutos. En aparatos de placas múltiples resulta de extrema importancia que sea uniforme el espesor de la carga, diferencias en las porciones impiden el adecuado contacto de las placas con el producto, lo cual prolonga el tiempo de congelación. Instalaciones de este tipo no son adecuadas para congelar productos de formas irregulares, como aves sin trocear y peces enteros de gran tamaño.

Desde el punto de vista del consumo de energía, son muy económicos los aparatos congeladores de placas múltiples, esto se debe al buen intercambio de calor, provocado por una área de transferencia de calor grande. Un aparato con una producción de 600 a 800 kg/h requiere un espacio de unos  $10\text{ m}^3$  y una superficie aproximada de unos  $4\text{ m}^2$ . El aparato congelador tiene la forma de un armario independiente y puede colocarse inmediatamente en la nave de producción; su montaje es sencillo y rápido.

El inconveniente del CPM descrito, es el gran requerimiento de mano de obra y por ende la dificultad de automatizar su operación. Por añadidura, este equipo es de difícil inclusión en el flujo de producción continua.

### **5.2.6. Congelador Túnel de Lecho Fluidizado (CT-LF)**

Gruda (1989)<sup>30</sup> establece que la totalidad del proceso discurre de dos cintas dispuestas por el "sistema de cascada". La Cinta I (cinta superior) sirve para desecar la superficie del producto, así como para congelar la capa superficial. A la entrada de la cinta en el interior del túnel existe un sistema de distribución de aire que impide la congelación de la materia prima a la malla. Al final de la Cinta I se dispone de un separador que aparta de la malla a los artículos remanentes.

La Cinta II se halla por debajo de la I, de manera que los productos ya congelados en la superficie puedan caer encima.

El sistema de ventilación del túnel congelador de capa fluidizada desempeña un papel decisivo sobre el rendimiento y calidad del proceso congelador. La velocidad del aire debe ser tan alta que garantice la congelación del producto en ciclos prefijados y evite la congelación de la materia prima a la cinta. Sin embargo, la corriente de aire no debe ocasionar alteraciones en los artículos. Para asegurar que el proceso congelador discurra ordenadamente, el túnel se divide en tres zonas.

Zona A. Comprende desde la entrada de la materia prima al congelador hasta aproximadamente un metro de cinta, la duración del proceso es alrededor de 20 segundos. En esta zona, la corriente de aire que procede de una fila de boquillas longitudinales, es regulada convenientemente para separar la materia prima de la cinta, impidiendo su congelación a la vez que la deseca. La velocidad media del aire es de 6 a 8 m/s.

Zona B. Abarca la longitud restante de la Cinta I (aproximadamente, 3 m). Duración del proceso de 80 a 100 segundos. Velocidad del aire: de 4 a 5 m/s. En esta zona de intenso enfriamiento se realiza la congelación de la superficie del producto.

Zona C. Longitud total de la Cinta II alrededor de 8 m. Duración del proceso: de 6 a 16 minutos (según la clase de materia prima). La velocidad media del aire es de 3 a 4 m/s. En esta zona tiene lugar la completa congelación del producto a  $-20^{\circ}\text{C}$ , o menos.

Durante el transporte por la Cinta I se prerrefrigera el artículo y se congela hasta una profundidad de 1 a 2 mm. Posteriormente cae en la Cinta II, cuya velocidad es de 2 a 3 veces menor que de la Cinta I. Por ello, el grueso de esta capa es mayor, entre 100 y 250 mm. En la Cinta II se congela producto a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Enseguida, cae el producto congelado desde la cinta a un depósito y pasa al contenedor del que es transportado al almacén de refrigerado. También se puede acoplar inmediatamente después del túnel una línea clasificadora y envasadora.

El revestimiento de túnel consta de paneles fabricados y acoplables tipo "Sandwich" de poliuretano. El techo y las paredes del túnel se componen de estos elementos. El suelo en cambio, consta de una superficie de plancha de acero con aislamiento de placas de corcho. Para observar las prescripciones higiénicas del proceso de congelación, existe la posibilidad de calentar y limpiar rápidamente el túnel.

### 5.3. Selección de la tecnología

La selección de la tecnología para este proyecto se clasifica como un problema de índole multicriterio, debido a los diferentes objetivos o criterios, que se toman en cuenta, para tal efecto, debe señalarse que no existe forzosamente la mejor decisión para todos los puntos de vista, ya que los diversos criterios a los que serán sometidas las alternativas, pueden estar en conflicto unas con otras.

La metodología usada en este estudio multicriterio es la de Jerarquización Analítica (por sus siglas en inglés AHP), la cual considera que para la solución de un problema, el decisor transita por tres etapas:

inicia con la formulación del problema, luego realiza una evaluación y por último, selecciona la alternativa que más contribuya al logro del objetivo. Se considera la desviación entre las evaluaciones de dos alternativas. Para desviaciones pequeñas, el tomador de decisiones asignará una preferencia pequeña para la mejor alternativa, e incluso puede considerar que no hay preferencia alguna si considera que la desviación es insignificante.

### Representación del problema

La representación del problema “selección de la tecnología” se construye mediante un arreglo jerárquico en un diagrama de árbol de al menos tres niveles: el primero, representa el objetivo; el segundo, los criterios de evaluación y; el tercero, las alternativas, como se muestra en la Figura 5.6. Los criterios de evaluación utilizados, se ajustan a los recomendados por Gruda (1989)<sup>30</sup>, las calificaciones fueron dadas según la escala de intensidad de importancia propuesta por Thomas L. Saaty creador de esta metodología, Tabla 5.1.

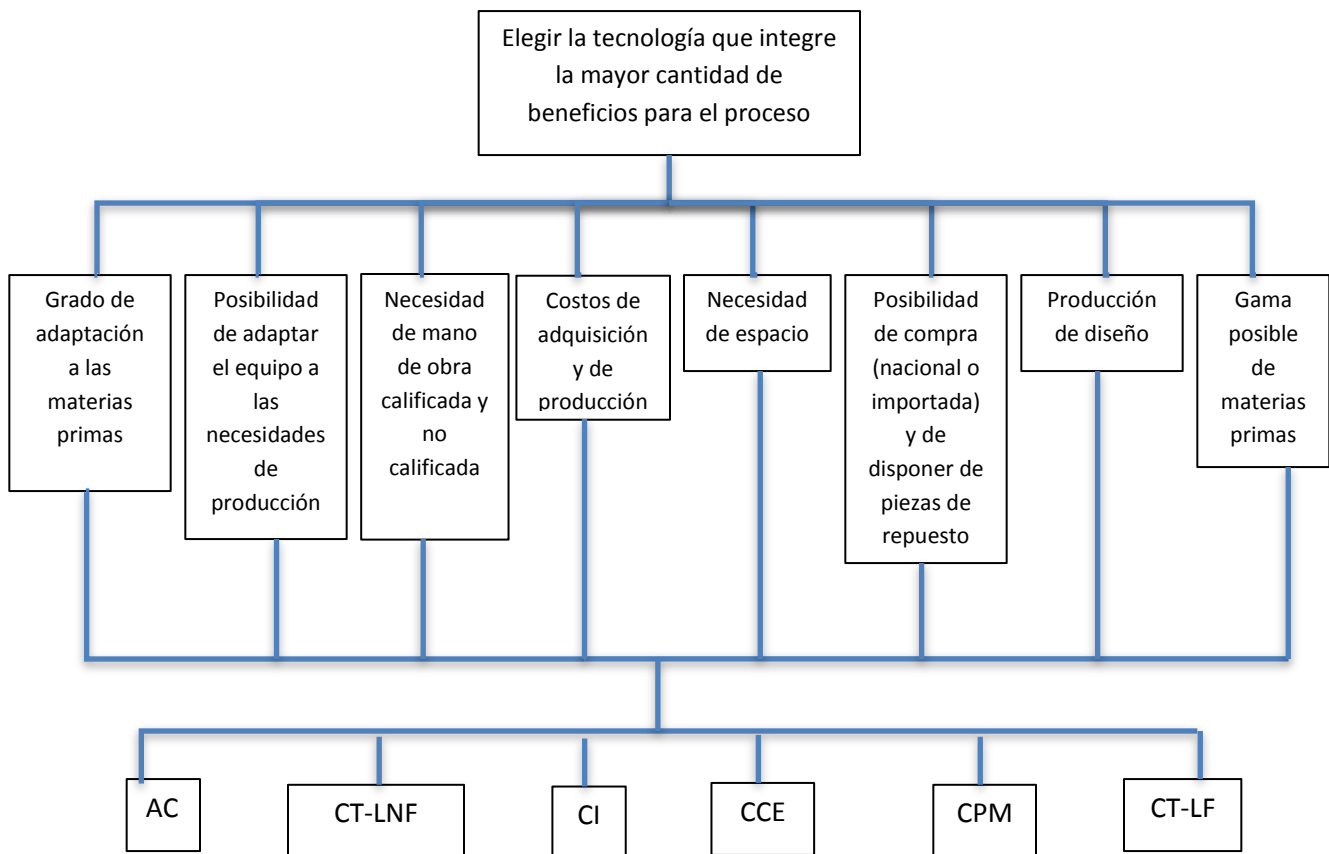


Figura 5.6. Arreglo jerárquico

Tabla 5.1. Escala de intensidad de la importancia

Intensidad de la importancia	Definición	Interpretación
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen igualmente al objetivo
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio están ligeramente a favor de una actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte o fundamental	La experiencia y el juicio están fuertemente a favor de una actividad sobre la otra
7	Importancia muy fuerte o demostrada	Una actividad es fuertemente favorecida y su dominio es demostrado en la práctica
9	Importancia extrema o demostrada	La evidencia favorece una actividad sobre la otra, es máxima la importancia de una actividad sobre la otra
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios contiguos	Cuando un término medio es necesario
Recíproco de los números de arriba	Si una actividad tiene un número de los mencionados anteriormente, al compararse con una segunda actividad entonces la segunda actividad tiene el valor recíproco cuando se compara con la primera.	

### Evaluación de los criterios de valoración

En esta etapa se determinan las importancias relativas de cada uno de los criterios, mediante la comparación entre sí de los mismos, en la Matriz A de la Tabla 5.2 se exhiben los resultados.

El proceso para determinar la importancia relativa, empieza por dividir cada una de las calificaciones entre el resultado de la suma vertical de las mismas, los resultados se presentan en la Tabla 5.3, seguido de estos cálculos se obtiene la sumatoria horizontal, la cual va a ser dividida entre el número de criterios comparados, los resultados de estas últimas operaciones arrojan las importancias relativas, que conformaron la Matriz W de la Tabla 5.5.

Tabla 5.2. Comparación de criterios

CRITERIOS	Grado de adaptación del proceso a las materias primas	Posibilidad de adaptar el equipo a las necesidades de producción	Necesidad de mano de obra calificada y de no calificada	Costos de adquisición y de producción	Necesidad de espacio	Posibilidad de compra (nacional o importada) y de disponer de piezas de repuesto	Producción de diseño	Gama posible de materias primas
Grado de adaptación del proceso a las materias primas	1	2	5	1	7	3	0.5	0.5
Posibilidad de adaptar el equipo a las necesidades de producción	0.5	1	3	0.33	2	2	0.33	0.5
Necesidad de mano de obra calificada y de no calificada	0.2	0.33	1	0.14	0.11	0.33	0.14	0.14
Costos de adquisición y de producción	1	3	7	1	7	5	1	1
Necesidad de espacio	0.14	0.5	9	0.14	1	0.33	0.13	0.13
Posibilidad de compra (nacional o importada) y de disponer de piezas de repuesto	0.33	0.5	3	0.2	3	1	0.2	0.2
Producción de diseño	2	3	7	1	8	5	1	1
Gama posible de materias primas	2	2	7	1	8	5	1	1
Total	7.18	12.33	42.00	4.82	36.11	21.67	4.30	4.47

Tabla 5.3. Determinación de la importancia relativa

CRITERIOS	Grado de adaptación del proceso a las materias primas	Posibilidad de adaptar el equipo a las necesidades de producción	Necesidad de mano de obra calificada y de no calificada	Costos de adquisición y de producción	Necesidad de espacio	Posibilidad de compra (nacional o importada) y de disponer de piezas de repuesto	Producción de diseño	Gama posible de materias primas	SUMA	IMPORTANCIA RELATIVA
Grado de adaptación del proceso a las materias primas	0.139	0.162	0.119	0.208	0.194	0.138	0.116	0.112	1.189	0.149
Posibilidad de adaptar el equipo a las necesidades de producción	0.070	0.081	0.071	0.069	0.055	0.092	0.077	0.112	0.628	0.079
Necesidad de mano de obra calificada y de no calificada	0.028	0.027	0.024	0.030	0.003	0.015	0.033	0.032	0.192	0.024
Costos de adquisición y de producción	0.139	0.243	0.167	0.208	0.194	0.231	0.232	0.224	1.638	0.205
Necesidad de espacio	0.020	0.041	0.214	0.030	0.028	0.015	0.029	0.028	0.404	0.051
Posibilidad de compra (nacional o importada) y de disponer de piezas de repuesto	0.046	0.041	0.071	0.042	0.083	0.046	0.046	0.045	0.420	0.053
Producción de diseño	0.279	0.243	0.167	0.208	0.222	0.231	0.232	0.224	1.805	0.226
Gama posible de materias primas	0.279	0.162	0.167	0.208	0.222	0.231	0.232	0.224	1.724	0.215
Total	1	1	1	1	1	1	1	1	8.0	1.00

Es necesario conocer el grado de fiabilidad o de congruencia que tienen las calificaciones emitidas en la determinación de las importancias relativas de los criterios, por lo tanto se calcula la razón de inconsistencia (RI), los cálculos y los resultados se muestran en la Tabla 5.3, su deducción principia multiplicando la Matriz A (valores de la Tabla 5.2) por la W (valores de la última columna de la Tabla 5.3), obteniendo la columna de producto de matrices, cada uno de estos valores es dividido por cada uno de los correspondientes de la Matriz W, conformando la columna “ $\lambda$  max” a la cual posteriormente, se le obtendrá el promedio, el índice de consistencia IC es deducido por la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{(\lambda \max)p - n}{n - 1}$$

Donde:

IC = Índice de inconsistencia

$(\lambda \max)p$  =  $\lambda$  max promedio = Valor característico

n= Tamaño de la matriz

La consistencia aleatoria (CA) es un dato que proporciona Saaty en función del tamaño “n” de la matriz (Triantaphyllou,1995)<sup>81</sup>, el cual se muestra en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4 Consistencia aleatoria (CA)

Tamaño de matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consistencia Aleatoria (CA)	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Tomado de: (Triantaphyllou,1995)<sup>81</sup>

Por último, se calcula la razón de inconsistencia (RI) que es el cociente del índice de inconsistencia y la consistencia aleatoria.

Tabla 5.5. Razón de inconsistencia (RI)

Matriz A								Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$(\lambda \max)p$	IC	CA	RI	Criterio de aceptación RI $\leq 0.10$
1	2	5	1	7	3	0.5	0.5	0.149	1.363	9.171	8.832	0.119	1.41	0.084	Cumple
0.5	1	3	0.33	2	2	0.33	0.5	0.079	0.682	8.685					
0.2	0.33	1	0.14	0.11	0.33	0.14	0.14	0.024	0.195	8.137					
1	3	7	1	7	5	1	1	0.205	1.815	8.865					
0.14	0.5	9	0.14	1	0.33	0.13	0.13	0.051	0.429	8.484					
0.33	0.5	3	0.2	3	1	0.2	0.2	0.053	0.494	9.404					
2	3	7	1	8	5	1	1	0.226	2.014	8.927					
2	2	7	1	8	5	1	1	0.215	1.935	8.982					



La consistencia de los datos será aceptada cuando la razón de inconsistencia sea aproximadamente igual o menor de 10%, para este caso se cumple el criterio de aceptación.

### Evaluación de las alternativas

Para evaluar las alternativas se construyen matrices para cada uno de los criterios de evaluación de igual manera que en los cálculos anteriores: primero, se comparan las alternativas; posteriormente, se estiman las importancias relativas y; finalmente, se determina las razones de inconsistencia, éstas se presentan de la Tabla 5.6 a la 5.29.

Tabla 5.6. Comparación de alternativas para el Criterio 1

Grado de adaptación del proceso a las materias primas	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF
AC	1	2	2	2	5	0.33
CT-LNF	0.5	1	2	0.33	3	0.33
CI	0.5	0.5	1	0.33	2	0.2
CCE	0.5	3	3	1	5	0.33
CPM	0.2	0.33	0.5	0.2	1	0.14
CT-LF	3	3	5	3	7	1
Total	5.70	9.83	13.50	6.87	23.00	2.34

Tabla 5.7. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 1

Grado de adaptación del proceso a las materias primas	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF	Importancia Relativa
AC	0.175	0.203	0.148	0.291	0.217	0.142	0.196
CT-LNF	0.088	0.102	0.148	0.049	0.130	0.142	0.110
CI	0.088	0.051	0.074	0.049	0.087	0.085	0.072
CCE	0.088	0.305	0.222	0.146	0.217	0.142	0.187
CPM	0.035	0.034	0.037	0.029	0.043	0.061	0.040
CT-LF	0.526	0.305	0.370	0.437	0.304	0.427	0.395
Total	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 5.8. Razón de inconsistencia (RI) del Criterio 1

Matriz A						Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	RI	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	2	2	2	5	0.33	0.196	1.265	6.445	6.239	0.048	1.24	0.039	Cumple
0.5	1	2	0.33	3	0.33	0.110	0.666	6.067					
0.5	0.5	1	0.33	2	0.20	0.072	0.446	6.179					
0.5	3	3	1.00	5	0.33	0.187	1.162	6.225					
0.2	0.33	0.5	0.2	1	0.14	0.040	0.246	6.152					
3	3	5	3	7	1	0.395	2.514	6.366					

Tabla 5.9. Comparación de alternativas para el Criterio 2

Posibilidad de adaptar el equipo a los cambios de producción	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF
AC	1	0.33	0.33	0.33	1	0.33
CT-LNF	3	1	2	1	3	1
CI	3	0.5	1	1	3	1
CCE	3	1	1	1	3	1
CPM	1	0.33	0.33	0.33	1	0.33
CT-LF	3	1	1	1	3	1
Total	14.00	4.17	5.67	4.67	14.00	4.67

Tabla 5.10. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 2

Posibilidad de adaptar el equipo a los cambios de producción	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF	Importancia Relativa
AC	0.071	0.080	0.059	0.071	0.071	0.071	0.071
CT-LNF	0.214	0.240	0.353	0.214	0.214	0.214	0.242
CI	0.214	0.120	0.176	0.214	0.214	0.214	0.192
CCE	0.214	0.240	0.176	0.214	0.214	0.214	0.212
CPM	0.071	0.080	0.059	0.071	0.071	0.071	0.071
CT-LF	0.214	0.240	0.176	0.214	0.214	0.214	0.212
Total	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 5.11. Razón de inconsistencia (RI) del Criterio 2

Matriz A						Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	RI	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.33	0.33	0.33	1	0.33	0.071	0.428	6.044	6.054	0.011	1.24	0.009	Cumple
3	1	2	1	3	1	0.242	1.475	6.104					
3	0.5	1	1	3	1	0.192	1.162	6.045					
3	1	1	1	3	1	0.212	1.283	6.044					
1	0.33	0.33	0.33	1	0.33	0.071	0.428	6.044					
3	1	1	1	3	1	0.212	1.283	6.044					

Tabla 5.12. Comparación de alternativas para el Criterio 3

Necesidad de mano de obra calificada y no calificada	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF
AC	1	0.33	0.5	0.33	1	0.33
CT-LNF	3	1	2	1	3	1
CI	2	0.5	1	1	0.33	1
CCE	3	1	1	1	3	1
CPM	1	0.33	3	0.33	1	0.33
CT-LF	3	1	1	1	3	1
Total	13	4.17	8.50	4.67	11.33	4.67

Tabla 5.13. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 3

Necesidad de mano de obra calificada y no calificada	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF	Importancia Relativa
AC	0.077	0.080	0.059	0.071	0.088	0.071	0.074
CT-LNF	0.231	0.240	0.235	0.214	0.265	0.214	0.233
CI	0.154	0.120	0.118	0.214	0.029	0.214	0.142
CCE	0.231	0.240	0.118	0.214	0.265	0.214	0.214
CPM	0.077	0.080	0.353	0.071	0.088	0.071	0.123
CT-LF	0.231	0.240	0.118	0.214	0.265	0.214	0.214
Total	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 5.14. Razón de inconsistencia (RI) del Criterio 3

Matriz A						Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	RI	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.33	0.5	0.33	1	0.33	0.074	0.489	6.565	6.539	0.108	1.24	0.087	Cumple
3	1	2	1	3	1	0.233	1.538	6.592					
2	0.5	1	1	0.33	1	0.142	0.876	6.184					
3	1	1	1	3	1	0.214	1.396	6.535					
1	0.33	3	0.33	1	0.33	0.123	0.843	6.825					
3	1	1	1	3	1	0.214	1.396	6.535					

Tabla 5.15. Comparación de alternativas para el Criterio 4

Costos de adquisición y de producción	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF
AC	1	4	4	3	0.5	2
CT-LNF	0.25	1	2	0.5	0.33	0.33
CI	0.25	0.5	1	0.5	0.25	0.5
CCE	0.33	2	2	1	0.33	1
CPM	2	3	4	3	1	3
CT-LF	0.5	3	2	1	0.33	1
Total	4.33	13.5	15	9	2.75	7.83

Tabla 5.16. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 4

Costos de adquisición y de producción	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF	Importancia Relativa
AC	0.231	0.296	0.267	0.333	0.182	0.255	0.261
CT-LNF	0.058	0.074	0.133	0.056	0.121	0.043	0.081
CI	0.058	0.037	0.067	0.056	0.091	0.064	0.062
CCE	0.077	0.148	0.133	0.111	0.121	0.128	0.120
CPM	0.462	0.222	0.267	0.333	0.364	0.383	0.338
CT-LF	0.115	0.222	0.133	0.111	0.121	0.128	0.138
Total	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 5.17. Razón de inconsistencia (RI) del Criterio 4

Matriz A						Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	RI	Criterio de aceptación RI $\leq 0.10$
1	4	4	3	0.5	2	0.261	1.637	6.278	6.206	0.041	1.24	0.033	Cumple
0.25	1	2	0.5	0.33	0.33	0.081	0.489	6.052					
0.25	0.5	1	0.5	0.25	0.5	0.062	0.381	6.154					
0.33	2	2	1	0.33	1	0.120	0.743	6.208					
2	3	4	3	1	3	0.338	2.124	6.278					
0.5	3	2	1	0.33	1	0.138	0.867	6.264					

Tabla 5.18. Comparación de alternativas para el Criterio 5

Necesidades de espacio	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF
AC	1	4	3	5	2	7
CT-LNF	0.25	1	0.5	2	0.5	0.33
CI	0.33	2	1	3	1	4
CCE	0.2	0.5	0.33	1	0.25	2
CPM	0.5	2	1	4	1	6
CT-LF	0.14	3	0.25	0.5	0.17	1
Total	2.43	12.5	6.08	15.5	4.92	20

Tabla 5.19. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 5

Necesidades de espacio	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF	Importancia Relativa
AC	0.412	0.320	0.493	0.323	0.407	0.344	0.383
CT-LNF	0.103	0.080	0.082	0.129	0.102	0.016	0.085
CI	0.137	0.160	0.164	0.194	0.203	0.197	0.176
CCE	0.082	0.040	0.055	0.065	0.051	0.098	0.065
CPM	0.206	0.160	0.164	0.258	0.203	0.295	0.215
CT-LF	0.059	0.240	0.041	0.032	0.034	0.049	0.076
Total	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 5.20. Razón de inconsistencia (RI) del Criterio 5

Matriz A						Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	RI	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	4	3	5	2	7	0.383	2.538	6.625	6.653	0.131	1.32	0.099	Cumple
0.25	1	0.5	2	0.5	0.33	0.085	0.532	6.230					
0.33	2	1	3	1	4	0.176	1.188	6.753					
0.2	0.5	0.33	1	0.25	2	0.065	0.449	6.883					
0.5	2	1	4	1	6	0.215	1.469	6.847					
0.14	3	0.25	0.5	0.17	1	0.076	0.499	6.577					

Tabla 5.21. Comparación de alternativas para el Criterio 6

Posibilidad de compra nacional y de disponer de piezas de repuesto	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF
AC	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5
CT-LNF	1	1	2	2	2	2
CI	2	0.5	1	1	1	1
CCE	2	0.5	1	1	1	1
CPM	2	0.5	1	1	1	1
CT-LF	2	0.5	1	1	1	1
Total	10	4	6.5	6.5	6.5	6.5

Tabla 5.22. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 6

Posibilidad de compra nacional y de disponer de piezas de repuesto	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF	Importancia Relativa
AC	0.100	0.250	0.077	0.077	0.077	0.077	0.110
CT-LNF	0.100	0.250	0.308	0.308	0.308	0.308	0.263
CI	0.200	0.125	0.154	0.154	0.154	0.154	0.157
CCE	0.200	0.125	0.154	0.154	0.154	0.154	0.157
CPM	0.200	0.125	0.154	0.154	0.154	0.154	0.157
CT-LF	0.200	0.125	0.154	0.154	0.154	0.154	0.157
Total	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 5.23. Razón de inconsistencia (CI) del Criterio 6

Matriz A						Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	RI	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.110	0.687	6.263	6.233	0.047	1.24	0.038	Cumple
1	1	2	2	2	2	0.263	1.627	6.175					
2	0.5	1	1	1	1	0.157	0.978	6.239					
2	0.5	1	1	1	1	0.157	0.978	6.239					
2	0.5	1	1	1	1	0.157	0.978	6.239					
2	0.5	1	1	1	1	0.157	0.978	6.239					

Tabla 5.24. Comparación de alternativas para el Criterio 7

Producción de diseño	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF
AC	1	0.33	0.2	0.17	0.5	0.17
CT-LNF	3	1	1	0.2	1	0.2
CI	5	1	1	0.2	1	0.2
CCE	6	5	5	1	6	1
CPM	2	1	1	0.17	1	0.17
CT-LF	6	5	5	1	6	1
Total	23	13.33	13.20	2.73	15.5	2.73

Tabla 5.25. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 7

Producción de diseño	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF	Importancia Relativa
AC	0.043	0.025	0.015	0.061	0.032	0.061	0.040
CT-LNF	0.130	0.075	0.076	0.073	0.065	0.073	0.082
CI	0.217	0.075	0.076	0.073	0.065	0.073	0.097
CCE	0.261	0.375	0.379	0.366	0.387	0.366	0.356
CPM	0.087	0.075	0.076	0.061	0.065	0.061	0.071
CT-LF	0.261	0.375	0.379	0.366	0.387	0.366	0.356
Total	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 5.26. Razón de inconsistencia (RI) del criterio 7

Matriz A						Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	RI	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.33	0.2	0.17	0.5	0.17	0.040	0.240	6.058	6.243	0.049	1.24	0.039	Cumple
3	1	1	0.2	1	0.2	0.082	0.510	6.223					
5	1	1	0.2	1	0.2	0.097	0.590	6.110					
6	5	5	1	6	1	0.356	2.266	6.372					
2	1	1	0.17	1	0.17	0.071	0.447	6.323					
6	5	5	1	6	1	0.356	2.266	6.372					

Tabla 5.27. Comparación de alternativas para el Criterio 8

Gama posible de materias primas	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF
AC	1	2	4	2	4	3
CT-LNF	0.5	1	3	1	3	2
CI	0.25	0.33	1	0.33	1	0.5
CCE	0.5	1	3	1	3	2
CPM	0.25	0.33	1	0.33	1	0.5
CT-LF	0.33	0.5	2	0.5	2	1
Total	2.83	5.17	14	5.17	14	9

Tabla 5.28. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 8

Gama posible de materias primas	AC	CT-LNF	CI	CCE	CPM	CT-LF	Importancia Relativa
AC	0.353	0.387	0.286	0.387	0.286	0.333	0.339
CT-LNF	0.176	0.194	0.214	0.194	0.214	0.222	0.202
CI	0.088	0.065	0.071	0.065	0.071	0.056	0.069
CCE	0.176	0.194	0.214	0.194	0.214	0.222	0.202
CPM	0.088	0.065	0.071	0.065	0.071	0.056	0.069
CT-LF	0.118	0.097	0.143	0.097	0.143	0.111	0.118
Total	1	1	1	1	1	1	1



Tabla 5.29. Razón de inconsistencia (RI) del Criterio 8

Matriz A						Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	RI	Criterio de aceptación RI $\leq 0.10$
1	2	4	2	4	3	0.339	2.056	6.073	6.041	0.008	1.32	0.006	Cumple
0.5	1	3	1	3	2	0.202	1.226	6.057					
0.25	0.33	1	0.33	1	0.5	0.069	0.417	6.021					
0.5	1	3	1	3	2	0.202	1.226	6.057					
0.25	0.33	1	0.33	1	0.5	0.069	0.417	6.021					
0.33	0.5	2	0.5	2	1	0.118	0.710	6.020					

### Jerarquización de las alternativas

Para conocer la alternativa más adecuada se procede de la siguiente manera: al multiplicar cada uno de los valores de importancia relativa de cada tecnología de cada uno de los criterios (última columna de las Tablas: 5.7, 5.10, 5.13, 5.16, 5.19, 5.22, 5.25 y 5.28) por su correspondiente valor de importancia relativa de los criterios (última columna de la Tabla 5.3), se obtienen los valores de “Jerarquización de alternativas” (Tabla 5.30), los que se suman horizontalmente (última columna de la misma Tabla 5.30). El valor más alto representa la tecnología con mayor certidumbre.

Tabla 5.30. Jerarquización de alternativas

Tecnologías	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6	Criterio 7	Criterio 8	Jerarquización de Alternativas								Resultados
AC	0.196	0.071	0.074	0.261	0.383	0.110	0.040	0.339	0.029	0.006	0.002	0.053	0.019	0.006	0.009	0.073	0.197
CT-LNF	0.110	0.242	0.233	0.081	0.085	0.263	0.082	0.202	0.016	0.019	0.006	0.017	0.004	0.014	0.019	0.044	0.138
CI	0.072	0.192	0.142	0.062	0.176	0.157	0.097	0.069	0.011	0.015	0.003	0.013	0.009	0.008	0.022	0.015	0.096
CCE	0.187	0.212	0.214	0.120	0.065	0.157	0.356	0.202	0.028	0.017	0.005	0.025	0.003	0.008	0.080	0.044	0.209
CPM	0.040	0.071	0.123	0.338	0.215	0.157	0.071	0.069	0.006	0.006	0.003	0.069	0.011	0.008	0.016	0.015	0.134
CT-LF	0.395	0.212	0.214	0.138	0.076	0.157	0.356	0.118	0.059	0.017	0.005	0.028	0.004	0.008	0.080	0.025	0.227

La tecnología que ofrece más ventajas para este proceso en particular, es el congelador túnel de lecho fluidizado (Tabla 5.30), siendo la segunda más importante el armario de congelación, seguida del congelador de cinta en espiral.

## 6. Localización de la planta

La localización de la planta congeladora de frutas y de hortalizas se lleva a cabo en dos etapas: en la primera, se tratan los aspectos relacionados con la macrolocalización, demarcándose ésta a las principales entidades federativas productoras, se selecciona por el método de Jerarquización Analítica (por sus siglas en Inglés, AHP) el estado que resulta con una mejor puntuación una vez calificado de

acuerdo con ciertos criterios cada uno de los factores primarios recomendados por Vilbrant (1963)<sup>83</sup>, en la segunda, se expone lo concerniente a la microlocalización, delimitándose ésta a los municipios de las importantes regiones agrícolas del estado elegido, la elección se realiza bajo el mismo procedimiento utilizado en la macrolocalización aplicando para este caso los factores específicos.

## **6.1. Macrolocalización. Factores primarios**

De acuerdo con Vilbrant (1963)<sup>83</sup> los factores primarios son aquéllos que influyen en la selección de una región –entidades federativas de México para este trabajo de tesis- los cuales son: suministro de materia prima, mercados, suministro de energía, suministro de agua, clima, sismos y huracanes.

### **6.1.1. Suministro de materias primas**

Como primer parámetro para encontrar la macrolocalización más conveniente de la planta, se considera la contribución de las entidades federativas en el contexto nacional de la producción de hortalizas y de frutas, ya que el factor determinante en la calidad del producto congelado es el tiempo de transportación desde su cosecha hasta su procesamiento, magnitud física que depende tanto de la distancia recorrida por el autotransporte como de la aceleración con la cual se traslade, siendo ésta última, a su vez dependiente de las condiciones o del tipo de carretera por la que se transite, factor que conlleva a una consideración más, como es el costo por concepto de peaje, de ahí que en este apartado se analice todos estos elementos, entre otros que pudieran intervenir.

#### **6.1.1.1. Disponibilidad de proveedores existentes o futuros**

La búsqueda de los principales proveedores de la materia prima de la planta congeladora en proyecto, se inicia seleccionando, de la información de la producción de hortalizas y de frutas en las 31 entidades federativas y en el Distrito Federal en el periodo 2005 -2009 (Tabla 6.1), los estados que uno o más años han ocupado los cinco primeros lugares ya sea en la producción de hortalizas o en la de frutas. Posteriormente, se calcula la producción total en este periodo de cada uno de los doce estados que cumplieron con el requisito mencionado (Tabla 6.2) y finalmente, se determina la contribución de cada uno de éstos en el gran total, correspondiéndole solamente a tres estados: Veracruz, Michoacán y Sinaloa el 53% y a Guanajuato, Puebla, Zacatecas, Chihuahua, Chiapas, Tabasco, Colima, Oaxaca y Morelos el 47% restante.

Tabla 6.1. Producción de frutas y de hortalizas en las 31 entidades federativas y en el Distrito Federal

Posición	AÑO																			
	2005				2006				2007				2008				2009			
	Hortalizas		Frutas		Hortalizas		Frutas		Hortalizas		Frutas		Hortalizas		Frutas		Hortalizas		Frutas	
Entidad Federativa	Producción t	Entidad Federativa	Producción t	Entidad Federativa	Producción t	Entidad Federativa	Producción t	Entidad Federativa	Producción t	Entidad Federativa	Producción t	Entidad Federativa	Producción t	Entidad Federativa	Producción t	Entidad Federativa	Producción t	Entidad Federativa	Producción t	
1	Sinaloa	1845450	Veracruz	3927347	Sinaloa	1898604	Veracruz	4100340	Sinaloa	2159010	Veracruz	4320706	Sinaloa	1970634	Veracruz	4209196	Sinaloa	1592268	Veracruz	4419200
2	Guanajuato	697186	Michoacán	2119727	Zacatecas	755210	Michoacán	2229410	Chihuahua	863798	Michoacán	844860	Michoacán	804404	Michoacán	2392411	Zacatecas	773705	Michoacán	2422938
3	Puebla	684080	Chiapas	1101618	Michoacán	711328	Chiapas	1108556	Michoacán	844860	Colima	944749	Puebla	683651	Chiapas	1235528	Chihuahua	692944	Chiapas	1179554
4	Zacatecas	681182	Tabasco	914764	Chihuahua	701314	Colima	926447	Zacatecas	717955	Chiapas	935103	Morelos	646487	Colima	1052436	Michoacán	670334	Oaxaca	856027
5	Michoacán	658355	Colima	836828	Puebla	672532	Tabasco	903425	Puebla	676503	Tabasco	856113	Guanajuato	619871	Tabasco	793257	Guanajuato	635826	Tabasco	804464
6	Chihuahua	629338	Oaxaca	716342	Guanajuato	576367	Oaxaca	784285	Guanajuato	590463	Oaxaca	748546	Chihuahua	601466	Oaxaca	774800	Baja California	542631	Colima	778616
7	Baja California	586461	Chihuahua	663643	Baja California	537731	Tamaulipas	712635	Baja California	550376	Tamaulipas	717718	Baja California	535318	Sonora	756346	Sonora	476465	Tamaulipas	751242
8	San Luis Potosí	520147	Guerrero	640812	Sonora	526923	Guerrero	653900	Jalisco	521462	Sonora	717700	Zacatecas	518597	Guerrero	729478	Jalisco	471283	Guerrero	747104
9	Jalisco	476910	Sonora	452491	San Luis Potosí	452491	Chihuahua	449704	San Luis Potosí	449704	Guerrero	676157	Jalisco	476119	Tamaulipas	718550	San Luis Potosí	438833	Sonora	610945
10	Tamaulipas	398705	Tamaulipas	604054	Tamaulipas	433889	Nayarit	547290	Sonora	427609	Nayarit	565030	Sonora	416086	Chihuahua	559270	Tamaulipas	379820	Chihuahua	572413
11	Sonora	395746	Nayarit	495341	Jalisco	425411	Sonora	529686	Tamaulipas	421940	Chihuahua	551748	San Luis Potosí	400722	Nayarit	521838	México	324366	Puebla	513651
12	Morelos	385443	Jalisco	453782	Morelos	400239	San Luis Potosí	451895	Morelos	397672	Sinaloa	520904	Tamaulipas	397460	San Luis Potosí	495595	Morelos	301717	San Luis Potosí	491108
13	México	302390	Puebla	450369	México	295913	Jalisco	451547	México	320742	San Luis Potosí	490713	México	378586	Sinaloa	478904	Veracruz	270840	Jalisco	470138
14	Baja California Sur	226577	San Luis Potosí	423105	Nayarit	275289	Nuevo León	432133	Veracruz	221186	Jalisco	435139	Distrito Federal	306420	Puebla	477817	Nayarit	217741	Nayarit	464620
15	Nayarit	212871	Nuevo León	376324	Veracruz	213836	Puebla	425747	Nayarit	192945	Nuevo León	416123	Veracruz	281922	Jalisco	470120	Baja California Sur	139807	Nuevo León	363998
16	Veracruz	200875	Yucatán	355852	Baja California Sur	165239	Sinaloa	413678	Baja California Sur	191326	Puebla	396759	Nayarit	202224	Nuevo León	434969	Hidalgo	133419	Yucatán	308725
17	Aguascalientes	97012	México	283028	Aguascalientes	95921	Yucatán	347033	Hidalgo	115393	Yucatán	363326	Baja California Sur	156743	Yucatán	367991	Aguascalientes	120514	Sinaloa	247929
18	Coahuila	91301	Sinaloa	220241	Hidalgo	92600	México	280394	Aguascalientes	100618	México	215526	Hidalgo	128174	México	274801	Coahuila	90241	Coahuila	246693
19	Durango	88982	Coahuila	200041	Quintana Roo	92400	Coahuila	220209	Coahuila	99693	Zacatecas	196438	Aguascalientes	110663	Coahuila	175411	Quintana Roo	80688	México	225318
20	Hidalgo	85621	Zacatecas	190217	Querétaro	77978	Zacatecas	210699	Querétaro	83343	Coahuila	170108	Coahuila	91071	Zacatecas	172066	Querétaro	80046	Zacatecas	211289
21	Quintana Roo	67162	Durango	145398	Durango	75564	Durango	147407	Durango	77596	Durango	151167	Querétaro	88891	Campeche	167974	Chiapas	73502	Campeche	179511
22	Chiapas	65150	Campeche	140250	Colima	72041	Campeche	130861	Chiapas	73313	Campeche	133454	Durango	71402	Durango	132104	Guerrero	65362	Baja California	129484
23	Colima	64633	Hidalgo	133721	Guerrero	69445	Aguascalientes	116020	Colima	71867	Hidalgo	100496	Guerrero	67630	Aguascalientes	112329	Colima	62677	Durango	128706
24	Nuevo León	58021	Aguascalientes	114256	Coahuila	68175	Baja California	112738	Guerrero	67887	Morelos	96161	Chiapas	65091	Hidalgo	107280	Puebla	60973	Aguascalientes	112892
25	Querétaro	57043	Morelos	103696	Chiapas	62847	Hidalgo	100206	Nuevo León	57436	Baja California	83450	Nuevo León	65079	Baja California	96752	Nuevo León	60580	Hidalgo	98175
26	Guerrero	55658	Baja California	93822	Yucatán	53622	Morelos	97253	Oaxaca	48807	Aguascalientes	77464	Colima	64259	Morelos	84721	Durango	60292	Morelos	87011
27	Yucatán	43466	Quintana Roo	56643	Tlaxcala	43009	Quintana Roo	66999	Yucatán	44027	Quintana Roo	67573	Yucatán	59204	Quintana Roo	69783	Oaxaca	66228	Quintana Roo	60019
28	Campeche	42314	Baja California Sur	46417	Oaxaca	40956	Baja California Sur	53250	Tlaxcala	40112	Baja California Sur	53325	Oaxaca	56544	Baja California Sur	31038	Tlaxcala	48566	Baja California Sur	48442
29	Oaxaca	40263	Guanajuato	36513	Nuevo León	35694	Guanajuato	35440	Quintana Roo	32107	Guanajuato	38111	Tlaxcala	46380	Guanajuato	29576	Yucatán	45213	Guanajuato	33428
30	Tlaxcala	35673	Querétaro	8772	Campeche	32571	Querétaro	7898	Distrito Federal	26370	Querétaro	7643	Campeche	31512	Tlaxcala	8171	Distrito Federal	30995	Querétaro	7360
31	Distrito Federal	33317	Tlaxcala	3675	Distrito Federal	29146	Tlaxcala	4366	Campeche	26116	Tlaxcala	3006	Quintana Roo	28335	Querétaro	7474	Campeche	13099	Tlaxcala	2433
32	Tabasco	5396	Distrito Federal	1236	Tabasco	9400	Distrito Federal	1147	Tabasco	6820	Distrito Federal	1097	Tabasco	8511	Distrito Federal	923	Tabasco	4471	Distrito Federal	1391

Fuente: SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (2009) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)<sup>63</sup>

Mediante este procedimiento se encuentra que Veracruz, Michoacán y Sinaloa tienen suficientes méritos para ser considerados como principales proveedores ya que durante el periodo observado (Tabla 6.2), el primer estado se colocó como el primer productor de frutas, de igual manera que Sinaloa, para el caso de las hortalizas, y Michoacán, el segundo lugar en la producción de frutas, se mantuvo dentro de los cinco primeras posiciones en la de hortalizas.

Tabla 6.2. Estados con mayor producción de frutas y de hortalizas en el periodo 2005 -2009

Estado	AÑO										Producción total por estado	
	2005		2006		2007		2008		2009		t	%
	Hortalizas	Frutas	Hortalizas	Frutas	Hortalizas	Frutas	Hortalizas	Frutas	Hortalizas	Frutas		
Veracruz	200875	3927347	213836	4100340	221186	4320706	281922	4209196	270840	4419200	22165449	25.5
Michoacán	658355	836828	711328	2229410	844860	844860	804404	2392411	670334	2422938	12415730	14.3
Sinaloa	1845450	220241	1898604	413678	2159010	520904	1970634	478904	1592268	247929	11347622	13.0
Guanajuato	697186	36513	576367	35440	590463	38111	619871	29576	635826	33428	3292781	3.8
Puebla	684080	450369	672532	425747	676503	396759	683651	477817	60973	513651	5042080	5.8
Zacatecas	681182	190217	755210	210699	717955	196438	518597	172066	773705	211289	4427358	5.1
Chihuahua	629338	663643	701314	644773	863798	551748	601466	559270	692944	572413	6480707	7.5
Chiapas	65150	1101618	62847	1108556	73313	935103	65091	1235528	73502	1179554	5900260	6.8
Tabasco	5396	914764	9400	903425	6820	856113	8511	793257	4471	804464	4306621	5.0
Colima	64633	836828	72041	926447	71867	944749	64259	1052436	62677	778616	4874553	5.6
Oaxaca	40263	716342	40956	784285	48807	748546	56544	774800	56628	856027	4123197	4.7
Morelos	385443	103696	400239	97253	397672	96161	646487	84721	301717	87011	2600399	3.0
Producción total de los doce estados en el periodo 2005 -2009											86976755	100.0

Fuente: Calculado de SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (2010) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)<sup>63</sup>

En virtud de lo anterior, la decisión de la región donde se ubicará la planta, se delimita al análisis y evaluación de los factores primarios –considerados en este trabajo- de Veracruz, Michoacán y Sinaloa.





### 6.1.1.2. Distancias, tiempos y costos

El factor distancia se analiza contemplando tres escenarios diferentes: en el primero, se considera que la planta congeladora de frutas y de hortalizas se ubique en Veracruz, capital del estado con el mismo nombre, ciudad a la que llegarían los productos agrícolas procedentes de las principales ciudades de los diecinueve estados con mayor producción de hortalizas y de los



diecinueve con mayor producción de frutas; en el segundo, imaginariamente, se localiza la planta en Morelia, capital de Michoacán, mercado al que confluirían las materias primas cultivadas en sus propios campos como en el resto de los estados seleccionados por sus altas producciones y; en el tercero, se sitúa –en el papel- a la planta en Culiacán, capital de Sinaloa en donde se recibiría, de igual manera, los productos agrícolas cosechados en los diecinueve estados líderes en el ramo.

En la Tabla 6.3 se muestra la distancia, por las rutas más cortas, entre Veracruz, Ver. y algunas ciudades importantes de las diez entidades federativas con más producción de frutas y de hortalizas, así como el tiempo de recorrido y el costo por peaje que se erogaría al transitar por las carreteras preseleccionadas, como representativo del costo de transportación de la mercancía para no entrar en detalles relacionados con rendimientos de combustibles según el tipo de vehículo. En la fila denominada “Total” se observa que la distancia que recorrerían 22 autotransportes desde 22 puntos diferentes del país para arribar a Veracruz, Ver., sería de 21 906 km, lo que representaría un gasto de \$ 20 877 solamente por el concepto referido y un tiempo de recorrido de 217 horas y 53 minutos.

Tabla 6.3. Distancias, tiempos y costos de peaje. Transporte de hortalizas y de frutas de centros productores a Veracruz, Ver.

Veracruz, Veracruz				
Estado	Ciudad	Longitud de ruta más corta (km)	Tiempo (horas y minutos)	Costo de peaje (Pesos M. N.)
Baja California	Ensenada	3 304	32:34	2 595
Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	556	05:14	559
Chiapas	San Cristóbal de las Casas	624	05:58	599
Chihuahua	Chihuahua	1 825	18:20	1 323
Colima	Colima	1127	10:40	1471
Guanajuato	Guanajuato	754	07:24	785
Guanajuato	León	778	07:31	785
Guerrero	Acapulco	710	07:18	889
Jalisco	Guadalajara	973	09:32	999
Michoacán	Morelia	710	07:19	774
Michoacán	Uruapan	819	08:30	820
Morelos	Cuernavaca	424	04:33	444
Nayarit	Tepic	1136	10:53	1546
Oaxaca	Oaxaca	466	04:38	453
Puebla	Puebla	281	02:52	328
San Luis Potosí	San Luis Potosí	800	07:43	724
Sinaloa	Culiacán	1 681	16:33	1 846
Sonora	Hermosillo	2 360	22:47	2 226
Tabasco	Villahermosa	466	04:26	447
Tamaulipas	Matamoros	993	11:58	190
Veracruz	Xalapa	102	01:17	73
Zacatecas	Zacatecas	1 017	09:52	1 001
<b>Total</b>		<b>21 906</b>	<b>217:53</b>	<b>20 877</b>

Fuente: Rutas de punto a punto. Dirección General de Desarrollo Carretero DGDC, perteneciente a la Subsecretaría de Infraestructura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2011)<sup>64</sup>.

De manera similar, en la Tabla 6.4 se presentan los datos correspondientes al segundo escenario, y se observa que en este caso, los autotransportes recorrerían alrededor de 4 826 km menos que en el primero y se gastarían aproximadamente \$ 5 849 menos por concepto de costo de peaje, el tiempo aproximado que se emplearía sería de 171 horas y 30 minutos.

Tabla 6.4. Distancias, tiempos y costos de peaje. Transporte de hortalizas y frutas de centros productores a Morelia, Mich.

Morelia, Michoacán				
Estado	Ciudad	Longitud de ruta más corta (km)	Tiempo (horas y minutos)	Costo de peaje (Pesos, M.N.)
Baja California	Ensenada	2 625	25:51	1 949
Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	1 144	11:10	1 185
Chiapas	San Cristóbal de las Casas	1 212	11:54	1 225
Chihuahua	Chihuahua	1 276	12:47	1 003
Colima	Colima	480	04:36	593
Guanajuato	Guanajuato	179	01:57	165
Guanajuato	León	203	02:00	165
Guerrero	Acapulco	588	06:36	238
Jalisco	Guadalajara	294	02:49	353
Michoacán	Uruapan	109	01:11	46
Morelos	Cuernavaca	339	04:01	412
Nayarit	Tepic	489	04:48	668
Oaxaca	Oaxaca	772	07:44	669
Puebla	Puebla	434	04:36	446
San Luis Potosí	San Luis Potosí	326	03:29	172
Sinaloa	Culiacán	1 002	09:50	1 200
Sonora	Hermosillo	1 860	16:04	1 580
Tabasco	Villahermosa	1 054	10:22	1 073
Tamaulipas	Matamoros	971	11:17	211
Veracruz	Xalapa	625	06:46	520
Veracruz	Veracruz	710	07:17	774
Zacatecas	Zacatecas	442	04:25	381
<b>Total</b>		<b>17 134</b>	<b>171:30</b>	<b>15 028</b>

Fuente: Rutas de punto a punto. Dirección General de Desarrollo Carretero DGDC, perteneciente a la Subsecretaría de Infraestructura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2011)<sup>64</sup>.

Si se procede con el mismo análisis ahora para el tercer escenario, la planta congeladora ubicada en Culiacán, Sin., se obtiene como resultado (Tabla 6.5) que los productos agrícolas recorrerían 28 459 km desde la ciudad capital del respectivo estado hasta el centro de consumo, las líneas de autotransportes erogarían por concepto de peaje \$ 29 145 y consumirían un tiempo aproximado de 290 horas y 38 minutos.

Tabla 6.5. Distancias, tiempos y costos de peaje. Transporte de hortalizas y frutas de centros productores a Culiacán, Sin.

Culiacán, Sinaloa				
Estado	Ciudad	Longitud de ruta más corta (km)	Tiempo (horas y minutos)	Costo de peaje (Pesos M. N.)
Baja California	Ensenada	1 646	16:27	749
Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	2 096	20:26	2 385
Chiapas	San Cristóbal de las Casas	2 164	21:10	2 425
Chihuahua	Chihuahua	1 043	13:31	362
Colima	Colima	890	08:37	1 111
Guanajuato	León	995	09:52	1 216
Guanajuato	Guanajuato	1 046	10:20	1 216
Guerrero	Acapulco	1 595	15:49	1 905
Jalisco	Guadalajara	713	07:07	847
Michoacán	Morelia	1 003	09:50	1 200
Michoacán	Uruapan	996	10:29	1 051
Morelos	Cuernavaca	1 351	13:49	1 612
Nayarit	Tepic	496	04:54	588
Oaxaca	Oaxaca	1 725	17:00	1 869
Puebla	Puebla	1 390	14:11	1 646
San Luis Potosí	San Luis Potosí	1 066	10:35	1 250
Sonora	Hermosillo	702	06:40	380
Tabasco	Villahermosa	2 007	19:38	2 273
Tamaulipas	Matamoros	1 459	16:56	1 132
Veracruz	Xalapa	1 578	16:02	1 720
Veracruz	Veracruz	1 662	16:33	1 974
Zacatecas	Zacatecas	836	10:42	234
<b>Total</b>		<b>28 459</b>	<b>290:38</b>	<b>29 145</b>

Fuente: Rutas de punto a punto. Dirección General de Desarrollo Carretero DGDC, perteneciente a la Subsecretaría de Infraestructura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2011)<sup>64</sup>.

De la comparación de los tres elementos evaluados en cada uno de los escenarios anteriores se desprende que Morelia, Mich, representa el centro de recepción de productos agrícolas con menor distancia recorrida con un costo por concepto de peaje más bajo y con el tiempo de traslado más corto del centro productor más alejado. Por lo tanto, si la decisión de la localización de la planta congeladora dependiera solamente de estas tres variables, ésta sería obviamente, la capital del estado de Michoacán.



## 6.1.2. Mercados

El mercado, al igual que las materias primas, es un factor primario relevante, razón por la cual el análisis de éste, se realiza con el mismo enfoque con el cual se llevó a cabo el examen del suministro de las materias primas con la diferencia que las distancias recorridas, el tiempo transcurrido y el costo de peaje corresponden al desplazamiento de los productos congelados tanto de Veracruz, Ver., como de Morelia, Mich., o de Culiacán, Sin., a las principales zonas urbanas.

### 6.1.2.1. Principales zonas urbanas

De información obtenida del Censo de Población y Vivienda 2010<sup>36</sup> se eligieron las localidades de mayor población de cada uno de los estados del país y en concordancia con los canales de distribución de las frutas y las hortalizas congeladas (Figura 4.1) se verificó, en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, DENUE (2011)<sup>32</sup>, que las poblaciones seleccionadas contarán con la mayoría de los servicios siguientes: a) restaurantes con servicio completo con más de once empleados, b) hospitales generales y de especialidades; privados o del sector público con más de 31 personas empleadas, c) servicios de comedor para empresas e instituciones, d) supermercados con más de 31 empleados y e) comercio al por mayor de conservas alimenticias, así se conjuntaron las 33 localidades de la Tabla 6.6 y 6.7.

Tabla 6.6. Localidades con mayor población por entidad federativa

Entidad Federativa	Localidad	Habitantes
Aguascalientes	Aguascalientes	722 750
Baja California	Mexicali	689 775
Baja California Sur	La Paz	215 178
Campeche	Campeche	220 389
Coahuila	Saltillo	709 671
Colima	Colima y Villa de Álvarez	254 983
Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	537 102
Chihuahua	Chihuahua	809 232
Distrito Federal	Distrito Federal	8 851 080
Durango	Durango	518 709
Guanajuato	León	1 238 962
Guerrero	Acapulco	673 479
Hidalgo	Pachuca	256 584
Jalisco	Guadalajara	1 495 182
México	Toluca	489 333
Michoacán	Morelia	597 511
Morelos	Cuernavaca	338 650
Nayarit	Tepic	332 863
Nuevo León	Monterrey	1 135 512

Entidad Federativa	Localidad	Habitantes
Oaxaca	Oaxaca	255 029
Puebla	Puebla	1 434 062
Querétaro	Querétaro	626 495
Quintana Roo	Benito Juárez	628 306
San Luis Potosí	San Luis Potosí	722 772
Sinaloa	Culiacán	675 773
Sonora	Hermosillo	715 061
Tabasco	Villa Hermosa	353 577
Tamaulipas	Reynosa	589 466
Tlaxcala	Tlaxcala	83 748
Veracruz	Xalapa	424 755
Veracruz	Veracruz	428 323
Yucatán	Mérida	777 615
Zacatecas	Zacatecas	129 011

Fuente: Tomado de población total por municipio del Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI.<sup>36</sup>

#### 6.1.2.2. Distancia, tiempos y costos

Una vez conocidas las principales zonas urbanas en las que se distribuiría, a través de sus establecimientos y centros comerciales, las hortalizas y las frutas congeladas producidas por el proyecto en estudio, mediante el programa “Rutas de punto a punto” de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2011)<sup>64</sup>, se determinaron las distancias, los tiempos y los costos de peaje relacionados con el transporte de los productos desde las tres ubicaciones en análisis: Veracruz, Ver., Morelia, Mich. y Culiacán, Sin., hasta sus respectivos puntos de venta –imaginariamente concentrados en el centro de la ciudad- Tablas 6.8, 6.9 y 6.10, respectivamente.

Tabla 6.7. Número de prestadores de servicios relacionados con los canales de comercialización de frutas y de hortalizas en las principales zonas urbanas

Entidad Federativa	Municipio	Restaurantes con servicio completo <sup>1</sup>	Hospitales <sup>2</sup>	Servicio de comedor para empresas e instituciones	Comercios al por menor en supermercados <sup>3</sup>	Comercios al por mayor de conservas alimenticias
Aguascalientes	Aguascalientes	97	26	8	10	7
Baja California	Mexicali	102	15	6	32	4
Baja California Sur	La Paz	32	5	0	4	1
Campeche	Campeche	31	9	0	10	1
Coahuila	Saltillo	63	10	3	20	0
Colima	Colima y Villa de Álvarez	38	11	0	8	0
Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	78	17	2	11	1
Chihuahua	Chihuahua	79	19	12	49	5
Distrito Federal	Distrito Federal	1729	241	78	188	26
Durango	Durango	52	10	0	11	0
Guanajuato	León	91	16	5	26	3
Guerrero	Acapulco	124	22	0	24	2
Hidalgo	Pachuca	52	9	0	10	5
Jalisco	Guadalajara	455	72	16	70	12
México	Toluca	96	24	6	35	0
Michoacán	Morelia	85	21	0	17	3
Morelos	Cuernava	130	10	3	18	0
Nayarit	Tepic	45	16	0	7	0
Nuevo León	Monterrey	240	33	15	47	3
Oaxaca	Oaxaca	53	13	3	6	0
Puebla	Puebla	178	43	4	23	3
Querétaro	Querétaro	118	17	8	26	1
Quintana Roo	Benito Juárez	169	15	2	37	4
San Luis Potosí	San Luis Potosí	100	28	10	10	1
Sinaloa	Culiacán	96	24	1	43	9
Sonora	Hermosillo	94	20	10	55	5
Tabasco	Villa Hermosa	73	18	1	18	1
Tamaulipas	Reynosa	72	9	24	20	1
Tlaxcala	Tlaxcala	14	6	1	4	0
Veracruz	Xalapa	72	17	0	12	1
Veracruz	Veracruz	82	20	0	11	1
Yucatán	Merida	177	25	2	52	5
Zacatecas	Zacatecas	24	5	0	3	0

1.-Restaurantes con servicio completo con más de 11 personas empleadas.  
2.-Hospitales: generales, de otras especialidades, psiquiátricos y, de tratamiento para las adicciones. Del sector público y privado, con más de 31 personas empleadas.  
3.-Comercio al por menor en supermercados, con mas de 31 personas empleadas

Fuente: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, DENUE (2011)<sup>32</sup>.

Tabla 6.8. Distancias, tiempos y costos de peaje de la ruta más corta. Transporte de frutas y de hortalizas congeladas de Veracruz, Ver. a diferentes centros urbanos

<b>Veracruz, Veracruz</b>			
<b>Ciudad</b>	<b>Longitud de ruta más corta (km)</b>	<b>Tiempo (horas y minutos)</b>	<b>Costo de peaje (Pesos M. N.)</b>
Acapulco, Gro.	710	07:18	889
Aguascalientes, Ags.	901	08:34	971
Benito Juárez, Q. R.	1 320	14:04	992
Campeche, Camp.	849	09:07	624
Chihuahua, Chih.	1 825	18:22	1 323
Colima y Villa de Álvarez, Col.	1 127	10:40	1 471
Cuernavaca, Mor.	424	04:33	444
Culiacán, Sin.	1 681	16:33	1 846
Distrito Federal	405	04:21	448
Durango, Dgo.	1 294	13:30	768
Guadalajara, Jal.	973	09:32	999
Hermosillo, Son.	2 360	22:47	2 226
La Paz, B. C. S.	4 638	48:57	2 912
León, Gto.	778	07:31	785
Mérida, Yuc.	1 000	10:52	622
Mexicali, B. C.	3 049	30:03	2 376
Monterrey, N. L.	1 086	12:39	190
Morelia, Mich.	697	06:39	878
Oaxaca, Oax.	467	04:38	453
Pachuca, Hgo.	419	04:12	468
Puebla, Pue.	281	02:52	328
Querétaro, Qro.	605	05:49	663
Reynosa, Tamp.	1 001	12:01	193
Saltillo, Coah.	2 360	22:47	2 226
San Luis Potosí, S. L. P.	800	07:43	701
Tepic, Nay.	1 136	10:53	1 546
Tlaxcala, Tlax.	313	03:08	328
Toluca, Méx.	473	05:11	507
Tuxtla Gutiérrez, Chiap.	556	05:14	559
Villa Hermosa, Tab.	466	04:26	447
Xalapa, Ver.	102	01:17	75
Zacatecas, Zac.	1 024	10:01	1 041
<b>Total</b>	<b>35 120</b>	<b>356:13</b>	<b>30 299</b>

Fuente: Rutas de punto a punto. Dirección General de Desarrollo Carretero DGDC, perteneciente a la Subsecretaría de Infraestructura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2011)<sup>64</sup>.

Tabla 6.9. Distancias, tiempos y costos de peaje de la ruta más corta. Transporte de frutas y de hortalizas congeladas de Morelia, Mich., a diferentes centros urbanos

Morelia, Michoacán			
Ciudad	Longitud de ruta más corta (km)	Tiempo (horas y minutos)	Costo de peaje (Pesos M. N.)
Acapulco, Gro.	588	06:36	238
Aguascalientes, Ags.	326	03:07	351
Benito Juárez, Q. R.	1 896	19:21	1 722
Campeche, Camp.	1 424	14:25	1 354
Chihuahua, Chih.	1 283	12:55	1 003
Colima y Villa de Álvarez, Col.	480	04:36	593
Cuernavaca, Mor.	339	04:01	412
Culiacán, Sin.	1 002	09:50	1 200
Distrito Federal	308	03:14	326
Durango, Dgo.	750	08:00	449
Guadalajara, Jal.	294	02:49	353
Hermosillo, Son.	1 860	16:04	1 580
La Paz, B. C. S.	3 991	42:52	2 034
León, Gto.	203	02:00	165
Mérida, Yuc.	1 589	16:47	1 248
Mexicali, B. C.	2 370	23:20	1 730
Monterrey, N. L.	817	08:34	313
Oaxaca, Oax.	760	07:06	773
Pachuca, Hgo.	317	02:59	375
Puebla, Pue.	434	04:36	446
Querétaro, Qro.	188	01:48	229
Reynosa, Tamp.	1 042	10:22	710
Saltillo, Coah.	768	07:56	281
San Luis Potosí, S. L. P.	329	03:31	165
Tepic, Nay.	489	04:48	668
Tlaxcala, Tlax.	408	03:46	573
Toluca, Méx.	229	02:12	228
Tuxtla Gutiérrez, Chiap.	1 131	10:32	1 289
Veracruz, Ver.	710	07:17	774
Villa Hermosa, Tab.	1 042	09:44	1 177
Xalapa, Ver.	613	06:08	626
Zacatecas, Zac.	449	04:34	405
<b>Total</b>	<b>28 428</b>	<b>285:50</b>	<b>20 446</b>

Fuente: Rutas de punto a punto. Dirección General de Desarrollo Carretero DGDC, perteneciente a la Subsecretaría de Infraestructura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2011)<sup>64</sup>.

Tabla 6.10. Distancias, tiempos y costos de peaje de la ruta más corta. Transporte de frutas y de hortalizas congeladas de Culiacán, Sin. a diferentes centros urbanos

Culiacán, Sinaloa			
Ciudad	Longitud de ruta más corta (km)	Tiempo (horas y minutos)	Costo de peaje (Pesos M. N.)
Acapulco, Gro.	1 595	15:49	1 905
Aguascalientes, Ags.	948	09:19	1 188
Benito Juárez, Q. R.	2 832	28:22	2 978
Campeche, Camp.	2 360	23:25	2 610
Chihuahua, Chih.	1 043	13:31	362
Colima y Villa de Álvarez, Col.	890	08:36	1 111
Cuernavaca, Mor.	1 351	13:49	1 612
Distrito Federal	1 260	12:30	1 526
Durango, Dgo.	528	07:05	275
Guadalajara, Jal.	713	07:12	847
Hermosillo, Son.	702	06:40	380
La Paz, B. C. S.	3 029	33:44	778
León, Gto.	995	09:52	1 216
Mérida, Yuc.	2 541	26:03	2 448
Mexicali, B. C.	1 391	13:56	530
Monterrey, N. L.	1 146	14:08	694
Morelia, Mich.	986	09:35	1 317
Oaxaca, Oax.	1 695	16:06	2 029
Pachuca, Hgo.	1 253	11:59	1 631
Puebla, Pue.	1 386	13:52	1 646
Querétaro, Qro.	1 077	10:48	1 183
Reynosa, Tamp.	1 356	15:29	1 179
Saltillo, Coah.	1 075	13:01	694
San Luis Potosí, S. L. P.	1 078	10:48	1 199
Tepic, Nay.	496	04:54	588
Tlaxcala, Tlax.	1 344	12:46	1 829
Toluca, Méx.	1 181	11:47	1 428
Tuxtla Gutiérrez, Chiap.	2 067	19:32	2 545
Veracruz, Ver.	1 662	16:33	1 974
Villa Hermosa, Tab.	1 977	18:44	2 433
Xalapa, Ver.	1 548	15:08	1 822
Zacatecas, Zac.	830	10:28	319
<b>Total</b>	<b>45 336</b>	<b>465:00</b>	<b>45 476</b>

Fuente: Rutas de punto a punto. Dirección General de Desarrollo Carretero DGDC, perteneciente a la Subsecretaría de Infraestructura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2011)<sup>64</sup>.

Si se comparan los totales se observa que: a) los productos que se embarcarían en la planta congeladora ubicada en Morelia, Mich., recorrerían aproximadamente, siete mil kilómetros menos que los cargados en la fábrica localizada en Veracruz, Ver., y alrededor de dieciseis mil novecientos kilómetros menos que los estibados en la congeladora situada en Culiacán, Sin., b) las diferencias en los tiempos serían considerables de una ubicación y la otra; entre Morelia y Veracruz de, 71 horas (tres días, aproximadamente) y entre Morelia y Culiacán de 179 horas (alrededor de siete días) y c) el ahorro por concepto de peaje entre la opción Morelia o la opción Veracruz sería de diez mil pesos aproximadamente y entre Morelia y Culiacán de alrededor de 25 mil pesos. De acuerdo con los resultados anteriores, la ciudad de Morelia, Mich., se perfila como la locación más factible desde el punto de vista del transporte de la materia prima y de los productos.

### 6.1.3. Suministro de energía

Tabla 6.11. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica por entidad federativa

No.	Identidad Federativa	Viviendas que no disponen de energía eléctrica, %
1	Oaxaca	5.23
2	Guerrero	4.18
3	San Luis Potosí	4.13
4	Chiapas	3.68
5	Durango	3.57
6	Chihuahua	3.28
7	Veracruz	3.15
8	Baja California Sur	3.10
9	Campeche	3.06
10	Nayarit	3.04
11	Hidalgo	2.87
12	Querétaro	2.06
13	Quintana Roo	2.05
14	Yucatán	2.02
15	Sonora	1.90
16	Puebla	1.86
17	Tamaulipas	1.77
18	Michoacán	1.75
19	Guanajuato	1.58
20	Zacatecas	1.53
21	Tabasco	1.37
22	Sinaloa	1.23
23	Tlaxcala	1.20
24	Baja California	1.11
25	Morelos	0.97
26	Jalisco	0.83
27	México	0.82
28	Colima	0.78
29	Coahuila	0.71
30	Aguascalientes	0.66
31	Nuevo León	0.39
32	Distrito Federal	0.09

La variación de la cobertura del suministro de energía eléctrica por estado, es de alrededor de 5%, como se desprende de la proporción de viviendas que no disponen de este servicio de la Tabla 6.11, misma que fue calculada de la información recabada en habitaciones particulares, durante la consulta que llevó a cabo el INEGI en el Censo de Población y Vivienda 2010<sup>36</sup>. De los tres estados en observación, a Veracruz de Ignacio de la Llave, Michoacán de Ocampo y Sinaloa, les corresponde el séptimo, décimo octavo y el vigésimo segundo lugar, respectivamente, en la tabla de porcentajes de viviendas que no disponen de energía eléctrica. Quedando diez posiciones de diferencia entre los dos primeros y tres entre los dos últimos.

Fuente: Calculado de: Consulta de viviendas particulares habitadas por entidad y municipio según disponibilidad de energía eléctrica. Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI<sup>36</sup>.



#### 6.1.4. Suministro de agua

Después de analizar la información que ha publicado la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) - órgano administrativo, normativo, técnico y consultivo encargado de la gestión del agua en México- se considera que los datos que pueden abonar en la selección de la macrolocalización de la planta congeladora, corresponden al grado de presión sobre el recurso hídrico que se presenta en cada una de las tres entidades federativas preseleccionada y, al de la calidad fisicoquímica del agua suministrada.

##### 6.1.4.1. Grado de presión sobre el recurso hídrico

Las entidades federativas que fueron preseleccionadas se encuentran en diferentes regiones hidrológicas en que la CONAGUA ha dividido al país con el fin de organizar la administración y preservación de las aguas nacionales. De los trece organismos de cuenca -unidades básicas de gestión de los recursos hídricos- cuyo ámbito de competencia son las Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA) (Figura 6.1) a Sinaloa le corresponde en su totalidad a la RHA No. III “Pacífico Norte”, a Michoacán le atañen tanto la RHA No. IV como la VIII, “Balsas” y “Lerma Santiago Pacífico” respectivamente, así mismo a la mayor parte de Veracruz le corresponde la RHA No. X “Golfo Centro” y una pequeña fracción la No. XI “Golfo Norte”.



Figura 6.1. Regiones Hidrológicas Administrativas de México

Fuente: CONAGUA. Subdirección General de Programación. Elaborado a partir del reglamento Interior de la CONAGUA y con base en el Acuerdo de Circunscripción Territorial de los Organismos de Cuenca de la Comisión Nacional de Agua publicado en el DOF el 12 de diciembre de 2007. Tomado de Estadísticas del Agua en México Edición 2008<sup>14</sup>.



Ya que el grado de presión sobre el recurso hídrico en una cuenca o región, es un indicador porcentual de la presión a la que se encuentra sometida el recurso agua y se obtiene del cociente entre el volumen total de agua concesionada y la disponibilidad natural media de agua, en la Tabla 6.12 se presenta los datos relativos a las RHA a las que corresponden los tres estados en análisis de los que se desprende que el grado de presión en las RHA: Balsa, Lerma Santiago Pacífico y Pacífico Norte es mayor a 40 puntos porcentuales lo que significa de acuerdo con la CONAGUA (2011)<sup>15</sup> se ejerce una fuerte presión sobre el recurso. En cambio en las RHA Golfo Norte y Golfo Centro la presión es baja.

Tabla 6.12. Grado de presión sobre el recurso hídrico en las RHA de los estados en cuestión

Entidad Federativa	Región Hidrológica Administrativa (RHA)	Volumen total de agua concesionado (millones de m <sup>3</sup> )	Agua renovable media (millones de m <sup>3</sup> )	Grado de presión (%)
Sinaloa	III. Pacífico Norte	10 411	25 630	40.6
Michoacán	IV. Balsas	10 704	21 680	49.4
	V. Lerma-Santiago-Pacífico	14 479	34 533	41.9
Veracruz	IX. Golfo Norte	4 854	25 564	19.0
	X. Golfo Centro	4 973	95 866	5.2

Fuente: Conagua. Subdirección General de Programación 2010. Tomado de Estadísticas del agua en México Edición 2011<sup>15</sup>.

#### 6.1.4.2. Calidad fisicoquímica del agua

De acuerdo con la CONAGUA la evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores: la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO<sub>5</sub>), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST).

La DBO<sub>5</sub> y la DQO se utilizan para revelar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales, de origen municipal y no municipal. La primera muestra la cantidad de materia orgánica biodegradable en tanto que la segunda, indica la cantidad total de materia orgánica, el aumento de ésta demuestra la presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales.

Los SST tienen su origen en las aguas residuales y en la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Este parámetro permite reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta estados que muestran indicios de aportaciones importantes de descargas de aguas residuales, municipales y no municipales, o de áreas con una deforestación severa.

En función de cada uno de los parámetros anteriores, la calidad del agua se ha clasificado en: fuertemente contaminada, contaminada, aceptable, de buena calidad y excelente. De acuerdo con los datos que se presentan en la Tabla 6.13 se observa que el agua muestreada en los cuerpos de Sinaloa se encuentra mejor clasificada ya que para ninguno de los tres indicadores resultó contaminada no así, el agua de los estados de Michoacán y Veracruz, cuyas cantidades porcentuales

de muestras con algún grado de contaminación van del 4% al 38%, de esta manera se hace evidente las diferencias en cuanto a la calidad del agua se refiere.

Tabla 6.13. Clasificación de la calidad del agua muestreada en función de la DBO<sub>5</sub>, la DBO y los SST

Indicador	Clasificación de la calidad del agua muestreada	Sinaloa		Michoacán		Veracruz	
		No.	%	No.	%	No.	%
DBO <sub>5</sub>	Número de sitios de muestreo	20	100	45	100	56	100
	Fuertemente contaminada	0	0	0	0	1	2
	Contaminada	0	0	12	27	1	2
	Aceptable	0	0	24	54	10	18
	Buena Calidad	3	15	4	8	40	71
	Excelente	17	85	5	11	4	7
DQO	Número de sitios de muestreo	0	0	45	100	50	100
	Fuertemente contaminada	0	0	5	11	1	2
	Contaminada	0	0	12	27	6	13
	Aceptable	0	0	15	32	8	17
	Buena Calidad	0	0	6	14	13	25
	Excelente	0	0	7	16	22	44
SST	Número de sitios de muestreo	20	100	45	100	59	100
	Fuertemente contaminada		0	1	3	0	0
	Contaminada		0	7	16	2	4
	Aceptable	4	20	13	30	4	7
	Buena Calidad	10	50	20	43	10	16
	Excelente	6	30	4	8	43	74

Fuente: Estadística del Agua en México Edición 2008 Anexo B<sup>14</sup>.

### 6.1.5. Temperatura y humedad relativa

La temperatura es uno de los factores más importantes para que en la cadena de congelación se asegure la calidad de la fruta o de la hortaliza procesada, la temperatura y el tiempo de almacenamiento están relacionados directamente, donde al disminuir la temperatura aumenta el tiempo de almacenamiento permitido, estas variables impactan directamente en los costos de congelación y de almacenamiento.

El control de la humedad relativa del aire es fundamental para evitar las pérdidas de peso por el proceso de transpiración de los frutos, que tiene lugar cuando existe una diferencias entre la tensión de vapor de agua de a atmósfera ambiental y de la interna o intercelular. Las pérdidas por transpiración podrían ser nulas si el ambiente estuviera saturado de vapor de agua, en la práctica esto generaría alteraciones al fruto, como el cambio de aroma, la presencia de sabores anormales, la creación de microorganismos causantes de podredumbre, etc. (Durán, 1983)<sup>22</sup>.

Conforme a Durán (1983)<sup>22</sup> la tendencia es mantenerse en una humedad relativa que varíe entre el 87 y 95%, valores inferiores á este implica pérdidas de peso importantes, que pudieran ocasionar mermas del orden del 10%.

En la Tabla 6.14 se puede observar que el observatorio de Orizaba, Veracruz, detectó la segunda humedad relativa más alta promedio y la temperatura media promedio mas baja, para el periodo 1981-2000. Cabe señalar que aunque las cámaras de almacenamiento y las áreas donde se lleva acabo la congelación, están sujetas a condiciones controladas, el diferencial de la temperatura y de la humedad relativa del aire de la atmosfera ambiental y el de la atmosfera controlada, es proporcional al costo de producción y de almacenamiento.

Tabla 6.14. Temperaturas y humedad relativa promedio del periodo 1981-2000

Temperaturas y humedad relativa promedio del periodo 1981-2000							
Entidad Federativa	Observatorio	Humedad Relativa %	Temperatura°C				
			Máxima Extrema	Promedio de Máxima	Media	Promedio de Mínima	Mínima Extrema
Sinaloa	Culiacán	70	43	32.8	24.9	17.1	0.6
	Mazatlán	74	39	29.5	25	20.5	7.5
Veracruz	Tuxpan	82	43.4	29.4	24.9	20.3	0.2
	Jalapa	66	35.6	23.1	18.6	14.1	1
	Veracruz	78	39.5	28.8	25.4	22	0.2
	Orizaba	78	38.4	24.3	18.3	12.4	-1
	Coatzacoalcos	78	42.5	29.2	26.1	22.9	9.4
Michoacán	Zamora	59	39.6	28.6	20	11.4	-3.2
	Morelia	58	39.6	26.9	18.8	10.7	-2.4

Fuente: Tomado de Normales Climatológicas, Resumen Histórico periodo 1981-2000, del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Perteneciente a la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA)<sup>16</sup>.

### 6.1.6. Sismos

México se ubica en el Cinturón de Fuego del Pacífico, región llamada así por su intensa actividad volcánica y sísmica, cuya extensión comprende la periferia del Pacífico: empieza en la Patagonia y Chile en América del Sur, Centroamérica, parte occidental de México, de Estados Unidos, de Canadá y de Alaska; atraviesa las Islas Aleutianas, continúa por la Península de Kamtchatka, Japón, Islas Filipinas y termina en el sur de Nueva Zelanda. (Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, ,2012)<sup>79</sup>.

La magnitud de los terremotos se mide por medio de la escala Richter, ésta es una escala logarítmica arbitraria que asigna un número para cuantificar la energía liberada en un terremoto, existe también la escala sismológica de magnitud de momento, los impactos significativos a las obras de ingeniería y a las personas, desde deterioros en edificios hasta la destrucción total de comunidades y las pérdidas de vidas humanas, se presentan a partir del valor de 5.5. En la Tabla 6.15 se muestran datos relacionados con los sismos registrados en México, en el periodo 1899-2010, cuya magnitud ha sido

superior a ese valor y de la que se desprende que los epicentros del mayor número de eventos telúricos se han localizado en Guerrero y Oaxaca (el 45 %, aproximadamente) y en sentido opuesto los de menor ocurrencia han sido en Baja California Sur y Veracruz (alrededor del 1%) mientras que los estados donde se han presentado epicentros con frecuencias intermedias, en el periodo considerado, son: Colima, Jalisco, Michoacán, Baja California y Chiapas (el 56%, en conjunto y de 8% a 11%, en forma individual). Aun cuando, el sismo de mayor magnitud, 8.4, se presentó en 1899, el de consecuencias registradas más graves se tuvo en 1985, con una magnitud de 8.2.

Tabla 6.15. Sismos de magnitudes superiores a los 5.5 en Escala de Richter registrados en México, en el periodo 1899-2010

Entidades federativas donde se registró el epicentro	Fecha	Consecuencias registradas	Magnitud
Oaxaca-Guerrero	29 de enero de 1899		8.4
Jalisco	20 de enero de 1900		8.2
Jalisco	16 de mayo de 1900		7.8
Chiapas	23 de sept. de 1902		8.2
Baja California	16 de octubre de 1902		7.8
Oaxaca-Chiapas	14 de enero de 1903		8.2
Acapulco, Gro.	15 de abril de 1907		8.2
Golfo de Baja California	16 de octubre de 1907		7.5
Jalisco	7 de junio de 1911	45 muertos y daños en la Cd. de México	7.9
Cd. Guzmán (Jalisco)	30 de abril de 1921		7.8
Pinotepa Nacional (Oaxaca)	17 de junio de 1928	Daños en la Cd. de México	8.0
Puerto Escondido (Oaxaca)	9 de octubre de 1928		7.6
Colima	3 de junio de 1932		8.2
Colima	18 de junio de 1932		7.8
Orizaba (Veracruz)	26 de julio de 1937	34 muertos	7.7
Petatlán (Guerrero)	22 de febrero de 1943	75 muertos	7.5
Acapulco (Guerrero)	28 de julio de 1957	160 muertos. Daños en Cd. de México	7.7
Oaxaca	23 de agosto de 1965	5 muertos	7.5
Chiapas	29 de abril de 1970		7.3
Colima	30 de enero de 1973	56 muertos	7.5
Orizaba (Veracruz)	28 de agosto de 1973	600 muertos	7.3
Oaxaca	29 de nov. de 1978		7.6
Petatlán (Guerrero)	26 de enero de 1979		6.5
Petatlán (Guerrero)	14 de marzo de 1979	5 muertos	7.6
Tehuantepec (Oaxaca)	22 de junio de 1979		7.1
Huajuapán de León (Oaxaca)	24 de octubre de 1980	50 muertos	7.0
Playa Azul (Michoacán)	25 de octubre de 1981		7.3

Entidades federativas donde se registró el epicentro	Fecha	Consecuencias registradas	Magnitud
Ometepec (Guerrero)	7 de junio de 1982		6.9
Michoacán	19 de sept. de 1985	20 000 muertos	8.2
Michoacán	20 de sept. de 1985		7.6
Colima	9 de octubre de 1995		8.0
Costa de Guerrero y Michoacán	8 de sept. del 2000		7.0
Costa de Colima	21 de enero del 2003		7.6
Santa Rosalía, BCS	4 de enero del 2006		6.7
18 km al sureste de Mexicali	4 de abril del 2010	2 muertos	7.2

Fuente: SMIS. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, A.C. <http://www.smis.org.mx><sup>9</sup>.

La selección de un lugar, para la localización de la planta congeladora de frutas y de hortalizas, con un mayor o menor riesgo sísmico conlleva a la implantación de medidas de prevención y de seguridad más o menos costosas durante las diferentes etapas del proyecto: en el diseño arquitectónico, en la construcción, la instalación de equipos y la operación de los mismos. Por lo tanto un elemento que ayudaría en la macrolocalización del proyecto en estudio sería el factor de zona sísmica, sin embargo los tres estados de la República que se han seleccionado pertenecen a la Zona II denominada de Baja Sismicidad comparada con la Zona I, llamada Sísmica que comprende la Zona ex lacustre del Distrito Federal. De ahí que, en la Tabla 6.16 se presenten los terremotos que se han detectado en Veracruz, Michoacán y Sinaloa, desde el primero de enero del año 2006 hasta el 20 de septiembre del 2011, en un rango que va desde una mínima de 5 hasta una máxima de 9.5, en escala de Richter. En el primer estado se detectaron seis sismos, el de mayor magnitud, 6.7, se presentó el 7 de abril del 2011, en la segunda entidad federativa aun cuando se registró un número igual de terremotos, el de intensidad superior fue ocho décimas inferior al de Veracruz, éste ocurrió el 11 de agosto del 2006 y, en el tercer estado el número de eventos telúricos se incrementó en dos, siendo el ocurrido el 3 de julio del 2009, una décima superior al máximo de Michoacán y siete décimas menor al más alto de Veracruz.

Tabla 6.16. Catálogo de sismos del primero de enero del 2006 al 20 de septiembre del 2011. Desde una magnitud mínima de 5.0 hasta una máxima de 9.5

Entidad Federativa	Zona	Fecha	Prof. (km)	Mag.
Veracruz	167 km al NE de Tux de Rgz. Cano, Ver.	23/05/2007	16	5.2
	54 km al SE de Sayula de Alemán, Ver.	15/09/2007	153	5.0
	46 km al suroeste de Isla, Ver.	08/09/2009	102	5.1
	14 km al noroeste de Alvarado, Ver.	29/10/2009	13	5.5
	32 km al Suroeste de Sayula de Alemán, Ver.	25/02/2011	135	6.0
	83 km al Suroeste de Las Choapas, Ver.	07/04/2011	167	6.7
Michoacán	52 km al suroeste de Huetamo, Mich.	11/08/2006	51	5.9
	77 km al suroeste de Coalcomán, Mich.	13/08/2006	13	5.1

Entidad Federativa	Zona	Fecha	Prof. (km)	Mag.
	46 km al suroeste de Huetamo, Mich.	26/11/2007	53	5.6
	36 km al suroeste de Huetamo, Mich.	29/04/2008	60	5.4
	330 km al suroeste de La Mira, Mich.	21/01/2011	10	5.3
	68 km al suroeste de Huetamo, Mich.	02/06/2011	24	5.1
Sinaloa	128 km al suroeste de Navolato, Sin.	05/06/2006	16	5.1
	119 km al suroeste de Guasave, Sin.	28/03/2007	3	5.4
	70 km al suroeste de Ahome, Sin.	28/03/2007	10	5.5
	80 km al suroeste de Los Mochis, Sin.	03/07/2009	10	6.0
	99 km al suroeste de Ahome, Sin.	12/03/2011	9	5.2
	75 km al suroeste de Ahome, Sin.	12/03/2011	10	5.2
	100 km al suroeste de Los Mochis, Sin.	26/07/2011	10	5.9
	95 km al suroeste de Los Mochis, Sin.	26/07/2011	10	5.0

Fuente: SSN. Servicio Sismológico Nacional. Instituto de Geofísica. UNAM. <http://www.ssn.unam.mx/><sup>78</sup>

### 6.1.7. Huracanes

Aun cuando los ciclones tropicales propician la recarga de los acuíferos y la captación del agua para uso agrícola, para la generación hidroeléctrica y para el suministro de agua potable, son fenómenos naturales que pueden causar en las comunidades muchos daños por el efecto del viento, del oleaje, la lluvia y la marea de tormenta.

Medida para la prevención de ciclones no las hay, las hay para mitigar sus impactos, es por ello que la consideración de este fenómeno meteorológico en la macrolocalización de la planta congeladora de frutas y de hortalizas es de suma importancia y una manera de atenderlo es mediante el análisis de la información sobre el particular en los últimos 31 años, Tabla 6.17, no sin antes presentar algunos datos relacionados con este meteoro.

Los ciclones tropicales se pueden clasificar según la velocidad sostenida de los vientos en: Perturbación Tropical, Depresión Tropical (DT, menor o igual a 62 km/h), Tormenta Tropical (TT, entre 63 km/h y 118 km/h) y Huracán (desde 118.1 km/h), considerándose a éste último como la etapa de evolución de un ciclón, más temible por los impactos que causa y a los que se les ha clasificado en cinco categorías (H-1 a H-5) de acuerdo con la escala Saffir-Simpson. Los ciclones tropicales reciben el nombre prestablecido por la Organización Meteorológica Mundial, cuando alcanzan la intensidad de tormenta tropical.

La Tabla 6.17 muestra la lista de Ciclones Tropicales que han afectado a los estados de Veracruz, Michoacán y Sinaloa en el periodo 1970-2009. De los siete huracanes que han afectado a Veracruz, seis han entrado a tierra por el estado por diferentes sitios, siendo Dean -aun cuando la velocidad del viento con la que llegó a Veracruz, 155 km/h (H-2), el 22 de agosto del 2007, fue menor a la que entró a Quintana Roo, 260 km/h (H-5)- ha sido uno de los de mayor velocidad. De los ocho huracanes que han afectado a Michoacán solamente han entrado a tierra por el estado dos huracanes: uno, en La

Mira y otro, en Tizupan con velocidades de 160 km/h (H-2) y de 120 km/h (H-1), respectivamente. De los doce huracanes que han afectado a Sinaloa han entrado a tierra por el estado seis huracanes en diferentes puntos cuyas velocidades de viento se encuentran entre los 120 km/h (H-1) a los 205 km/h (H-3). De acuerdo con la información anterior se puede afirmar que Michoacán es el estado menos afectado por la entrada directa a tierra de huracanes.

Tabla 6.17. Ciclones que afectaron a Veracruz, Michoacán y Sinaloa de 1970 a 2009

Año	Océano	Nombre <sup>1</sup>	Categoría <sup>2</sup>	Lugar(es) de entrada a tierra o a costa más cercana	Estados Afectados	Periodo (inicio-fin)	Día de impacto	Vientos máx. (km/h)
2009	Pacífico	1-E	DT	Mazatlán, Sin.	Sinaloa	19-20 jul	19 jul	55
	Pacífico	Andres	TT	90 km del SE de Manzanillo, Col.	Michoacán	23-24 jun	23 jun	90
	Pacífico	Rick	TT	Mazatlán, Sin.	Sinaloa	21 oct	21 oct	90
2008	Pacífico	Odile	TT	50 km al SSW de Lázaro Cárdenas, Mich.	Michoacán	8-12 oct	11-oct	100
	Atlántico	Marco	TT	30 km al Este de Misantla, Ver.	Veracruz	6-7 oct	07-oct	65
	Pacífico	Lowell	DT	Cabo San Lucas, BCS y San Ignacio, Sin.	Sinaloa	6-11 sep	11-sep	45
	Pacífico	DT5E	DT	10 km al Oeste de Lázaro Cárdenas, Mich.	Michoacán	5-7 jul	06-jul	55
2007	Atlántico	Lorenzo	H1	Tecolutla, Ver.	Veracruz	25-28 sep	28-sep	130
	Atlántico	Dean	H5(H2)	Puerto Bravo, Q Roo. (Tecolutla, Ver.)	Veracruz	13-23 ago	21-ago (22 ago)	260(155)
2006	Pacífico	Paul	DT	Punta Lucenilla, Sin.	Sinaloa	21-26 oct	25-oct	45
	Pacífico	Norman	DT	40 km al WSW de Manzanillo, Col.	Michoacán	8-15 oct	15-oct	55
	Pacífico	Lane	H3	La Cruz de Elota, Sin.	Sinaloa	13-17 sep	16-sep	205
2005	Atlántico	Stan	TT(H1)	Felipe Carrillo Pto., QR (San Andrés Tuxtla, Ver.)	Veracruz	1-5 oct	2 oct (4 oct)	75 (130)
	Atlántico	Jose	TT	10 km al SE de Vega de la Torre, Ver.	Veracruz	22-23 ago	23-ago	85
	Pacífico	Dora	TT	25 km de línea de costa, 55 km al SE	Michoacán	3-6 jul	04-jul	65
2004	Pacífico	DT 16E	DT	Mocorito, Sin.	Sinaloa	25-26 oct	26-oct	55
2003	Pacífico	Nora	DT	Cruz de Elota, Sin.	Sinaloa	1-9 oct	08-oct	45
	Atlántico	Larry	TT	El Alacrán, Tab.	Veracruz	1-6 oct	05-oct	95
2002	Pacífico	Kenha	H4	San Blas, Nay.	Sinaloa	21-25 oct	25-oct	230
	Pacífico	Julio	TT	Lázaro Cárdenas, Mich.	Michoacán	25-26 sep	26-sep	65
2000	Atlántico	Keith	TT(H1)	Chetumal, Q Roo (Tampico, Tamps.)	Veracruz	28 sep-6 oct	3 oct (5 oct)	75 (148)
	Pacífico	Normn	TT(DT)	Bahía Bufadero, Mich. (Mazatlán, Sin.)	Michoacán y	19-22 sep	20 sep (22 sep)	75(55)
1999	Atlántico	DT11	DT	90 km al NE de Coatzacoalcos, Ver.	Veracruz	4-6 oct	04-oct	55
	Pacífico	Greg	H1	San José del Cabo, BCS	Michoacán y	5-9 sep	08-sep	120
	Atlántico	DT7	DT	Tepehuanes, Tamps.	Veracruz	5-7 sep	06-sep	55
	Atlántico	DT2	DT	Cazones-Tuxpan, Ver.	Veracruz	2-3 jul	03-jul	55
1998	Pacífico	Isis	TT(H1)	Los Cabos, B.C.S. (Topolobampo, Sin.)	Sinaloa	1-3 sep	02-sep	110 (120)
1997	Pacífico	Pauline	H3(H2)	Puerto Ángel, Oax. (Acapulco, Gro.)	Michoacán	6-10 oct	08-oct	195 (45)



Año	Océano	Nombre <sup>1</sup>	Categoría <sup>2</sup>	Lugar(es) de entrada a tierra o a costa más cercana	Estados Afectados	Periodo (inicio-fin)	Día de impacto	Vientos máx. (km/h)
1996	Pacífico	Hernan	H1(DT)	Cihuatlán, Jal. (San Blas, Nay.)	Michoacán	30 sep-4 oct	3 oct (4 oct)	120 (45)
	Pacífico	Fausto	H1(H1)	Todos Santos, BCS (San Ignacio, Sin.)	Sinaloa	10-14 sep	13 sep (14 sep)	130(120)
	Atlántico	Dolly	H1(H1)	Felipe Carrillo Pto., Q Roo (Pueblo Viejo, Ver.)	Veracruz	16-24 ago	20 ago (23 ago)	110 (130)
	Pacífico	Boris	H1	Tecpan del Gal., Gro.	Michoacán	28 jun-1 jul	29-jun	148
	Pacífico	Alma	H2	La Mira, Mich.	Michoacán	20-27 jun	23-jun	160
1995	Atlántico	Roxanne	H3(DT)	Tulum, Q Roo (Mtz. de la Torre, Ver.)	Veracruz	8-20 oct	10 oct (20 oct)	185 (45)
	Pacífico	Ismael	H1	Topolobampo, Sin.	Sinaloa	12-15 sep	14-sep	120
	Pacífico	Henriette	H2	Cabo San Lucas, BCS	Sinaloa	1-8 sep	04-sep	158
	Atlántico	DT6	DT	Tamiahua, Ver.	Veracruz	5-7 ago	07-ago	55
1994	Pacífico	Rosa	H2	Escuinapa, Sin.	Sinaloa	8-15 oct	13-oct	165
	Atlántico	DT5	DT	Tampico, Tamps.	Veracruz	29-31 ago	31-ago	55
1993	Atlántico	Gert	TT(H1)	Chetumal, Q. Roo, (Tuxpan, Ver.)	Veracruz	14-21 sep	18 sep (20 sep)	65 (148)
	Pacífico	Lidia	H2	Campo Aníbal, Sin.	Sinaloa	8-13 sep	13-sep	160
1992	Pacífico	Winifred	H2	Cuyutlán, Col.	Michoacán	7-10 oct	09-oct	175
	Pacífico	Virgil	H2	Peñitas, Mich.	Michoacán	1-5 oct	03-oct	175
1991	Pacífico	Ignacio	TT	Lázaro Cárdenas, Mich.	Michoacán	16-18 sep	18-sep	95
	Atlántico	DT2	DT	La Pesca, Tamps.	Veracruz	5-7 jul	07-jul	55
1990	Pacífico	Rachel	TT(TT)	Cabo San Lucas, BCS (Los Mochis, Sin.)	Sinaloa	30 sep-2 oct	2 oct (2 oct)	110(93)
	Atlántico	Diana	TT(H2)	Chetumal, Q Roo (Tuxpan, Ver.)	Veracruz	4-8 ago	5 ago (7 ago)	110(158)
1988	Atlántico	Derby	H1	Tuxpan, Ver.	Veracruz y	31 ago-8 sep	02-sep	120
1986	Pacífico	Roslyn	H1	Mazatlán, Sin.	Sinaloa	15-22 oct	22-oct	120
	Pacífico	Paine	H1	Topolobampo, Sin.	Sinaloa	28 sep-2 oct	02-oct	148
1985	Pacífico	Waldo	H2	Punta Prieta, Sin.	Sinaloa	7-9 oct	09-oct	165
1984	Pacífico	Polo	DT	La Aguja y Pichilingue, B.C.S.	Sinaloa	24 sep-3oct	03-oct	56
	Pacífico	Odile	TT	Lázaro Cárdenas, Mich.	Michoacán	17-22 sep	22-sep	93
	Atlántico	Edouard	TT	A 70 km al este de Nautla, Ver.	Veracruz	14-15 sep	15-sep	65
1983	Pacífico	Tico	H3	Caimanero, Sin.	Sinaloa	11-19 oct	19-oct	205
1982	Pacífico	Paul	H2(H2)	Las Lagunas, B.C.S. (Topolobampo, Sin.)	Sinaloa	18-30 sep	30-sep	158(158)
1981	Pacífico	Otis	TT	Caimanero, Sin.	Sinaloa	24-30 oct	30-oct	100
	Pacífico	Norma	H2	Marmol, Sin.	Sinaloa	8-12 oct	12-oct	165

Año	Océano	Nombre <sup>1</sup>	Categoría <sup>2</sup>	Lugar(es) de entrada a tierra o a costa más cercana	Estados Afectados	Periodo (inicio-fin)	Día de impacto	Vientos máx. (km/h)
	Pacífico	Lidia	TT	Topolobampo, Sin.	Sinaloa	6-8 oct	08-oct	65
	Pacífico	Knut	TT	Marmol, Sin.	Sinaloa	19-21 sep	21-sep	75
1980	Atlántico	Hermine	TT(TT)	Sacxan, Q. Roo (Catemaco, Ver.)	Veracruz	20-26 sep	22 sep (24 sep)	100 (110)
1979	Pacífico	Ignacio	TT	Playa Azul, Mich.	Michoacán	23-30 oct	30-oct	100
	Pacífico	Andres	H1	Tizupan, Mich.	Michoacán	31 may- 4 jun	04-jun	120
1978	Pacífico	Paul	DT	Las Gloria, Sin.	Sinaloa	23-27 sep	26-sep	55
	Atlántico	Bess	TT	Tecolutla, Ver.	Veracruz	5-8 ago	08-ago	75
	Pacífico	Aletta	TT	B. Petacalco, Gro.	Michoacán	30 may-1 jun	30-may	85
1976	Pacífico	Naomi	TT	Mazatlán, Sin.	Sinaloa	25-30 oct	29-oct	65
	Pacífico	Madeline	H4	B. Petacalco, Gro.	Michoacán	28 sep-8 oct	08-oct	230
1975	Pacífico	Olivia	H3	Villa Unión, Sin.	Sinaloa	22-25 oct	25-oct	185
1974	Pacífico	Orlene	DT(H1)	Lag. Monroy, Oax. (La Cruz, Sin.)	Sinaloa	21-24 sep	21 sep (24 sep)	55 (150)
	Atlantico	Fifi	TT	El Cedro, Chis.	Michoacán	14-22 sep	19-sep	85
	Pacífico	Norma	TT	Tecpan del Gal., Gro.	Michoacán	9-10 sep	10-sep	85
1973	Pacífico	Jennifer	DT	Mazatlán, Sin.	Sinaloa	23-27 sep	27-sep	45
	Pacífico	Irah	H1(TT)	La Paz, BCS (Topolobampo, Sin.)	Sinaloa	22-27 sep	25 sep (26 sep)	130 (65)
	Pacífico	Bernice	TT	Lázaro Cárdenas, Mich.	Michoacán	22-23 jun	23-jun	85
1972	Pacífico	Annette	TT	Manzanillo, Col.	Michoacán	1-8 jun	08-jun	65
1971	Pacífico	Katrina	DT	Topolobampo, Sin.	Sinaloa	8-13 ago	13-ago	45
	Pacífico	Bridget	TT	Cacban, Mich.	Michoacán	14-20 jun	17-jun	85
	Pacífico	Agatha	H1	Lázaro Cárdenas, Mich.	Michoacán	21-25 may	24-may	140

1.-Los ciclones tropicales reciben el nombre prestablecido por la Organización Meteorológica Mundial, cuando alcanzan la intensidad de tormenta tropical

2.-De acuerdo con la velocidad sostenida que alcanzan los vientos:

-Depresión Tropical (DT), menor o igual a 62 km/h

-Tormenta Tropical (TT), entre 63 km/h y 118 km/h

-Huracán Categoría 1 (H-1), entre 118.1 y 154 km/h (Escala Saffir-Simpson)

-Huracán Categoría 2 (H-2) entre 154.1 y 178 km/h (Escala Saffir-Simpson)

-Huracán Categoría 3 (H-3) entre 178.1 y 210 km/h (Escala Saffir-Simpson)

-Huracán Categoría 4 (H-4) entre 210.1 y 250 km/h (Escala Saffir-Simpson)

-Huracán Categoría 5 (H-5) mayores a 250 km/h (Escala Saffir-Simpson)

Fuente: CONAGUA. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica, Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. Tomado de Ciclones Tropicales que impactaron a México de 1970 a 2009<sup>12</sup>.

### 6.1.8. Selección de la macrolocalización

La metodología utilizada para la decisión de la macrolocalización es la misma que se utilizó en la selección de la tecnología, esta decisión es considerada también como un problema multicriterio, debido a la variedad de puntos de vista que los tomadores de decisiones tienen que evaluar.

La aplicación del método de Jerarquización Analítica (por sus siglas en inglés, AHP) que se utilizó es utilizado para determinar la macrolocalización de la planta, resultados de ésta se observan en el Anexo A-1. Información numérica que se traduce en que Michoacán es la opción más favorable ya que el puntaje obtenido lo sitúa por encima de Veracruz y Sinaloa (Tabla A-1.31).

### 6.2. Microlocalización. Factores específicos

Al igual que los factores primarios, los factores específicos son de gran importancia para la determinación de la localización de la planta, estos ayudan a escoger el lugar exacto dentro de la región previamente seleccionada en la macrolocalización de la planta, los factores específicos que propone Vilbrant (1963)<sup>83</sup> son los siguientes: transportes, disponibilidad de los residuos, mano de obra, leyes reguladoras, impuestos, características del lugar, factores de la comunidad y peligros de incendios e inundaciones. Estos dos últimos no son considerados factores preponderantes en la decisión, esto debido a que se tendrán que tomar medidas adecuadas para anular los posibles riesgos y las acciones oportunas en caso de que se llegaran a presentar, de igual manera para cualquiera que sea la localización de la planta.

#### 6.2.1. Regiones agrícolas en Michoacán

De la misma manera que en la macrolocalización de la planta, la cercanía de las materias primas es un factor determinante para seleccionar las posibles regiones en las cuales se pueda ubicar, debido a que de esto depende el aseguramiento de la calidad del producto.

Romero Peñaloza J. (2001)<sup>61</sup>, en su libro "Agricultura, población y deterioro de recursos naturales", menciona que en el estado se distinguen ocho regiones agrícolas : a) Sierras y Bajíos Michoacanos, b) Ciénega de Chápala-Valle de Zamora , c) Sierra Purépecha, d) Mil Cumbres-Valle de Maravatio o región Oriente, e) Sierras y Llanuras de los Reyes-Cotija , f) Valle del Tepalcatepec o Valle de Apatzingán, g) Costa sierra Michoacana y h) Medio Balsas o región Huetamo. Cada región posee características ambientales, tecnológicas, productivas, socioeconómicas y culturales que la distinguen del resto. Es por eso que la regionalización agrícola no es estática y que está sujeta a cambios en la medida que se desarrolle la agricultura y la economía estatal en su conjunto. Los municipios, el nivel de desarrollo tecnológico, el uso del suelo y su principal centro económico, que corresponden a cada región se presentan en la Tabla 6.18.

Las regiones se pueden clasificar por el uso que se le da a los suelos empezando por la actividad con mayor importancia para la región, en: agrícola-pecuaria-forestal, pecuaria-agrícola-forestal, forestal-agrícola-pecuaria, pecuaria-agrícola, forestal-pecuaria-agrícola, y pecuaria-forestal agrícola.

Tabla 6.18. Características de las diferentes regiones agrícolas en Michoacán

Regiones Agrícolas de Michoacán	Municipios		Desarrollo Tecnológico	Uso de Suelo	Principal centro económico
Sierra y Bajíos Michoacanos	Álvaro Obregón	Morelos	Mayor desarrollo tecnológico del estado	Agrícola –pecuario-forestal	Morelia
	Angamacutiro	Numarán			
	Charo	Panindicuaro			
	Chucandiro	Penjamillo			
	Churintzio	La Piedad			
	Coeneo	Puruandiro			
	Copándaro	Queréndaro			
	Cuitzeo	Santa Ana Maya			
	Huandacareo	Tarimbaro			
	Huaniqueo	Tzitzio			
	Indaparapeo	Zacapu			
	Jiménez	Zinaparo			
	J. Sixto Verduzco	Zinapécuaro			
Morelia					
Ciénega de Chapala valle de Zamora	Briseñas	Sahuayo	Mayor desarrollo tecnológico del estado	Pecuaria-agrícola-forestal	Zamora
	Chavinda	Tangamandapio			
	Ecuandureo	Tangancicuaro			
	Ixtlán	Tanhuato			
	Jacona	Tlazazalca			
	Jiquilpan	Venustiano Carranza			
	Marcos Castellanos	Villamar			
	Pajacuarán	Villahermosa			
	Purepero	Yurécuaro			
	Regules	Zamora			
	Sierra Purépecha	Acuitzio			
Ario		Pátzcuaro			
Charapan		Quiroga			
Cheran		Salvador Escalante			
Chilchota		Tacámbaro			
Erongarícuaro		Tancítaro			
Huiramba		Taretan			
Lagunillas		Tingambato			
Madero		Tzintzuntzan			
Nahuatzen		Uruapan			
Parangaricutiro		Ziracuaretiro			

<b>Valle de Tepalcatepec o Valle de Apatzingán</b>	Apatzingán	Mújica	Alto debido a producción hortofrutícola al mercado	Pecuario-agrícola	Apatzingán
	Buenavista	Nuevo Urecho			
	Gabriel Zamora	Parácuaro			
	La Huacana	Tepalcatepec			
<b>Sierras y llanuras de los Reyes-</b>	Cotija	Tingüindín	Desarrollo tecnológico y económico	Forestal-pecuaria-agrícola	Los Reyes
	Periban	Tocumbo			
	Los Reyes				
<b>Mil cumbres Valle de Maravatio</b>	Angangueo	Maravatio	Desarrollo tecnológico y económico moderado	Forestal-pecuario-agrícola	Maravatio
	Aporo	Ocampo			
	Contepec	Senguio			
	Epitacio Huerta	Susupuato			
	Hidalgo	Tlalpujahuá			
	Irimbo	Tuxpan			
	Juárez	Zitácuaro			
	Juangapeo				
<b>Costa Michoacana</b>	Aguililla	Coahuayana	Nivel tecnológico modesto y por ende bajas tasas de extracción ganadera	Pecuario-forestal-agrícola	Lázaro Cárdenas
	Aquila	Coalcoman			
	Arteaga	Lázaro Cárdenas			
	Chinicuila	Tumbiscatio			
<b>Medio Balsas</b>	Carácuaro	San Lucas	Condiciones económicas y sociales precarias	Pecuaria-agrícola	Huetamo
	Churumuco	Tiquicheo			
	Huetamo	Turicato			
	Nocupétaro	Tuzantla			

Así mismo Romero Peñaloza J. (2003)<sup>61</sup> hace una descripción de las actividades que la población principalmente desarrolla y del nivel tecnológico que en cada región se presenta, las cuales enseguida se describen, las regiones Ciénega de Chapala-Valle de Zamora y la de Sierras y Bajíos son las de mayor desarrollo tecnológico y económico en el estado: en la primera, el uso actual del suelo en función de la superficie destinada a cada actividad, es agrícola-pecuario-forestal y en la segunda pecuario-agrícola-forestal. Las ciudades de Zamora, La Piedad y Morelia, son los principales centros económicos de estas regiones. Concentran poco más de la mitad (54.0%) de las tierras de riego, la primera con 113 400 ha y la segunda con 73 000 ha y cuentan con extensiones importantes de llanuras y valles con suelos muy buenos para la obtención de buenas cosechas, sin embargo la más favorecida en condiciones ambientales para la agricultura de estas dos y de las ocho del estado es sin duda la región de la Ciénega de Chapala- Valle de Zamora, cuyo clima predominante es el semicálido y por ende el riesgo por siniestro de heladas es también bajo.

El valle de Tepalcatepec se caracteriza por la producción hortofrutícola (bajo condiciones de riego) destinada al mercado nacional y de exportación, y por una producción de granos enfocada más al mercado regional y estatal, el uso del suelo es pecuario-agrícola, el clima es muy caluroso y por ende de alto riesgo de siniestro de cosechas en los cultivos temporaleros. Se trata de una región con

potencial para la agricultura comercial y con posibilidades de expansión de mercados. La ciudad de Apatzingán es el centro urbano rector del mismo.

En la región Sierra Purépecha, la producción forestal ha sido por muchos años su principal actividad, recientemente muy diezmada debido a la sobreexplotación del bosque, recurso natural hoy en día muy escaso. El clima predominante es el templado. Aquí se concentra la población indígena Purépecha, que en el pasado fuera un vasto imperio. La cultura y las tradiciones purépechas aún persisten, y tienen singular importancia regional. La ciudad de Uruapan es su centro urbano rector.

La región Sierras y Llanuras de los Reyes-Cotija es la más pequeña en extensión, tiene a la ciudad de Los Reyes como su centro urbano rector. Se practica la actividad forestal muy ligada a la fabricación de cajas para el empaque de frutas, principalmente de aguacate. En esta extensión se localiza la de caña de azúcar y dos de los principales ingenios del estado: Santa Clara y San Sebastián. La ganadería extensiva para la producción de leche también se practica.

Como región pecuaria-forestal-agrícola se encuentra la Costa-Sierra-Michoacana. La ganadería extensiva de carne es la de mayor importancia, con el nivel tecnológico modesto y por ende con bajas tasas de extracción. En las comunidades de las zonas templadas, la ganadería se combina con la producción forestal, donde aún se cuenta con una enorme riqueza en este recurso, pero que se explota a pasos agigantados. La producción de maíz principalmente se practica bajo el sistema de roza-tumba-quema, y éste responde a: la predominancia en esta región del relieve de sierras, la necesidad de la población rural de obtener maíz para su autoconsumo y contar con pastos para la ganadería. Cada año extensas áreas de vegetación natural secundaria son taladas (tumbadas y quemadas) para este fin. En esta región se localiza el cultivo de coco. Lázaro Cárdenas es el centro urbano rector regional. Es una de las regiones del estado con más problemas sociales a causa de los cultivos prohibidos (amapola y marihuana) y el narcotráfico derivado de los mismos.

Por último, como región ganadera-agrícola se encuentran el Medio Balsas. De las ocho es quizá la región con mayores restricciones ambientales para la agricultura, posee pocos valles y llanuras (14.4%), el área de riego es muy pequeña (9 000 ha). Bajo estas condiciones la ganadería bovina cuya orientación también es la carne, enfrenta mayores problemas que en otras regiones del estado, lo mismo ocurre con los cultivos temporaleros. Es la región que y donde la mayor parte de la población rural observa las condiciones económicas y sociales más precarias.

Conforme a la información establecida por Romero Peñaloza J. (2003)<sup>61</sup>, las regiones más apropiadas para situar la planta son las de Ciénega de Chapala-Valle de Zamora, la de Sierras y Bajíos Michoacanos y la del Valle de Tepalcatepec ya que son las regiones de mayor desarrollo tecnológico y económico en el estado, tomando como sitio específico a los centros urbanos rectores de estas regiones o a áreas cercanas. Para la región de la Ciénega de Chapala-Valle de Zamora se escogió al Municipio de Zamora, para la de Sierras y Bajíos Michoacanos al municipio de Álvaro Obregón por su cercanía al aeropuerto y a la ciudad de Morelia capital del estado de Michoacán y para la región de Valle de Tepalcatepec al municipio de Apatzingán por su importancia en la producción hortofrutícola.

## 6.2.2. Comunicación y Transportes

El municipio de Zamora está comunicado con la capital del Estado por la carretera federal No. 15 en su tramo Morelia-Zamora. La cabecera municipal se encuentra a 15 km del entronque Ecuandureo de la autopista de Occidente México-Guadalajara. La interconexión municipal se lleva a cabo por medio de 54.7 km, de caminos vecinales pavimentados, en su mayoría. Lo atraviesa una vía férrea, tramo Zamora-Guadalajara. Tiene servicio de correo, telégrafo, teléfono, cobertura de telefonía celular, fax; servicio de taxi, transporte urbano, sub-urbano y foráneo y una aeropista.

Al municipio de Álvaro Obregón lo comunica la carretera federal 120 Morelia-Álvaro Obregón-Zinapécuaro, y la autopista número 54, la cual es una vía rápida de cuatro carriles, esta carretera comunica a Morelia con la capital del país y con la ciudad de Guadalajara. Existen caminos asfaltados y revestidos hacia todas las comunidades. Cuenta con servicio de ferrocarril, ruta México-Uruapan, en este municipio se encuentra el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Morelia. Hay también servicio telegráfico, telefónico, y de correo, así como servicio de transporte foráneo.

Apatzingán está comunicado por la carretera federal No. 14, Morelia-Pátzcuaro-Uruapan y la No. 120, Pátzcuaro-La Huacana-Apatzingán, la cabecera municipal se encuentra a 33 kilómetros de la autopista siglo XXI que comunica la ciudad de Uruapan con el puerto de Lázaro Cárdenas. Cuenta con ferrocarril, pista de aterrizaje, hay servicio de transporte urbano en la cabecera municipal, así como el servicio de combis, taxis, camiones para el transporte foráneo; también existen los servicios de correo, radio, televisión y telégrafos.

## 6.2.3. Mano de Obra

La cercanía de los centros de estudio que puedan proveer mano de obra especializada para la operación de la planta es vital para tener un funcionamiento adecuado del proceso, así mismo el nivel de escolaridad que tiene en particular los habitantes donde va a ubicarse la planta, para formar parte del personal que participará directamente en el proceso.

### 6.2.3.1. Disponibilidad de personal especializado

El número de universidades, tecnológicos e institutos en los cuales se imparte educación superior son un indicador de la disponibilidad de personal especializado necesario para operar una planta, en los siguientes párrafos se nombran los centros de estudio en los municipios seleccionados y en sus cercanías, esto con el objeto de identificar el municipio que asegure los disposición del personal especializado adecuado para el proceso.

Álvaro Obregón y Zamora tienen ventaja sobre Apatzingán, ya que se encuentra en las cercanías de grandes urbes, Zamora se encuentra aproximadamente a 177 km de Guadalajara y a 144 km de Morelia, Álvaro Obregón se encuentra a solo 22 km de la capital del estado.

En Zamora se encuentra el Instituto de Estudios Superiores de Zamora y la Universidad de Zamora, en Morelia se cuenta con la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, el Tecnológico de Morelia y el Tecnológico de Monterrey Campus Morelia y en la ciudad de Guadalajara se ubica la



Universidad Autónoma de Guadalajara, la Universidad Panamericana campus Guadalajara, ITESO, entre otras.

Para Apatzingán las universidades cercanas se encuentran en Uruapan a 108 km, en esta ciudad se ubica la Universidad Vasco de Quiroga campus Uruapan.

En la Tabla 6. 19 se comparan los niveles de escolaridad por sexo para los municipios en estudio, en esta se destaca que el municipio de Álvaro Obregón es el que tiene el mayor porcentaje de la población sin educación superior con 96%, seguido de Apatzingán con el 91 % y por último Zamora con un 85%, de estos corresponde una menor proporción para el sector del sexo masculino en los tres municipios, la porción masculina tiene menor población con el tercer y cuarto grado de los estudios técnicos o comerciales con preparatoria terminada con el 7.8 %, 8.2 % y 4.5 %, por lo contrario las mujeres tiene el 9 %, 11.1% y 8.2 % para los municipios de Álvaro Obregón, Apatzingán y Zamora respectivamente, en el nivel de educación profesional el tercer y cuarto grado alcanzaron los porcentajes de culminación de estudios más altos con el 22.2 % y 20.3 %, respectivamente para el municipio de Álvaro Obregón, 23.5 % y 25.4 % para Apatzingán y 24.4% y 25.5% para Zamora, las personas que consumaron los estudios de maestría y de doctorado, representan un porcentaje muy bajo de la población con estudios superiores, el más alto corresponde al municipio de Zamora con 5.9% para el grado de maestría.

Aun cuando las cifras antes mencionadas denotan una ventaja para Zamora ante los otros municipios, es importante señalar que el municipio de Álvaro Obregón se encuentra a solo 22 km de la ciudad de Morelia capital del estado de Michoacán, en el cual el 69 % de la población carece de educación superior, el 8.4 % de la población restante finalizó el tercer y cuarto grado de estudios técnicos o comerciales con preparatoria terminada, al igual que los otros municipios el cuarto y el quinto grado de nivel profesional alcanzaron los porcentajes más altos con 17.2 % y 37.5 % respectivamente, por lo tanto si se ubicara la planta en el municipio de Álvaro Obregón se tendría la certeza de contar con el personal adecuado para el proceso.

Tabla 6.19. Nivel de escolaridad de los municipios preseleccionados

Municipio	Sexo	Población mayor de edad	Nivel de escolaridad																													
			Sin educación superior	Educación superior																								Maestría	Doctorado	No especificado		
				Estudios técnicos o comerciales con preparatoria terminada								Profesional																				
				1 grado		2 grados		3 y 4 grados		No especificado	1 grado		2 grados		3 grados		4 grados		5 grados		6 grados y más		No especificado									
No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%					
Álvaro Obregón	Total	12 930	12 372	96	16	2.9	17	3.0	47	8.4	3	0.5	38	6.8	49	8.8	60	10.8	124	22.2	113	20.3	24	4.3	10	1.8	14	2.5	8	1.4	35	6.3
	H	5 969	5 700	95	7	2.6	4	1.5	21	7.8	0	0.0	19	7.1	20	7.4	29	10.8	59	21.9	64	23.8	12	4.5	6	2.2	8	3.0	3	1.1	17	6.3
	M	6 961	6 672	96	9	3.1	13	4.5	26	9.0	3	1.0	19	6.6	29	10.0	31	10.7	65	22.5	49	17.0	12	4.2	4	1.4	6	2.1	5	1.7	18	6.2
Apatzingán	Total	75 351	68 243	91	99	1.4	87	1.2	687	9.7	50	0.7	532	7.5	491	6.9	572	8.0	1 672	23.5	1 803	25.4	156	2.2	157	2.2	257	3.6	81	1.1	464	6.5
	H	36 382	32 798	90	48	1.3	47	1.3	295	8.2	21	0.6	245	6.8	257	7.2	266	7.4	783	21.8	1 039	29.0	104	2.9	80	2.2	134	3.7	52	1.5	213	5.9
	M	38 969	35 445	91	51	1.4	40	1.1	392	11.1	29	0.8	287	8.1	234	6.6	306	8.7	889	25.2	764	21.7	52	1.5	77	2.2	123	3.5	29	0.8	251	7.1
Zamora	Total	118 478	100 760	85	105	0.6	222	1.3	1 115	6.3	13	0.1	1 308	7.4	1 252	7.1	2 040	11.5	4 326	24.4	4 513	25.5	490	2.8	134	0.8	1 044	5.9	238	1.3	918	5.2
	H	55 635	46 482	84	48	0.5	88	1.0	409	4.5	4	0.0	671	7.3	622	6.8	973	10.6	2 065	22.6	2 631	28.7	315	3.4	73	0.8	608	6.6	163	1.8	483	5.3
	M	62 843	54 278	86	57	0.7	134	1.6	706	8.2	9	0.1	637	7.4	630	7.4	1 067	12.5	2 261	26.4	1 882	22.0	175	2.0	61	0.7	436	5.1	75	0.9	435	5.1
Morelia	Total	480 680	333 465	69	912	0.6	1 641	1.1	10 241	7.0	406	0.3	10 689	7.3	10 661	7.2	11 909	8.1	25 261	17.2	55 151	37.5	2 867	1.9	2 886	2.0	10 230	6.9	2 026	1.4	2 335	1.6
	H	223 544	152 892	68	359	0.5	641	0.9	3 624	5.1	101	0.1	5 308	7.5	5 482	7.8	5 569	7.9	10 524	14.9	28 444	40.3	1 515	2.1	1 435	2.0	5 392	7.6	1 294	1.8	964	1.4
	M	257 136	180 573	70	553	0.7	1 000	1.3	6 617	8.6	305	0.4	5 381	7.0	5 179	6.8	6 340	8.3	14 737	19.2	26 707	34.9	1 352	1.8	1 451	1.9	4 838	6.3	732	1.0	1 371	1.8

Fuente: Modificado de población de 18 años y más por municipio, sexo y edad según nivel de escolaridad y grados aprobados en estudios técnicos o comerciales con preparatoria terminada. Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI<sup>36</sup>.

### 6.2.3.2. Disponibilidad de personal no especializado

El personal no especializado que se contratará para actividades propias del proceso, tendrá que cumplir con una escolaridad mínimo de nivel medio superior, para las actividades relacionadas con el pretratamiento y la selección de las frutas y de las hortalizas se emplearán personas del sexo femenino y para las actividades de transporte de materia prima y de producto terminado, así como el trabajo que requiera del uso de la fuerza física será cedido a personal del sexo masculino.

En la Tabla 6.20 se puede vislumbrar los porcentajes de la población mayor a 15 años que cuenta con educación media superior, al municipio de Álvaro Obregón le corresponde el 3,7%, a las mujeres les corresponde el 3.5 % y los hombres 3.8 %, Apatzingán posee el 8 %, a las mujeres les pertenece el 7.6 % y a los hombres el 8.3 % y en Zamora el 13 %, el 11.9 % de mujeres y el 14.2 % de los hombres.

Tabla 6.20. Población sin educación media superior

Municipio	Sexo	Población de 15 años y más	Sin educación media superior		Con educación superior	
			No.	%	No.	%
Álvaro Obregón	Total	14 269	12 354	86.6	523	3.7
	Hombres	6 626	5 754	86.8	252	3.8
	Mujeres	7 643	6 600	86.4	271	3.5
Apatzingán	Total	83 344	63 934	76.7	6 644	8.0
	Hombres	40 445	30 924	76.5	3 371	8.3
	Mujeres	42 899	33 010	76.9	3 273	7.6
Zamora	Total	129 572	90 055	69.5	16 800	13.0
	Hombres	61 116	41 558	68.0	8 670	14.2
	Mujeres	68 456	48 497	70.8	8 130	11.9
Morelia	Total	522 379	271 544	52.0	144 880	27.7
	Hombres	244 448	127 132	52.0	69 688	28.5
	Mujeres	277 931	144 412	52.0	75 192	27.1

Fuente: Modificado de población de 15 años y más por municipio, sexo y edad según nivel de escolaridad y grados aprobados en educación media superior. Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI<sup>36</sup>.

Como ya se había comentado el municipio de Álvaro Obregón se encuentra a 22 km de la ciudad de Morelia, que es la capital del estado de Michoacán, debido a la cercanía entre estos dos municipios se puede disponer de la población de este municipio para completar el personal necesario en la planta.

El 52 % de la población mayor a 15 años de la ciudad de Morelia no terminó el nivel medio superior, este mismo porcentaje lo registran tanto los hombres como las mujeres.

### 6.2.3.3. Estabilidad de los salarios

Las tres localidades seleccionadas corresponden al Área Geográfica “C”, de acuerdo al tabulador establecido por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos. En la Tabla 6.21 se muestra como el salario mínimo ha ido cambiando del año 2001 al 2012, de tal manera que se pueda resaltar que aunque ha habido un aumento, el salario puede considerarse estable y que sería impensable que fuera factor determinante para que este proyecto dejara de ser viable.

Tabla 6.21. Salario mínimo por zona

Vigencia	Zona A (\$)	Zona B (\$)	Zona C (\$)
01/01/12	62.33	60.57	59.08
01/01/11	59.82	58.13	56.70
01/01/10	57.46	55.84	54.47
01/01/09	54.80	53.26	51.95
01/01/08	52.59	50.96	49.50
01/01/07	50.57	49.00	47.60
01/01/06	48.67	47.16	45.81
01/01/05	46.80	45.35	44.05
01/01/04	45.24	43.73	42.11
01/01/03	43.65	41.85	40.30
01/01/02	42.15	40.10	38.30
01/01/01	40.35	37.95	35.85

Fuente: Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). Comisión Nacional de los Salarios Mínimos. 2012<sup>75</sup>.

### 6.2.4. Impuestos

El pago por el concepto de impuestos estatales y federales es el mismo para los tres municipios, los cuales se encuentran descritos en la “Ley de ingresos del estado de Michoacán de Ocampo”, sin embargo los montos de las tasas de impuestos y de pagos por licencias municipales difieren para cada municipio, la “Ley de Ingresos para los Municipios del estado de Michoacán de Ocampo” fija las concernientes a Álvaro Obregón y en el caso particular de Zamora y Apatzingán están sujetos a las establecidas en las leyes de ingresos de cada municipio.

Las diferencias en las tarifas que atañen a la construcción de una planta son pocas, éstas se encuentran en el pago por licencias de construcción, remodelación, reparación o reestructuración de fincas, los rubros específicos en los que varían se muestran en la Tabla 6.22.

Tabla 6.22 Tarifas de pago por licencia

Rubro	Tipo	Tarifa por metro cuadrado		
		Álvaro Obregón	Apatzingán	Zamora
Delimitación de predios con bardas, mallas metálicas o similares	Industrial	2.00	1.82	2.00
Por licencias de construcción de agroindustrias, por metros cuadrado de construcción	Mediana y grande	1.50	1.35	1.50
	Pequeña	3.00	2.56	2.50
	Microempresa	3.50	3.14	3.50

Fuente: Obtenido de Ley de ingresos para municipios del estado de Michoacán de Ocampo, para el ejercicio fiscal de año 2011<sup>18</sup>, *Dictamen de proyecto de decreto que contiene la ley de ingresos del municipio de Apatzingán Michoacán de Ocampo, para el ejercicio fiscal del año 2011*<sup>19</sup>, Ley de ingresos del municipio de Zamora, Michoacán, para el ejercicio fiscal del año 2011<sup>17</sup>.

### 6.2.5. Disposición de los residuos

La disposición de los residuos, se regula por el “Reglamento de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos”<sup>72</sup>, este ordenamiento rige en todo el territorio Mexicano y en las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción, sin embargo el estado de Michoacán es poseedor de la “Ley para la prevención y gestión integral de residuos en el estado de Michoacán de Ocampo” la cual carece del reglamento de ley vigente, En virtud de lo anterior los municipios considerados en este estudio estarán reglamentados por la normativa federal.

### 6.2.6. Leyes reguladoras y códigos de construcción

Los reglamentos de construcción municipales establecen los procedimientos para el trámite de licencias de construcción, regularización, uso y ocupación, suspensión, clausura, aplicación de sanciones y permisos de ocupación de la vía pública sin embargo de los municipios seleccionados solamente Zamora cuenta con el propio, Álvaro Obregón y Apatzingán, adoptan el Reglamento de Construcción del municipio de Morelia.

Las normas y las especificaciones que establecen las bases que permiten ampliar los márgenes de seguridad y orientar el crecimiento y conservación de los centros de población, y que establecen los procedimientos para el trámite de licencias de construcción, regularización, uso y ocupación, suspensión, clausura, aplicación de sanciones y permisos de ocupación de la vía pública, se encuentran en los reglamentos de construcción de cada uno de los municipios. En el caso particular en estudio, el municipio de Zamora posee un reglamento propio a diferencia de los municipios de Álvaro Obregón y Apatzingán, estos adoptan el reglamento de construcción que le corresponde al municipio de Morelia.

### 6.2.7. Características del lugar

Zamora se localiza al noroeste del estado, en las coordenadas 19°59' de latitud norte y 102°17' de longitud oeste, a una altura de 1 560 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Ixtlán y Ecuandureo, al este con Churintzio y Tlazazalca, al sur con Juárez y Tangancicuaro y, al oeste con Chavinda y Tangamandapio. La distancia de la cabecera municipal a la capital del estado es de 144 km, por la carretera federal No.15 Morelia-Zamora. Su superficie es de 330.97 km<sup>2</sup> y representa el 0.56 por ciento del total del estado, Su relieve lo constituyen el sistema volcánico transversal y los cerros de la Beata, la Beatilla, el Encinar, Tecari, el Ario y el Grande, su clima es templado con lluvias en verano, tiene una precipitación pluvial anual de 1 000 milímetros y temperaturas que varían entre 1.2 y 39.2° C. Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, cuaternario y plioceno, corresponden principalmente a los del tipo chernozem<sup>4</sup>.

El municipio de Álvaro Obregón se localiza en el centro del estado en las coordenadas 19°48' de latitud norte y 101°02' de longitud oeste, a una altura de 1 800 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio de Santa Ana Maya Guanajuato, al este con los municipios de Queréndaro e Indaparapeo, al sur con Charo, al oeste con Tarímbaro y al noroeste con Cuitzeo. La distancia de la capital del estado es de 22 km. Su superficie es de 162.64 km<sup>2</sup> y representa el 0.35 por ciento del estado, Su relieve lo constituyen la depresión de Cuitzeo; las lomas de la Purísima, Quirio y Tzetzénguar; y los cerros, Policarpo, Las Reservas, La Tuna, La Peña y El Grande de los Remedios, su hidrografía la constituyen el río Grande de Morelia y parte del lago de Cuitzeo, su clima es templado con lluvias en verano; tiene una precipitación pluvial anual de 918.8 milímetros y temperaturas que oscilan de 12 a 27.4 °C. Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico y cuaternario y corresponden principalmente a los del tipo podzólico<sup>5</sup> y de pradera<sup>6</sup>.

Apatzingán se localiza en el sureste del estado, en las coordenadas 19°05' de latitud norte y 102°21' de longitud oeste, a una altura de 300 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tancitaro, al este con Parácuaro y La Huacana, al sur con Tumbiscatío y al oeste con Aguililla y Buenavista. La distancia de la cabecera municipal a la capital del estado es de 200 km. Su superficie es de 1 656.67 km<sup>2</sup> y representa el 2.81% de la superficie del estado, su relieve lo conforman la Sierra Madre del Sur, la depresión del Tepalcatepec y la Sierra de Acahuato con los cerros de San Miguel, San Juan, La Majada, el Cantón y la Angostura, su hidrografía la conforman los ríos El Tesorero, La Caballada, Apatzingán y Tepalcatepec; los lagos El Chaudio, La Majada, Huarandicho y Tancitarillo; y los manantiales Apatzingán, Atimapa y Las Delicias principalmente, su clima es tropical con lluvias en verano y seco estepario en el centro del municipio. Tiene una precipitación pluvial anual de 924

---

<sup>4</sup> Chernozem es un tipo de suelo negro rico en humus (del 3 al 13%), además de serlo en potasio, fósforo y microelementos. Es uno de los más fértiles para la agricultura, puesto que no requiere fertilizantes. Tiene una profundidad media relativamente importante, de 1 metro aproximadamente.

<sup>5</sup> Podzol es un tipo de suelo característico de climas fríos y húmedos o templado frío, con abundantes precipitaciones, que se caracteriza por una alta lixiviación, que propicia que una gran cantidad de sustancias superficiales migren a niveles inferiores.

<sup>6</sup> Pradera es un bioma o ecosistema cuya vegetación predominante consiste en hierbas.

milímetros y temperaturas que oscilan de 8 a 39.8 °C. Los suelos del municipio datan de los periodos cenozoico y cuaternario, correspondiendo principalmente a los del tipo podzólico y de pradera.

## 6.2.8. Factores de la comunidad

### 6.2.8.1. Rural o urbana

De acuerdo con el INEGI (2010)<sup>36</sup>, una población se considera “rural” cuando tiene menos de 2 500 habitantes y urbana al superar esta cifra, conforme a este juicio los tres municipios se consideran poblaciones del segundo tipo, según la Tabla 6.23 Álvaro Obregón, Apatzingán y Zamora tiene una población 20 913 habitantes, 123 649 y 186 102 habitantes, respectivamente.

### 6.2.8.2. Aspectos culturales

La población que está afiliada a las diferentes sociedades religiosas o que profesan las variadas religiones existentes se pueden ver en la Tabla 6.23, para los tres municipios la religión a la cual más pobladores está afiliada es la Católica seguida de las Protestante y Evangélica, a razón de que el municipio de Álvaro Obregón presenta una distribución de 91.5 %, 2.66 % y 2.59%, respectivamente, Apatzingán 87.5 %, 4.46 % y 3.25 % y Zamora de 91.81 %, 3.20 % y 2.60 %. Otro dato que se distingue es el porcentaje de personas que disienten de toda creencia religiosa, siendo este dato para Álvaro Obregón de 1.94 %, Apatzingán de 4.49 % y Zamora de 1.81 %.

Tabla 6.23. Población total y población afiliada a las diferentes asociaciones religiosas

Municipio	Religión	Sociedad religiosa	Población	%
Álvaro Obregón	Total	Total	20 913	100.00
	Católica	Total	19 136	91.50
	Protestantes y Evangélicas	Total	557	2.66
	Protestantes y Evangélicas	Históricas	6	0.03
	Protestantes y Evangélicas	Pentecostales y Neopentecostales	5	0.02
	Protestantes y Evangélicas	Iglesia del Dios Vivo, Columna y Apoyo de la Verdad, la Luz del Mundo	4	0.02
	Protestantes y Evangélicas	Otras Evangélicas	542	2.59
	Bíblicas diferentes de Evangélicas	Total	269	1.29
	Bíblicas diferentes de Evangélicas	Testigos de Jehová	269	1.29
	Otras religiones	Total	29	0.14
	Sin religión	Total	405	1.94
	No especificado	Total	517	2.47
	Apatzingán	Total	Total	123 649
Católica		Total	108 197	87.50
Protestantes y Evangélicas		Total	5 515	4.46



Municipio	Religión	Sociedad religiosa	Población	%
	Protestantes y Evangélicas	Históricas	77	0.06
	Protestantes y Evangélicas	Pentecostales y Neopentecostales	500	0.40
	Protestantes y Evangélicas	Iglesia del Dios Vivo, Columna y Apoyo de la Verdad, la Luz del Mundo	923	0.75
	Protestantes y Evangélicas	Otras Evangélicas	4 015	3.25
	Bíblicas diferentes de Evangélicas	Total	2 969	2.40
	Bíblicas diferentes de Evangélicas	Adventistas del Séptimo Día	42	0.03
	Bíblicas diferentes de Evangélicas	Iglesia de Jesucristo de los Santos de los Últimos Días (Mormones)	97	0.08
	Bíblicas diferentes de Evangélicas	Testigos de Jehová	2 830	2.29
	Judaica	Total	3	0.00
	Otras religiones	Total	47	0.04
	Sin religión	Total	5 555	4.49
	No especificado	Total	1 363	1.10
Zamora	Total	Total	186 102	100.00
	Católica	Total	170 869	91.81
	Protestantes y Evangélicas	Total	5 949	3.20
	Protestantes y Evangélicas	Históricas	125	0.07
	Protestantes y Evangélicas	Pentecostales y Neopentecostales	573	0.31
	Protestantes y Evangélicas	Iglesia del Dios Vivo, Columna y Apoyo de la Verdad, la Luz del Mundo	408	0.22
	Protestantes y Evangélicas	Otras Evangélicas	4 843	2.60
	Bíblicas diferentes de Evangélicas	Total	3 012	1.62
	Bíblicas diferentes de Evangélicas	Adventistas del Séptimo Día	64	0.03
	Bíblicas diferentes de Evangélicas	Iglesia de Jesucristo de los Santos de los Últimos Días (Mormones)	409	0.22
	Bíblicas diferentes de Evangélicas	Testigos de Jehová	2 539	1.36
	Judaica	Total	8	0.00
	Otras religiones	Total	43	0.02
	Sin religión	Total	3 372	1.81
No especificado	Total	2 849	1.53	

Fuente: Modificado de población total por municipio, sexo y religión según grupos de edad. Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI<sup>36</sup>.

### 6.2.8.3. Sistemas escolares

En el municipio de Zamora se tienen centros de educación para los niveles de: maternal, kínder, preescolar, primaria, secundaria, preparatoria, bachillerato técnico, capacitación para el trabajo, educación técnica y comercial, normal y profesional así como institutos de enseñanza de lenguas extranjeras. Además reciben los servicios del INEA a nivel primaria y secundaria.

El municipio de Álvaro Obregón tiene infraestructura educativa para los niveles preescolar, primaria, secundaria, telesecundaria, escuela preparatoria, bachillerato técnico (CECIYTEM) y un colegio particular.

El municipio de Apatzingán tiene infraestructura educativa para los niveles de: kínder, preescolar, primaria, secundaria, preparatoria (colegio de bachilleres), técnica (CONALEP), capacitación para el trabajo e institutos de enseñanza de lenguas extranjeras.

### 6.2.8.4. Diversiones

La ciudad de Zamora ofrece cuatro unidades deportivas en las cuales se pueden practicar diferentes deportes, clubes deportivos privados, gimnasios, cancha de frontenis, canchas de fútbol rápido, etc. Los centros para realizar actividades culturales son: los estudios de pintura, institutos artísticos, museos, etc., también se pueden realizar actividades recreativas en lugares como centros de video juegos, billares, Bingo, Lotería, etc.

El municipio de Álvaro Obregón tiene un campo deportivo, además de campos de fútbol y de fútbol rápido, béisbol, canchas de basquetbol y voleibol, cuenta también con una casa de la cultura en la cual se cultivan las artes, para realizar actividades recreativas se pueden visitar lugares como billares, centros de video juegos, haciendas recreativas, etc.

Aunque pareciera que este municipio no tiene diversidad de actividades deportivas, culturales, y recreativas que realizar, la cercanía con la capital del estado, da la posibilidad de participar en cualquier evento o actividad que se desee desarrollar.

La ciudad de Apatzingán cuenta con una unidad deportiva que ofrece instalaciones para la práctica de cualquier deporte individual o de conjunto, cancha de fútbol rápido, centro acuático, gimnasios, etc., goza de la existencia de una casa de la cultura y centros culturales y artísticos para practicar danza, música, baile, teatro, etc., los centros recreativos a los cuales se puede acudir son los billares, parques recreativos, parques infantiles, centros de video juegos, Gotcha, etc.

### 6.2.8.5. Servicios médicos

La demanda de servicios médicos en la ciudad de Zamora es atendida por; a) dos unidades médicas de la Secretaría de Salud; una de tipo U-06, ubicado en esta misma y otra de tipo R-01 en Ario de Rayón; b) una clínica hospital del IMSS y unidades médicas rurales IMSS-SOLIDARIDAD; c) una clínica-hospital del ISSSTE, y; d) consultorios, clínicas y hospitales particulares.

En el municipio de Álvaro Obregón existen siete centros de salud de la Secretaría de Salud y tres unidades de medicina rural del IMSS, laboratorios clínicos, consultorios médicos y dentales.

Apatzingán cuenta con un hospital general del IMSS, tres centros de salud rural del IMSS, un hospital general del ISSSTE, un centro de salud urbano, clínicas de especialidades, sanatorios particulares y consultorios médicos y dentales.

Para tener un escenario más claro de la calidad de los servicios médicos de cada uno de los municipios en estudio, la Tabla 6.24 presenta la condición de los derechohabientes, en el caso de Álvaro Obregón el total de los derechohabientes sólo conforma un 46 % de la población, de éste el 20.3 % que corresponde al IMSS, el 72.4 % al seguro popular y el 6.1 % al ISSSTE, en Apatzingán el 42.2 % son derechohabientes, la mayoría afiliados al IMSS, al seguro popular e ISSSTE, con 40 %, 37.8 % y 17.7 %, respectivamente, por último el número de derechohabientes en Zamora es de 57 %, el 57.6% de estos pertenecen al IMSS, el 28.2 % al seguro popular y el 8.2 % al ISSSTE.

Tabla 6.24. Condición de derechohabientes en los diferentes municipios

Municipio	Población total	Condición de derechohabencia a servicios de salud																			
		Derechohabiente <sup>1</sup>																			
		Total		IMSS		ISSSTE		ISSSTE estatal		Pemex, Defensa o Marina		Seguro Popular o para una Nueva Generación <sup>2</sup>		Institución privada		Otra institución <sup>3</sup>		No derechohabiente		No especificado	
No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Álvaro Obregón	20,913	9,610	46.0	1,954	20.3	585	6.1	17	0.18	10	0.10	6,954	72.4	21	0.2	110	1.1	11,124	53.2	179	1.9
Apatzingán	123,649	52,152	42.2	20,870	40.0	9,232	17.7	86	0.16	1,268	2.43	19,696	37.8	810	1.6	762	1.5	70,948	57.4	549	1.1
Zamora	186,102	106,108	57.0	61,091	57.6	8,718	8.2	169	0.16	853	0.80	29,957	28.2	4,392	4.1	1,904	1.8	77,757	41.8	2,237	2.1

<sup>1</sup> La suma de los derechohabientes en las distintas instituciones de salud puede ser mayor al total por aquella población que tiene derecho a este servicio en más de una institución de salud.

<sup>2</sup> Incluye al Sistema de Protección Social en Salud (SPSS) que coordina la Secretaría de Salud (SSA).

<sup>3</sup> Incluye instituciones de salud públicas o privadas.

Fuente: Modificado de Población total por municipio, sexo y grupos quinquenales de edad según condición de derechohabencia a servicios de salud y tipo de institución. Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI<sup>36</sup>.

### 6.2.8.6. Centros de suministro comercial

Los centros de suministro comercial en la ciudad de Zamora son: Una tienda CONASUPO de autoservicio, dos tianguis semanales, cinco mercados públicos, una central de abasto, un centro receptor de productos básicos, un rastro municipal, cuatro plazas comerciales con almacenes de autoservicio y departamentales, además de tiendas misceláneas. Este municipio cuenta también con comercios para atender a los turistas los cuales son: hoteles, moteles, restaurantes, bares, salones de convenciones, centros nocturnos, agencias de viajes, arrendamiento de autos, servicios bancarios, aeropista, aerotaxis, transporte local, servicio de grúas y gasolineras, etc.

Para el abasto del municipio de Álvaro Obregón se cuenta con 2 tiendas CONASUPO, un tianguis un día a la semana, tiendas de abarrotes, minisupers, tiendas de ropa, refaccionarias automotrices, venta de accesorios para celulares y un centro de acopio de semillas. El aeropuerto internacional de la ciudad de Morelia se encuentra en este municipio por lo que se cuenta con hoteles, restaurantes, arrendamiento de autos, transportes locales, gasolinera, etc. El Municipio de Morelia solo se encuentra a 22 km, lo cual favorece a tener todos los servicios de la capital al alcance.

La ciudad de Apatzingán cuenta con tres mercados, un centro comercial, tiendas de abarrotes, panaderías, tortillerías, carnicerías, farmacias, gasolineras y tiendas de ropa. Los visitantes de este municipio tienen acceso a hoteles, casa de huéspedes, moteles, restaurantes, bares, cadenas de comida rápida, tiendas de ropa, transporte local, pista de aterrizaje, etc.

La tasas específicas de participación económica que se muestran en la Tabla 6.25, permiten comparar de manera cuantitativa el grado de actividad comercial para los tres municipios en estudio, para el municipio de Álvaro Obregón es de 43.09 %, la de Apatzingán es de 56.55 % y Zamora 56.38 %, en todos ellos la participación económica de hombres es mayor que el de las mujeres.

Como referencia la capital del estado tiene una tasa de 55.34 %, por debajo de Zamora y Apatzingán, de igual forma los hombres superan a las mujeres con 71.79 % y 40.71 %, respectivamente.

Tabla 6.25. Tasas de participación económica

Municipio	Tasas específicas de participación económica		
	Total	Hombres	Mujeres
Álvaro Obregón	43.09	73.87	16.02
Apatzingán	56.55	78.34	35.85
Zamora	56.38	76.17	38.51
Morelia	55.34	71.79	40.71

Fuente: Modificado de tasas específicas de participación económica por municipio y grupos quinquenales de edad según sexo. Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI<sup>36</sup>.

### 6.2.9. Selección de la microlocalización

Debido a que la microlocalización de la planta es una decisión multicriterio, se aplica la misma metodología que en la selección de la tecnología y la macrolocalización, el desarrollo y los resultados se exponen en el Anexo A-2 (Tabla A-2.1 a Tabla A-2.50)

De la aplicación del método de Jerarquización (por sus siglas en inglés AHP) resulta que la opción mejor valorada es la correspondiente al municipio de Álvaro Obregón (Tabla A-2.50), por lo tanto de acuerdo con esta herramienta metodológica se concluye que esta microlocalización favorece el desarrollo integral óptimo del proyecto en estudio.

## 7. Factores determinantes del mercado, del producto y de la producción

En este capítulo se presentan los elementos relacionados con la estimación del mercado y la determinación de los productos a congelar, así como los concernientes a las especificaciones de estos. Así mismo se muestran los principios referentes a la estimación de la producción.

### 7.1. Determinación del mercado y del producto

En el siguiente apartado se analizan las frutas y las hortalizas congeladas, que hoy en día se comercializan tanto en el mercado nacional como en el internacional, y se muestran sus características (presentación y cantidad) como marco de referencia. Se estima el mercado y se especifica las particularidades de los productos que se pretenden ofertar en este proyecto.

#### 7.1.1. Frutas y hortalizas congeladas que actualmente se ofrecen en el mercado

De las investigaciones que se realizaron directamente en los hiper y supermercados de la localidad así como de las consultas efectuadas electrónicamente, se infiere que las marcas de frutas y de hortalizas congeladas disponibles en este tipo de establecimientos a nivel nacional son: La Huerta, Nutriverde, Nutrifresco, Cheffry -producida por la empresa mexicana La Huerta- Mc Cain Foods Limited -de nacionalidad canadiense- Global Premier -de origen mexicano- algunas cadenas de estos mercados cuentan con marcas propias como: Great Value de Walt Mart, Kirkland de Costco y Valley Food de Soriana.

De la misma manera se conoció que estas nueve marcas comercializan a través de dichos establecimientos un poco más de un centenar de productos en diferentes presentaciones: hortalizas o frutas enteras, rebanadas, en cubos, rufleadas, en rajas y cortadas, así como mezclas de éstas o de hortalizas con algún otro ingrediente, como el arroz (Tabla 7.1). Las empresas Global Premier, Valley Foods y Kirkland ofrecen únicamente frutas, las otras comercializan tanto frutas como hortalizas, o sus mezclas, pero quienes definitivamente presentan la mayoría de las variedades, alrededor de 70, son La Huerta y Nutrifresco.

Como se observa en la Tabla 7.1 son varias las hortalizas congeladas que se comercializan: brócoli, calabaza, cebolla, champiñones, chícharos, chile ancho, chile jalapeño, chile para rellenar, elote, ejote, espinaca, nopal, papa, pimiento rojo y zanahoria, y pocas las frutas que se ofrecen: durazno, fresa, mango, mora azul y zarzamora.

A nivel internacional se tiene la referencia de Vitteri (2003)<sup>84</sup> quien señala en su estudio sobre hortalizas congeladas que en los países desarrollados, donde el mercado de vegetales congelados tiene más de 50 años, se pueden encontrar más de 2 000 variedades por marca, el mayor consumo de productos congelados se registra en los mercados de desarrollo económico considerable, donde se instalan empresas productoras de gran envergadura, así:

- En el mercado norteamericano sobresale la compañía J.R. Simplot, ésta registra alrededor de diez marcas, entre las que destacan Edgell para enlatados y Birds Eye para congelados, la fusión de estas dos marcas diversificó el negocio de congelados con frutas tropicales, jugos, remolachas y salsas, además de seguir ofreciendo una infinidad de mezclas de vegetales y comidas preparadas con hortalizas. Simplot tiene fábricas en Australia, México y Canadá.
- Y en el europeo se distinguen, entre otras, Pinguin (Bélgica), Unifrost (Bélgica) y Bonduelle (Francia).
  - Pinguin cuenta con cuatro fábricas ubicadas en Bélgica, tres en Francia y una en Inglaterra, que ofrecen más de 2 000 variedades de vegetales congelados, ésta ha hecho alianzas estratégicas con otras empresas en los principales mercados de consumo en el mundo, como por ejemplo Globus que produce 70 000 toneladas al año de vegetales congelados y cuenta con seis plantas en Polonia y en Hungría.
  - Unifrost produce 60 000 toneladas anuales, ofrece a sus clientes (especialmente, la gran distribución minorista de diferentes países europeos) una amplia variedad de vegetales.
  - Bonduelle cuenta con 45 fábricas en 19 países, ofreciendo casi 3 400 variedades en tres marcas Cassegrain, Marie Thumas y Bonduelle, las conservas de verduras es su principal actividad (61% de la facturación total del grupo), mientras que las verduras congeladas representan el 30% de sus ventas (absorbiendo el 9% del mercado europeo) y los frescos un 9%.

Si se compara el mercado nacional de las frutas y de las hortalizas congeladas con el internacional se observa que aún cuando la marca La Huerta presenta la mayor variedad de productos, ésta no ha logrado la diversificación que las empresas extranjeras han alcanzado, considerando que la comercialización de esta empresa inició en la década de los setenta. Por lo tanto se puede esperar una buena aceptación en el mercado nacional de los productos proyectados en este trabajo de tesis

Tabla 7.1 Variedades de productos en el mercado nacional

Hortalizas			Mezclas		
Presentación del producto	Cantidad kg	Marca	Presentación del producto	Cantidad kg	Marca
Calabaza rebanada rufleada	2.0	Nutrifresco	Arroz poblano	0.5	La Huerta
Cebolla en cubos de 1 cm <sup>3</sup>	2.0		Combinado de vegetales	2.0	Nutrifresco
Champiñón rebanado	2.0	La Huerta	Combinado primavera	0.5	La Huerta
	0.3			0.5	
Chícharo	2.0	Nutrifresco	Champiñón con rajas	2.0	Nutrifresco
	0.5			0.5	
	0.5	La Huerta	Chícharo con zanahoria	2.0	La Huerta
	2.0		0.5		
Chile ancho en rajas	2.0	Nutrifresco	Chícharo y zanahoria	2.0	Nutrifresco
Chile jalapeño, cubos de 1 cm <sup>3</sup>	2.0		0.5		
Ejote cortado	2.0	La Huerta	Chispas de verdura	0.5	La Huerta
	0.5		Elote con rajas	0.5	
	2.0		Elote en grano c/rajas	2.0	
Elote en grano	2.0	Nutriverde	Ensalada de nopales	0.5	La Huerta
	2.5		Ensalada mediterránea	0.5	
	0.5	Nutrifresco	Frutos del huerto	2.0	Nutrifresco
	0.5		0.5		
	2.0		0.5		
Elote entero	2.5	Nutriverde	Guarnición con arroz	0.5	La Huerta
Espinaca cortada	2.0	Nutrifresco	0.5		
Espinacas	0.5	La Huerta	Guarnición de verduras	2.0	Nutrifresco
Floretes de brócoli	0.5			2.0	
	2.0	Nutrifresco	0.5	Nutrifresco	
	2.0		2.0		
	Nopal en cubos	0.5	La Huerta	Mezcla california	0.5
Papa en cubos de 1 cm <sup>3</sup>	2.0	Nutrifresco	2.0		
Papas	0.5	La Huerta	0.5		
Pimiento rojo, cubos de 1 cm <sup>3</sup>	2.0	Nutrifresco	Mezcla campesina	2.0	Nutrifresco
Rajas poblanas	0.5	La Huerta		0.5	
Zanahoria en cubos de 1 cm <sup>3</sup>	2.0	Nutrifresco	Mezcla campesina con arroz	2.5	Nutriverde
Zanahoria en rebanadas chicas	2.0			0.5	
Zanahoria en rebanadas gdes.	2.0			0.5	
Brocoli	0.5	Great Value	Mezcla campesina con arroz	2.0	La Huerta
Brocoli	0.5	Mc Cain	Mezcla campestre	0.5	La Huerta



Hortalizas			Mezclas		
Presentación del producto	Cantidad kg	Marca	Presentación del producto	Cantidad kg	Marca
<b>Frutas</b>			Mezcla caribeña	0.5	
Presentación del producto	Cantidad kg	Marca	Mezcla cortadillo	0.5	
			Mezcla invierno	0.5	
			Mezcla juliana	0.5	
			Mezcla mexicana	2.0	
Coctél de frutas	0.5	La Huerta	Mezcla oriental	2.0	Nutrifresco
Durazno	0.5	Nutrifresco	Mezcla ranchera	2.0	
Fresa entera	2.0		La Huerta	Pico de gallo	0.5
Fresas	2.0	La Huerta		Mezcla california	0.5
	0.5		Global Premier	Mezcal campesina	2.0
Mango	0.5	Valley Foods		Mezcla guarnición	0.5
Mango en cubos	2.0		Kirkland	Mezcla juliana	2.0
Zarzamoras	0.5	Great Value			0.5
	0.5		Zanahoria y chícharo		2.0
Mora Azul	0.5				
Fresa	0.5				
Mango	0.5				
Fresa	1.0				
	0.129				
	0.5				
<b>Hortalizas</b>					
Presentación del Producto	Cantidad piezas	Marca			
Chiles para rellenar	4	La Huerta			
	8				
	16	Nutriverde			
Elote entero	2	La Huerta			
	4				
	8				

Fuente: Investigación en sitio y consulta en: [www.lahuerta.com.mx](http://www.lahuerta.com.mx)<sup>42</sup>, [www.globalpremier.net](http://www.globalpremier.net)<sup>29</sup>, [www.mccain.com.mx](http://www.mccain.com.mx)<sup>49</sup>

### 7.1.2. Estimación del mercado

El acercamiento y la conversación directa con el usuario, da la oportunidad de conocer: las preferencias de los consumidores, el grado de aceptación que tienen las frutas y las hortalizas congeladas en la población, las variedades de estos productos más consumidas, el diseño del empaque, etc., y la aplicación de un cuestionario, permite que la información recabada pueda ser analizada y sintetizada.

#### 7.1.2.1. Tamaño muestral

Tomando en consideración que los productos que se piensan ofertar son para las ciudades más grandes de México, se usa la fórmula siguiente para poblaciones infinitas con más de 100 000 habitantes:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q}{E^2}$$

Donde:

n= Número de elementos de la muestra.

P/Q= Probabilidad con las que se presenta el fenómeno.

Z= Valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido.

E= Margen de error permitido.

Muñiz (2010)<sup>51</sup> establece que para cuestionarios de preferencias del cliente, se opera con un nivel de confianza, Z, de 2 y que cuando el valor de P y de Q no se conocen, o cuando la encuesta se realice sobre aspectos diversos en los que estos valores puedan ser diferentes, es conveniente tomar el caso más favorable, es decir, aquel que necesite el máximo tamaño de la muestra, lo cual ocurre para cuando P=Q=50. El margen de error lo decide el director del proyecto, el cual en este caso se fijó en  $\pm 7$  por ciento, para obtener un tamaño muestral acorde con los objetivos del trabajo de tesis.

$$n = \frac{2^2 * 50 * 50}{7^2} = 205$$

#### 7.1.2.2. Modo de muestreo

De acuerdo con Muñiz (2010)<sup>51</sup> es conveniente realizar un muestreo no aleatorio, llamado “opinático puro”, en el que la muestra la define el juicio del equipo investigador, cuando la economía y el tiempo de elaboración del proyecto lo hacen aconsejable.

Las cualidades de la población posible consumidora del producto son muy variadas, es por esto que se utiliza el llamado “sistema de cuotas”, el cual consiste en realizar cierto número de encuestas entre cada uno de los distintos grupos en que se divide la población.

Los grupos que se identificaron fueron los siguientes:

- Personas dedicadas al hogar.
- Personas empleadas con hijos.
- Personas empleadas solteras.
- Estudiantes que viven solos(as).
- Instituciones que proveen alimentos.

Por lo tanto, la cantidad de cuestionarios que se destinó para cada grupo poblacional fue el correspondiente al resultado de la división del tamaño de la muestra entre el número total de éstos, lo que dió como resultado que para cada uno se realizaran 41 cuestionarios.

El formato del cuestionario se muestra en el Anexo A-3. Éste consistió de doce preguntas, dos totalmente abiertas (preguntas dos y cinco) y once cerradas, de éstas la pregunta nueve contiene un cuestionamiento abierto y uno cerrado. Las respuestas de las preguntas cerradas se cuantifican y los resultados se presentan, se analizan y se interpretan en el siguiente apartado, así mismo se comenta en el párrafo correspondiente a la pregunta abierta, dos, la respuesta más frecuente. Cabe señalar que las respuestas a la pregunta cinco no se consideraron por estar referidas a diferentes unidades de medición.

### 7.1.2.3. Codificación, tabulación e interpretación de los resultados

Las respuestas a la pregunta dos del cuestionario de preferencias del cliente (Anexo A-3), muestran que las frutas y las hortalizas que se señalaron como las que se consumen con más frecuencia y que no están presentes en el mercado de frutas y de hortalizas congeladas son las siguientes:

- |            |           |                     |
|------------|-----------|---------------------|
| ➤ Jitomate | ➤ Guayaba | ➤ Mamey             |
| ➤ Papaya   | ➤ Uvas    | ➤ Mandarina         |
| ➤ Pera     | ➤ Plátano | ➤ Toronja           |
| ➤ Apio     | ➤ Pepino  | ➤ Rábano            |
| ➤ Sandía   | ➤ Acelga  | ➤ Berenjena         |
| ➤ Piña     | ➤ Kiwi    | ➤ Lima              |
| ➤ Manzana  | ➤ Betabel | ➤ Coles de Bruselas |
| ➤ Chayote  | ➤ Melón   | ➤ Espárragos        |
| ➤ Naranja  | ➤ Jícama  |                     |

La contundencia (100%) con la que se contestó afirmativamente a la pregunta uno, Tabla 7.2, manifiesta la importancia que tiene para las personas, el consumo de frutas y de hortalizas, en el único grupo poblacional que la respuesta no tuvo cien por ciento de aceptación fue en los estudiantes que viven solos(as). Respuesta justificable a la poca importancia que se le da a la alimentación en este sector.

Tabla 7.2. Respuestas de la pregunta uno del cuestionario

Pregunta No.1	Grupos poblacionales	Respuestas, %	
		Si	No
¿Cree usted que es importante para su salud, el consumo de frutas y de hortalizas?	Personas dedicadas al hogar	100	-
	Personas empleadas con hijos	100	-
	Personas empleadas sin hijos	100	-
	Estudiantes que viven solos	90	10
	Instituciones que proveen alimentos	100	-

Las respuestas de la pregunta tres (Tabla 7.3) confirman el análisis de las respuestas a la pregunta uno, siendo las frecuencias en el consumo de frutas y de hortalizas parecidas para casi todos los grupos poblacionales, predominando la ingesta diaria entre 63% y 77%, el único grupo en el que se empatan los porcentajes de consumo diario y de tres veces a la semana es en el de las personas empleadas que tienen hijos, con una cantidad porcentual de alrededor de 49%.

Tabla 7.3. Respuestas de la pregunta tres del cuestionario

Pregunta No.3	Grupos poblacionales	Respuestas, %			
		Diariamente	Tres veces a la semana	Una vez a la semana	Nunca
¿Con qué frecuencia consume frutas y hortalizas?	Personas dedicadas al hogar	70.7	26.8	2.4	
	Personas empleadas con hijos	48.8	48.8	2.4	
	Personas empleadas sin hijos	68.3	29.3	2.4	
	Estudiantes que viven solos	63.4	29.3	7.3	
	Instituciones que proveen alimentos	77.3	18.2	4.6	

A las personas que no consumen diariamente frutas y hortalizas se les preguntó cuál era la razón por la cual no lo hacían (Tabla 7.4), la respuesta más común fue: “la preparación es tardada”, el segundo lugar de las repuestas más repetidas fue distinta para los grupos poblacionales, para las personas dedicadas al hogar, las personas empleadas sin hijos y los(as) estudiantes que viven solos(as), la causa fue: “las frutas y las hortalizas perecen muy rápido”, a diferencia de las instituciones que proveen alimentos y de las personas empleadas con hijos, las cuales consideran que la limitante por la que no consumen frutas y hortalizas diariamente es su costo.

Tabla 7.4. Respuestas de la pregunta cuatro del cuestionario

Pregunta No. 4	Grupos poblacionales	Respuestas, %			
		La preparación es tardada	Es caro para mi	Perece muy rápido	No me gusta el sabor
¿Por qué razón no consume frutas y hortalizas más seguido?	Personas dedicadas al hogar	50.0	8.3	33.3	8.3
	Personas empleadas con hijos	50.0	22.7	9.1	9.1
	Personas empleadas sin hijos	53.9	7.7	23.1	15.4
	Estudiantes que viven solos	46.7	13.3	26.7	13.3
	Instituciones que proveen alimentos	80.0	20.0	0.0	0.0

Las respuestas de la pregunta seis (Tabla 7.5) es un claro reflejo de cómo los hábitos alimenticios suelen modificarse dependiendo de la actividad que la persona realice, así como de la condición familiar en la que se encuentre, la mayoría de las personas dedicadas al hogar, las empleadas sin hijos y los estudiantes que viven solos(as), no tienen conocimiento de los beneficios que les ofrecen las frutas y las hortalizas congelada ultrarrápidamente, de manera contraria, las personas empleadas con hijos y las instituciones que proveen alimentos conocen las ventajas que les representa consumir estos productos.

Tabla 7.5. Respuestas de la pregunta seis del cuestionario

Pregunta No. 6	Grupos poblacionales	Respuestas disponibles	
		Si	No
¿Sabía que las frutas y las hortalizas congeladas ultrarrápidamente ahorran tiempo al preparar los alimentos, aumentan el tiempo de perecebilidad y garantizan la calidad y limpieza de los alimentos?	Personas dedicadas al Hogar	46.3	53.7
	Personas empleadas con hijos	51.2	48.8
	Personas empleadas sin hijos	46.3	53.7
	Estudiantes que viven solos	36.6	63.4
	Instituciones que proveen alimentos	54.6	45.5

De manera sorprendente, en todos los grupos poblacionales es mayor el porcentaje de las personas que si están dispuestas a pagar más por tener las ventajas de los productos congelados ultrarrápidamente (Tabla 7.6), siendo más notoria la diferencia porcentual en los grupos formados por las personas empleadas con hijos y sin hijos, así como los(as) estudiantes que viven solos(as) y menos significativa en los grupos correspondientes a las personas que están dedicadas al hogar y a las instituciones que proveen alimentos, ya que son éstos los que están más pendientes de los precios y los que tienen más tiempo para la preparación de los alimentos.

Tabla 7.6. Respuestas de la pregunta siete del cuestionario

Pregunta No.7	Grupos poblacionales	Respuestas, %	
		Si	No
¿Estaría usted dispuesto a pagar más por tener las ventajas descritas en la pregunta anterior?	Personas dedicadas al hogar	51.2	48.8
	Personas empleadas con hijos	70.7	29.3
	Personas empleadas sin hijos	75.6	24.4
	Estudiantes que viven solos(as)	65.9	34.2
	Instituciones que proveen alimentos	59.1	40.9

A las personas que si están dispuestas a pagar más por las frutas y las hortalizas congeladas ultrarrápidamente se les preguntó hasta qué porcentaje pagarían de más (5%, 10%, 15% o 20%), las repuestas fueron variadas (Tabla 7.7), para las personas dedicadas al hogar, las personas empleadas con hijos y las instituciones que proveen alimentos, la respuesta más común fue el 10 % de aumento del precio en fresco, la misma proporción de estudiantes que viven solos(as) está dispuesto a pagar entre el 10 % y el 15 %, sin embargo las personas empleadas sin hijos, solamente podrían soportar un 5 % de incremento en el precio en fresco.

Tabla 7.7. Respuestas de la pregunta ocho del cuestionario

Pregunta No. 8	Grupos poblacionales	Respuestas, %			
		5	10	15	20
¿Hasta en qué porcentaje?	Personas dedicadas al hogar	19.1	38.1	14.3	28.6
	Personas empleadas con hijos	13.8	51.7	20.7	13.8
	Personas empleadas sin hijos	48.4	41.9	9.7	0.0
	Estudiantes que viven solos(as)	18.5	37.0	37.0	7.4
	Instituciones que proveen alimentos	23.1	53.9	15.4	7.7

Aún cuando, la mayoría de las personas estén dispuestas a pagar más por tener las ventajas de las frutas y de las hortalizas congeladas ultrarrápidamente, siguen prefiriendo las frescas (Tabla 7.8). Además en la pregunta nueve del cuestionario se pide que se diga por qué razón las frutas y las hortalizas frescas son del gusto del entrevistado(a), la respuesta más común fue: “éstas conservan el sabor y los nutrientes originales y por ende las considero más saludables”.

Tabla 7.8. Respuestas de la pregunta nueve del cuestionario

Pregunta 9	Grupos poblacionales	Respuestas, %	
		Si	No
¿Son de su preferencia las frutas y las hortalizas frescas?	Personas dedicadas al Hogar	100.0	0.0
	Personas empleadas con hijos	100.0	0.0
	Personas empleadas sin hijos	97.6	2.4
	Estudiantes que viven solos(as)	100.0	0.0
	Instituciones que proveen alimentos	100.0	0.0

Las respuestas a la pregunta diez muestran la falta de información de los(as) consultados(as) sobre las ventajas de las frutas y de las hortalizas congeladas, así como el desconocimiento de las nuevas técnicas para su congelamiento (Tabla 7.9). Ya que los cinco grupos poblacionales contestaron, mayoritariamente que no sabían que las frutas y las hortalizas congeladas ultrarrápidamente conservan las propiedades de las frescas, siendo mayor el desconocimiento en las personas dedicadas al hogar, un poco menor en las personas empleadas con hijos y prácticamente, igual entre los restantes grupos poblacionales.

Tabla 7.9. Respuestas de la pregunta diez del cuestionario

Pregunta No. 10	Grupos poblacionales	Respuestas, %	
		Si	No
¿Sabía usted que las frutas y las hortalizas congeladas ultrarrápidamente conserva las propiedades de las frutas y las hortalizas frescas?	Personas dedicadas al hogar	19.5	80.5
	Personas empleadas con hijos	31.7	68.3
	Personas empleadas sin hijos	39.0	61.0
	Estudiantes que viven solos(as)	41.5	58.5
	Instituciones que proveen alimentos	40.9	59.1

En cuanto al empaque de la preferencia de los(as) consumidores de productos envasado (Tabla 7.10), todos los grupos gustan de consumir productos empacados en bolsa y como segunda opción, a excepción de las personas dedicadas al hogar, prefieren de los demás empaques, la presentación en caja.

Tabla 7.10. Respuestas de la pregunta once del cuestionario

Pregunta No. 11	Grupos poblacionales	Respuestas, %				
		Caja	Bolsa	Charola	Recipiente de plástico	Otro
¿ De los productos envasados que usted consume, cuál es el empaque de su preferencia?	Personas dedicadas al hogar	12.2	56.1	22.0	4.9	4.9
	Personas empleadas con hijos	29.3	41.5	14.6	12.2	2.4
	Personas empleadas sin hijos	22.0	53.7	7.3	17.1	0.0
	Estudiantes que viven solos(as)	22.0	43.9	14.6	17.1	2.4
	Instituciones que proveen alimentos	27.3	36.4	22.7	13.6	0.0

El cierre del empaque que prefiere la mayoría de los grupos poblacionales, es el cierre fácil (Tabla 7.11) y como segunda opción, el sellado, con excepción de las instituciones que proveen alimentos cuya elección fue a la inversa. Para las personas empleadas que no tienen hijos y para los(as) estudiantes que viven solos(a) la diferencia porcentual entre la respuesta de mayor proporción y la que le sigue es significativa, así para el primer grupo, el cierre fácil es considerado por alrededor del 70% de los encuestados(as) como el cierre de su preferencia, el sellado es señalado por solamente el 15% de las personas que participan en la encuesta como el cierre de su gusto. Algo similar se observa en el



segundo grupo, si bien la diferencia no es tan grande (30%) como la anterior (56%) si es de llamar la atención. De acuerdo con los datos anteriores se puede decir que para estos dos últimos grupos es fundamental contar con empaques prácticos y funcionales, los cuales puedan servir para almacenar los propios alimentos en refrigeración.

Tabla 7.11. Respuestas de la pregunta doce del cuestionario

Pregunta No. 12	Grupos poblacionales	Respuestas, %				
		Cierre fácil	Liga	Sellado	Tapa	Otro
¿Cuál es su preferencia en cuanto al cierre del empaque?	Personas dedicadas al hogar	48.8	7.3	36.6	7.3	0.0
	Personas empleadas con hijos	43.9	4.9	31.7	17.1	2.4
	Personas empleadas sin hijos	70.7	4.9	14.6	9.9	0.0
	Estudiantes que viven solos(as)	61.0	9.7	31.7	22.0	0.0
	Instituciones que proveen alimentos	36.4	4.6	45.6	13.6	0.0

### 7.1.3. Especificación del producto

Como se mencionó en el apartado anterior, las respuestas de la pregunta número dos del cuestionario, permitieron conocer cuáles son las frutas y las hortalizas que más consumen las personas y que no se ofertan en el mercado de congelados en México.

Es importante señalar que las hortalizas son mucho más fáciles de congelar que las frutas, ya que cuentan con una estructura fibrosa que se mantiene unida después de ser descongelada, situación que no sucede con las frutas, también las hortalizas son menos sensible a la manipulación y al procesamiento, por otro lado, el aroma, el color y el sabor de la fruta, es mejor cuando está completamente madura, cuando suele ser más delicada y más difícil de manejar.

En virtud de lo anterior se considera que de la lista de frutas y de hortalizas referida, las coles de bruselas, la piña, el apio, los espárragos, la manzana y las uvas son las variedades más propicias para someterlas al proceso de congelamiento, de este proyecto de tesis.

La calidad del producto y el rendimiento en la congelación, utilizando el túnel de lecho fluidizado, tiene relación con el tamaño de corte de las frutas y de las hortalizas, Gruda (1989)<sup>30</sup> recomienda, para el congelador seleccionado para este proyecto (Apartado 5.3), Congelador CT-LF, modelo Flo-Freeze, y para las materias primas elegidas, las siguientes dimensiones:

- Coles de bruselas, 25 mm
- Coles de bruselas, 40 mm
- Apio, cortado en 25 mm
- Espárrago, cortado 25 mm
- Uvas, 20 mm
- Manzana en cubos de 13 mm
- Manzana “cuñas” de 10 mm

- Piña, trozos de 10 mm x 20 mm

### 7.1.3.1. Selección del envase

En la industria de los alimentos, el envase en que los productos son comercializados juega un papel muy importante como impulsor del consumo, estos productos son presentados en anaquel (tiendas de auto servicios, abarroteras, etc.) en presencia de más opciones de diferentes marcas y el consumidor elige según sus parámetros de conveniencia. El envase puede atraer la atención e incitar a la primer compra del producto (Rodríguez, 2011)<sup>60</sup>.

Un requisito esencial para conservar adecuadamente los alimentos congelados es practicar un buen envasado, ya que la sola aplicación de bajas temperaturas no basta para conservar la buena calidad de los artículos durante largos periodos de almacenamiento.

De ahí que se presenten los requerimientos para los envases de los alimentos congelados establecidos por los principales estudiosos del tema, así Gruda (1989)<sup>30</sup> se refiere a los siguientes:

- Bajo grado de permeabilidad al oxígeno, al vapor de agua, y a sustancias aromáticas volátiles.
- Ausencia de reacciones químicas con el agua, grasa y ácidos.
- Protección contra: la contaminación microbiana secundaria y, a la acción de sustancias nocivas de origen vegetal o animal.
- Inodoros, insípidos e inertes a los factores fisicoquímicos.
- Conservación de propiedades básicas tales como la solidez ante sobrecargas mecánicas, elasticidad y falta de adherencia a los productos congelados dentro de zonas de alta temperatura.
- Capacidad de conformación, dosificación y cierre con ayuda de máquinas.
- Resistencia a la punción.

Así mismo el Codex Alimentarius emitido por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>88</sup> mencionan que el envase de las frutas y de las hortalizas congeladas debe:

- Preservar las características organolépticas del producto.
- Proteger al producto contra la contaminación microbiológica y de cualquier otra índole.
- Reducir, en la medida en que sea tecnológicamente posible, la deshidratación del producto.
- No transferir al producto: olor, sabor o color alguno, así como cualquier otra característica extraña durante la elaboración (cuando corresponda) y la distribución, hasta el momento de la venta final.

De acuerdo con Rodríguez (2011)<sup>60</sup>, la mezcla de Etil Vinil Acetato con el polietileno tanto de baja como de alta densidad, da como resultado un polímero resistente a la despolimerización por efecto de las temperaturas de congelación con la posibilidad de mantener una soldadura térmica, factores determinantes que proporcionan a este material las características necesarias para que cumpla con los lineamientos emitidos por la FAO y la OMS, así como con los requerimientos establecidos por Gruda (1989)<sup>30</sup>.

En virtud de lo anterior, de las preferencias de los(as) consumidores(as) expresadas en las respuestas a las preguntas once y doce del cuestionario (Tablas 7.10 y 7.11, respectivamente) y de la investigación

de mercado (Tabla 7.1), el envase de las frutas y de las hortalizas congeladas seleccionado para este trabajo es la bolsa de Etil Vinil Acetato con el polietileno tanto de baja como de alta densidad sellada con cierre fácil, para facilitar el manejo del producto en su empaque original durante su refrigeración, en presentaciones de 0.5, 1 y 2 kilogramos.

## **7.2. Factores condicionantes de la producción**

En este apartado se considera a: la estacionalidad, la perecibilidad y la disponibilidad de las frutas y de las hortalizas así como a la demanda de los productos congelados, como factores condicionantes en la determinación de la escala de producción.

### **7.2.1. Estacionalidad y perecibilidad de materias primas**

Un principio importante en la producción de congelados del cual depende la calidad, es el de usar líneas de elaboración con tiempos tecnológicamente óptimos de tratamiento de materia prima, esto se logra con la disminución del tiempo entre la recolección y la congelación del producto. Por lo tanto sería conveniente tener equipos de producción cuya capacidad fuese alta, ya que los trabajos de la cosecha de la materia prima se realizaría en una sola acasión, como las líneas de producción de 5 a 20 toneladas por hora propuestas por Gruda (1989)<sup>30</sup>, sin embargo este mismo autor menciona que para la producción a pequeña escala, sobre todo en lo referente a la fruta, donde es frecuentemente imposible utilizar líneas de elaboración en las cuales se reduzcan los tiempos al mínimo entre la cosecha y el procesamiento, ya que existe la necesidad de transportar la fruta un largo trayecto hasta los lugares de elaboración, la solución más adecuada para asegurar la calidad es disminuir tanto en el almacén como en la transportación de la materia prima, la temperatura en el depósito a condiciones de refrigeración.

Considerando que en este trabajo de tesis se han seleccionado seis productos de los cuales tres son frutas provenientes de diferentes partes del país (Tabla 8.43. Duración de la temporada de cosecha y estado productor) se opta por una línea de producción a pequeña escala, limitada por la capacidad del Congelador Túnel de Lecho Fluidizado modelo Flo-Freeze, con mayores periodos de elaboración y con cámaras de almacenamiento con refrigeración.

### **7.2.2. Limitaciones de materias primas**

Para la industria de la congelación de frutas y de hortalizas, es fundamental escalonar las cosechas de forma que se pueda programar su producción durante el año. Para ello se debe conformar una red de abastecedores de materia prima que cumplan con la cantidad, calidad y precio requerido (Viteri, 2003)<sup>84</sup>.

Si embargo en el nivel de producción primario, la adecuada sincronización entre las necesidades de la empresa y la manera de producir del hortofruticultor resulta en ocasiones compleja; el grado de descapitalización y de endeudamiento de los productores no les permite realizar las labores que pide la industria a lo largo del desarrollo del cultivo (aplicación de agroquímicos, riego, etc.) lo que exige a la empresa mayor esfuerzo para el logro de la materia prima (Viteri, 2003)<sup>84</sup>.

Para subsanar lo anterior y disponer de materias primas, se estima que se pueda llegar a acuerdos con las distintas organizaciones agrícolas, así como con los agricultores independientes, para trabajar

en conjunto con la planta congeladora de frutas y de hortalizas, de tal manera que las cosechas puedan estar aseguradas mediante contratos, en los cuales se especifique, las superficies a sembrar, el posible financiamiento de la empresa, el precio y la calidad de los insumos.

### 7.2.3. Demanda

En los países desarrollados el aumento de consumo de hortalizas congeladas sigue evolucionando, reportando un consumo anual por habitante de más de siete kilogramos. En los últimos años prevalece la diversificación en el número de variedades consumidas, aumentando la preferencia por mezclas de vegetales y alimentos preparados congelados listos para llevar al horno de microondas, incluyendo platos étnicos que compiten con las comidas preparadas frescas (Viteri, 2003)<sup>84</sup>.

Como se puntualizó en la Sección 4.1 de este trabajo, los registros de las exportaciones y de las importaciones de conservas de hortalizas en el 2007 y en el 2010 publicados por el INEGI (2008 y 2011)<sup>33y35</sup>, muestran que: las primeras aumentaron respectivamente de 57 397 729 a 332 797 571 dólares y las segundas incrementaron de 131 837 325 a 142 971 932 dólares.

En 2004 México exportó, principalmente a Estados Unidos, 554.5 millones de dólares de legumbres y frutas preparadas o en conserva, un incremento de 90% con respecto a una década anterior, de acuerdo con estadísticas de Banco de México y del Departamento de Comercio Estadounidense.

Lo anteriormente expuesto indica que el consumo de estos productos ha incrementado y se prevee que en los años sucesivos la demanda continúe con la misma tendencia.

## 8. Ingeniería básica

### 8.1. Microlocalización

La ubicación seleccionada para la planta congeladora de frutas y de hortalizas, que se muestra en el plano del Anexo A-5.1, es el predio formado por el lote número cinco y parte del lote número cuatro, ubicado en la colonia agrícola “El Zapote”, del municipio de Álvaro Obregón, en el distrito de Zinapécuaro, Michoacán.

Las vías de acceso a este predio son las siguientes:

1. Terracería que comunica a la carretera Álvaro Obregón-Indaparapeo
2. Terracería que comunica con la colonia agrícola “El Zapote”
3. Autopista Morelia-Aeropuerto

El predio tiene 260 metros de frente que comunican el predio con la nueva autopista Morelia-Aeropuerto en el kilómetro 21, a unos cuantos kilómetros del aeropuerto internacional de la ciudad de Morelia.

El área total del predio es de ocho hectáreas aproximadamente de tierra cultivable, en la actualidad este predio es utilizado para sembrar maíz, cebada, alfalfa, trigo y sorgo, que son los cultivos más comunes de la zona, el valor aproximado por hectárea es de 800 000.00 pesos.

### 8.2. Flujograma completo del proceso de congelación

La Figura 8.1 muestra de manera general, las etapas del proceso de congelación de frutas y de hortalizas, desde el control de la alimentación de las materias primas hasta el almacenamiento del producto terminado.

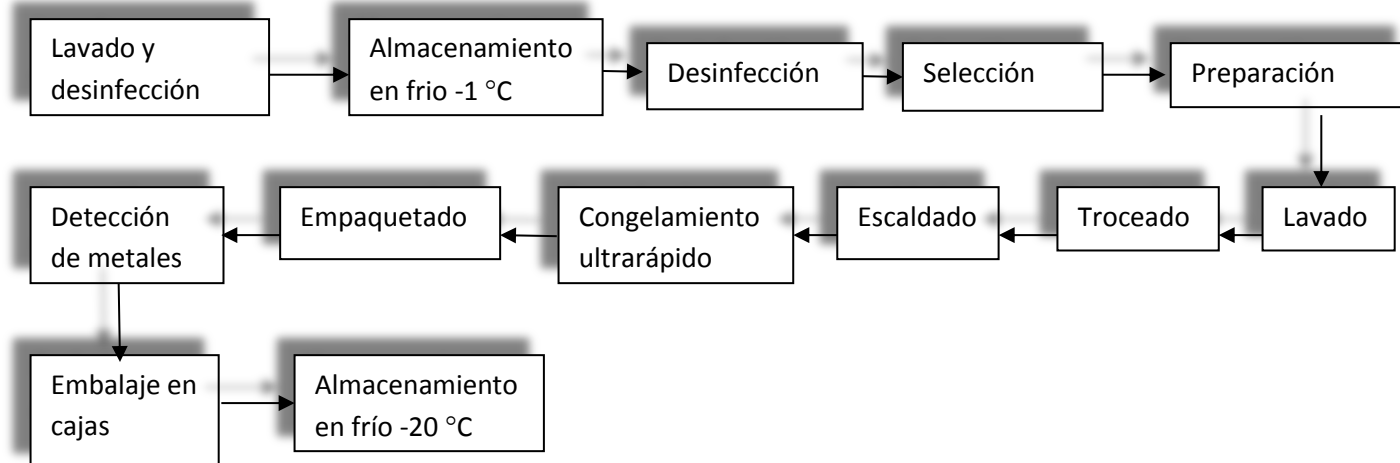


Figura 8.1. Flujograma del proceso de congelación de frutas y de hortalizas

Las etapas generales del proceso son las mismas para cada materia prima, sin embargo, algunas etapas pueden cambiar, es decir el lavado de los espárragos no es igual al de la piña o al de la manzana, así mismo, algunas actividades resultan ser improcedentes para alguna fruta y hortaliza en particular.

La instalación de una línea de producción versátil la que utilice para diversas materias primas, es de gran importancia para el aprovechamiento de los recursos y para el cumplimiento del programa de producción, ésta se logra unificando los equipos comunes en los procesos individuales de las diferentes materias primas, la Figura 8.2 muestra el resultado de complementar los procesos individuales, generando un diagrama de bloques unificado.

### **8.3. Tecnología adoptada**

La tecnología necesaria para realizar el congelamiento de frutas y de hortalizas involucra dos clases de equipos.

1. El de proceso
2. El auxiliar

#### **8.3.1. Equipo de proceso**

Los equipos de proceso son las instalaciones en donde se llevan a cabo las transformaciones de las materias primas en productos, es decir, son el conjunto de operaciones unitarias necesarias para lograr que dicha transformación se efectúe.

En la Tabla 8.1, se presentan tanto los equipos como las operaciones unitarias que se requieren desde que las materias primas ingresan a la planta, como frutas y hortalizas frescas, hasta que egresan de ésta, como productos congelados. El orden en el que se describen las operaciones unitarias para cada una de las frutas y de las hortalizas seleccionadas para ser congeladas, en términos generales, sigue el señalado en el diagrama de flujo de la Figura 8.1 por lo expuesto en la Sección 8.2. Las especificaciones de cada uno de los equipos, se muestran en las tablas individuales en las páginas siguientes, en el cuadro de referencia (Tabla 8.1) únicamente se indica el número correspondiente, de igual manera se establece el número de la figura donde se observa el diseño y/o la fotografía del equipo en comentario.

En el renglón relacionado con el almacenamiento de la materia prima, se presenta una tabla adicional a las especificaciones de la nave de conservación, correspondientes a las condiciones (tiempo de almacenamiento, temperatura y humedad relativa del aire) del acopio de las frutas y de las hortalizas que van a ser procesadas ya que éstas son esenciales para asegurar la buena calidad del producto congelado.

Figura 8.2. Diagrama de bloques unificado

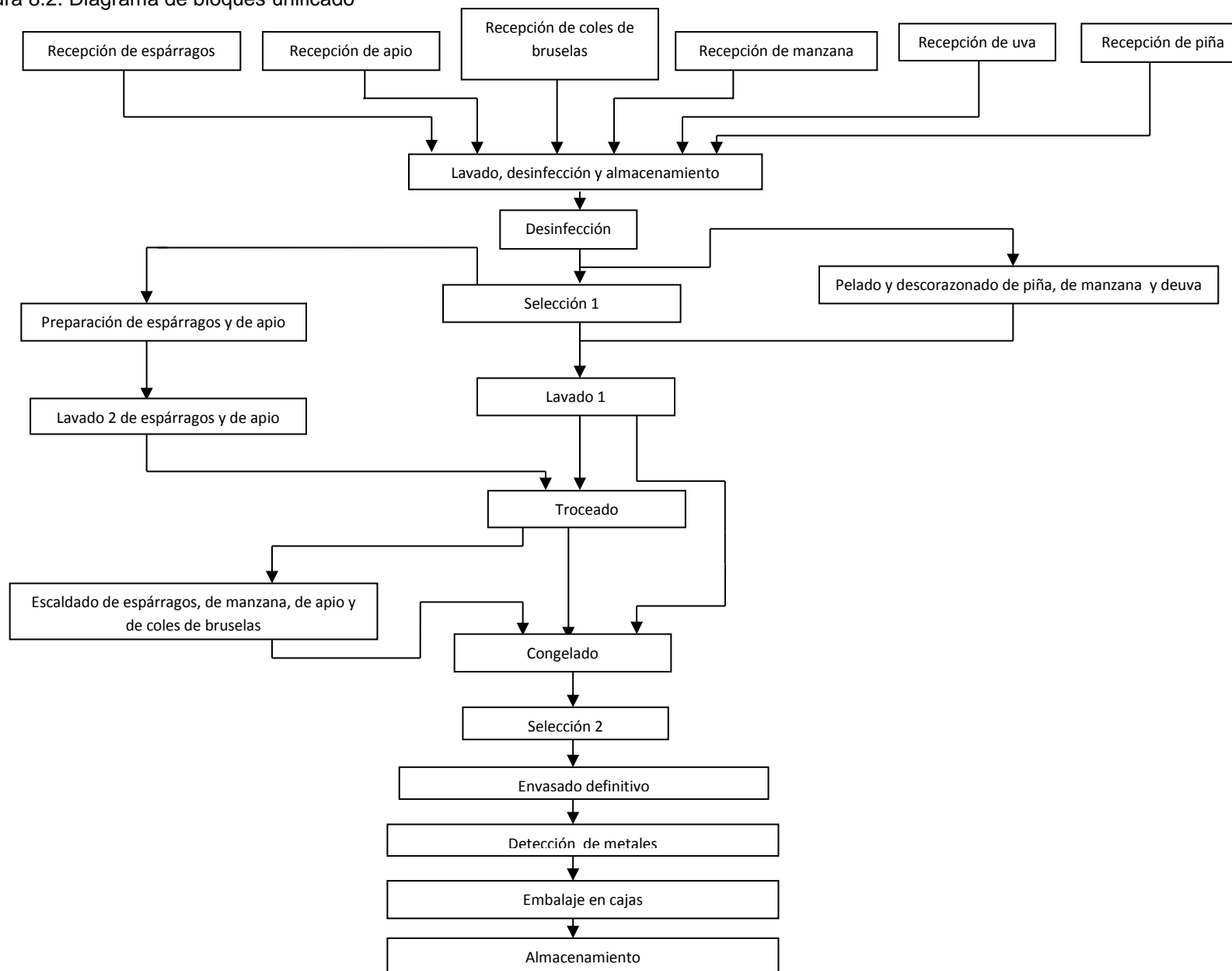




Tabla 8.1. Equipos del proceso, nombre y descripción de la operación unitaria. Indicación de tabla, figura o fotografía de referencia

Operaciones unitarias	Descripción	Equipo(s)	Aplicación	Especificación Tabla No.	Diseño Figura No.	Fotografía Figura No.
Lavado y desinfección	Para evitar la contaminación de las materias primas y de la cámara de conservación, es indispensable lavar las frutas y las hortalizas con agua y con detergente neutro desinfectante y posteriormente, enjuagar.	Tina de lavado con boquillas inyectoras de agua a presión y canastillas de plástico desplazadas manualmente, lo que implica que la tina cuente con una pendiente.	Todas las frutas y las hortalizas	8.2	8.3	
Almacenamiento	Acopio de frutas y de hortalizas a las condiciones específicas de temperatura y de humedad del aire para lograr el grado de madurez óptimo que se requiere en el congelamiento.	Cámara de conservación bajo condiciones termodinámicas del aire especificadas y condiciones de estibado y de distribución de carga calculadas de acuerdo con la recomendación de Durán (1983) <sup>22</sup> : las densidades de carga máxima deben ser tales que, por lo menos, el 10% del espacio total de la cámara quede libre. Cajas como contenedores de materia prima y tarimas (pallets) como soportes de éstas.	Todas las frutas y las hortalizas	8.4 8.5 8.6	8.5	
		Unidades condensadoras enfriadas por agua, evaporadores y compresores.		8.7		
Desinfección	Antes de que las frutas y las hortalizas entren a la nave de producción se sumergen en una solución de agua conteniendo agentes químicos que aseguren su inocuidad.	Tina de desinfección fabricada en acero inoxidable con canastillas de lámina perforada de este mismo material, el movimiento de éstas es manual. Tina con pendiente.	Todas las frutas y las hortalizas	8.3	8.4	

Operaciones unitarias	Descripción	Equipo(s)	Aplicación	Especificación Tabla No.	Diseño Figura No.	Fotografía Figura No.
Selección	Clasificación manual de acuerdo con el tamaño de la materia prima. Eliminación de elementos dañados o en mal estado.	Banda transportadora. Bandeja receptora de material no procesable.	Todas las frutas y las hortalizas. Desprendimiento del penacho de la piña y corte de la misma.	8.8	8.6	
Pelado	Eliminación de porciones de origen vegetal no comestibles o de las impurezas orgánicas como: la cáscara, el corazón o el hueso, las hojas y los tallos. Limpieza por procedimientos mecánicos.	Banda transportadora. Bandeja receptora de material no procesable.	Eliminación de la cáscara y del corazón de la piña. Separación del corazón de la manzana.	8.8	8.6	
		Pelador-lavador. Bandeja de residuos orgánicos.	Eliminación de la cáscara de la uva y de la manzana.	8.9		8.1
Lavado y enjuagado	En el primero, se retira de las superficies, con agua clorada, tanto las impurezas minerales como la tierra proveniente de los cultivos, como medida de prevención de contaminación microbiana. En el segundo, se eliminan los restos de cloro.	Lavadora por inmersión de alta producción.	Todas las frutas y las hortalizas	8.10		8.2
Troceado	Corte de frutas y de hortalizas en el tamaño y en la forma necesario para lograr un congelamiento de buena calidad.	Cortador	Apio, espárrago, manzana y piña	8.11	8.7	8.3
Escaldado	Desactivación térmica de las enzimas que producen el oscurecimiento o la pérdida de color de la fruta y de las hortalizas con agua caliente o vapor.	Escaldador fabricado de acuerdo con la tecnología denominada "calentar y retener" (heat and hold) con vapor.	Apio, coles de Bruselas y espárragos.	8.12		8.4

Operaciones unitarias	Descripción	Equipo(s)	Aplicación	Especificación Tabla No.	Diseño Figura No.	Fotografía Figura No.
Congelamiento ultrarápido	Congelación mecánica de una sola etapa. Congelamiento de frutas y de hortalizas en condiciones adecuadas para su venta de acuerdo con la descripción del Apartado 5.2.6.	Congelador túnel de lecho fluidizado que combina excelentemente las dos tecnologías que se requieren: la de fluidización y la de transporte. Evaporador integrado al túnel.	Todas las frutas y las hortalizas	8.13	8.8	8.5
		Condensador		8.14		
		Compresor		8.14		
Dosificación y envasado	El producto congelado se dosifica en bolsas de plástico y se pesa.	Envasadora con transportador de cangilones.	Todas las frutas y las hortalizas	8.15		8.6
Detección de metales	Localización de cuerpos extraños para asegurar la calidad del producto y la seguridad del consumidor.	Detector de metales.	Todas las frutas y las hortalizas	8.16		8.7
Cierre de bolsas	Durante el cierre de la bolsa se inyecta nitrógeno como gas inerte y se desplaza el oxígeno del aire que contiene la bolsa.	Selladora de bolsa con posibilidad de variar el tamaño de ésta y establecer una atmósfera modificada dentro del empaque.	Todas las frutas y las hortalizas	8.17		8.8
Codificación de bolsas	En cada bolsa se marca de forma indeleble: el lote, la fecha de fabricación y la fecha máxima de consumo del producto de acuerdo con la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (Codex Stan 1-1985, Rev 1-1991) <sup>90</sup> .	Codificador de bolsas con la posibilidad de imprimir varias líneas y de modificar la velocidad y la altura de impresión.	Todas las frutas y las hortalizas	8.18		8.9

Operaciones unitarias	Descripción	Equipo(s)	Aplicación	Especificación Tabla No.	Diseño Figura No.	Fotografía Figura No.
Cierre de cajas	Con el cierre de la caja, se protege el producto del medio externo contra cualquier pinchadura que pueda contaminarlo.	Sellador de cajas	Todas las frutas y las hortalizas	8.19		8.10
Codificación de cajas	La caja se marca con el mismo código con el que las bolsas fueron identificadas.	Codificador capaz de imprimir varias líneas y modificar la atura de sus caracteres.		8.20		8.11
Almacenamiento	Acopio de producto congelado a las condiciones de temperatura y de humedad del aire especificadas.	Cámara de conservación bajo condiciones termodinámicas del aire especificadas y requisitos de estibado y de distribución de carga calculadas de acuerdo con la recomendación de Durán (1983) <sup>22</sup> : las densidades de carga máxima deben ser tales que, por lo menos, el 10% del espacio total de la cámara quede libre. Cajas como contenedores de materia prima y tarimas (pallets) como soportes de éstas.	Todas las frutas y las hortalizas	8.5 8.6	8.5	
		Unidades condensadoras enfriadas por agua, evaporadores y compresores.		8.21		

Tabla 8.2. Especificaciones del sistema de lavado

Concepto		Especificaciones
Marca de motobomba		Espa
Modelo de motobomba		Silen 300/3 220
Potencia de motor (kW)/(hp)		2.2 / 3
Tensión eléctrica (V) / No. de fases		220/440 / 3
Diámetro de boquilla de retorno direccional (cm)/( in)		3/8/1 ½
Diámetro de dren para derrame marca Hagward (cm)/(in)		5.1 / 2
Dimensiones de tina (m)	Largo	2.35
	Ancho	1.37
	Altura	0.35 - 0.40
Materiales de construcción: tina / recubrimiento interno		Concreto/azulejo

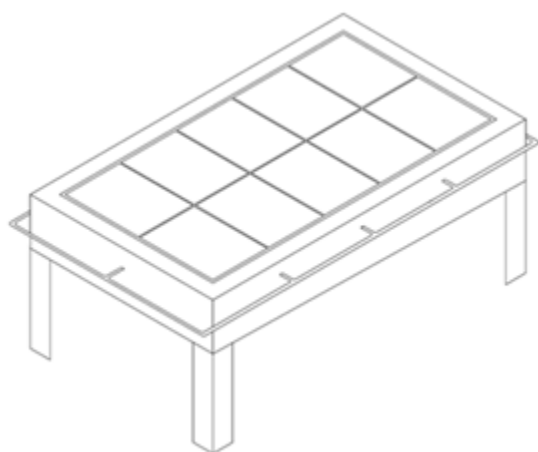
Tomado de: (Espa: 2013)<sup>24</sup>

Figura 8.3. Tina de lavado

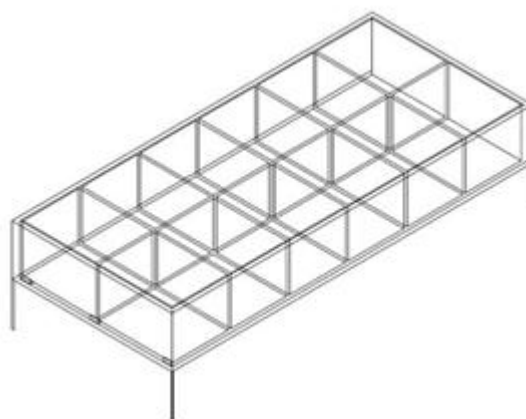


Figura 8.4. Tina de desinfección

Tabla 8.3. Especificaciones de la tina de desinfección

Especificación	Magnitud	
Material tina	Acero inoxidable	
Material lámina perforada		
Dimensiones (m)	Largo	2.59
	Ancho	1.13
	Altura	0.36-.040

Tabla 8.4. Condiciones de almacenamiento de frutas y de hortalizas

Fruta u hortaliza	No. de semanas de almacenamiento	Temperatura (°C )	Humedad (%)
Apio	4 - 8	0	90 - 95
Espárrago	2 - 4	0 - 0.5	85 - 95
Uva	3 - 4	0 - 1	85 - 90
Manzana	4 - 32	-1 - 4	90
Piña	2 - 4	10 - 11	90
Coles de Bruselas	3 - 6	0 - 1	90 - 95

Fuente: Duckworth (1968)<sup>21</sup>.

Tabla 8.5. Especificaciones de las cámaras de conservación

Concepto		Especificaciones cámaras de conservación	
		Materia prima	Producto congelado
Dimensiones (m)	Largo	14	14
	Ancho	10	10
	Alto	4	4
Espesor (mm)	Norte	100	100
	Sur	100	100
	Este	100	100
	Oeste	100	100
Espesor techo (mm)		100	100
Carga de enfriamiento (kJ/h)/(kcal/h) <sup>1</sup>		25 335 / 6 055	21 540 / 5 148
Capacidad (kg)		30 000	30 000
Temperatura (°C)		-1 a 11 <sup>1</sup>	-20
Humedad relativa (%)		85 a 95 <sup>1</sup>	95

Nota: 1.- De acuerdo con las condiciones de almacenamiento de frutas y hortalizas, Tabla 8.4

Tabla 8.6. Especificaciones de cajas y pallets (tarimas). Disposición en las cámaras de conservación

Concepto		Especificaciones
Dimensión (cm)	Pallet	80 x 120
	Caja	60 x 40 x 50
Número	Cajas por pallet	8
	Total de pallets en dos niveles	160
Peso aproximado por pallet (kg)		200
Separación (m)	Entre pallets	0.10
	Pasillo principal	2.80
	Entre paredes próximas al ventilador y el estibado	1.00
	Entre paredes y el estibado	0.10
	Entre paredes posteriores al ventilador y el estibado	0.20
	Entre la parte superior de la carga y el techo	0.30 – 0.40

Figura 8.5. Distribución de la materia prima y del producto congelado

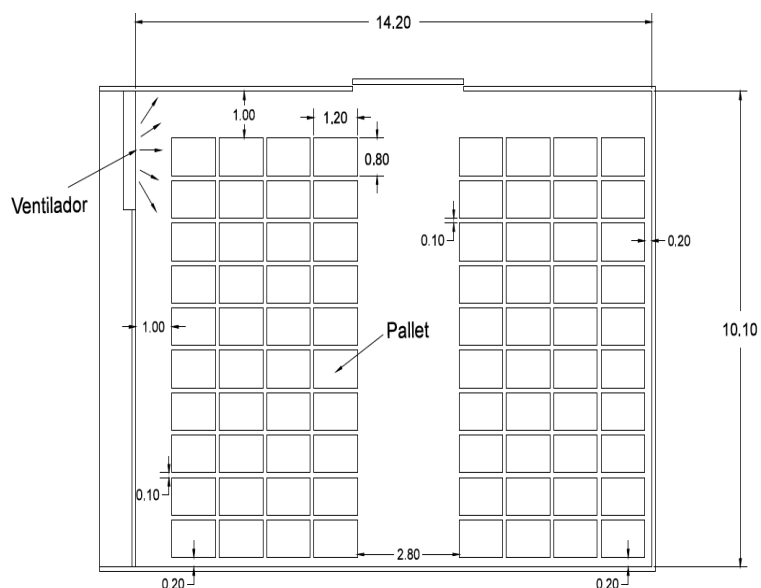


Tabla 8.7. Especificaciones de equipos del ciclo de refrigeración de la cámara de conservación de materia prima<sup>1</sup> y de la nave de producción

Concepto	Especificaciones		
	Cámara de conservación de materia prima	Nave de producción	
Unidades condensadoras enfriadas por aire (2)			
Marca	Bohn	Bohn	
Modelo	BZT0860M6	BZT-0860H23	
Capacidad frigorífica (kJ/h)/(kcal/h)	95 088 / 22 726	131 004 / 31 310	
Capacidad frigorífica (TRF)*	7.5	10.35	
Tipo de refrigerante	R-404	R-507	
Temperatura de evaporación (°C)	-6.7	5	
Capacidad del recibidor al 90 % (kg)	7.7	34.9	
Dimensiones (cm)	Largo	99.5	99.5
	Ancho	89.9	89.9
	Alto	99.5	99.5
Conexiones (in)	(succión)/(líquido)	(1 3/8)/(5/8)	(1 3/8)/(5/8)
Conexiones (cm)	succión/líquido	3.5 / 1.6	3.5 / 1.6
Intensidad de corriente eléctrica mínima del circuito (A)	230/3/60	51.9	51.9
Ventiladores	Número	2	2
	Potencia motor (W)/(hp)	246 / 1/3	246 / 1/3
Potencia requerida (kW)/(hp)	6.4 / 8.6	6.4 / 8.6	
Compresores	Número de unidades	2	2
	Marca	Bohn	Bohn
	Modelo	ZS11M4	ZS75K4E
Peso de embarque (kg)	328	324	
Evaporadores (2)			
Cantidad	2	2	
Marca	Bohn	Bohn	
Modelo	BHA-930	BHA1400	
Capacidad (kJ/h)/(kcal/h)	98 017 / 23 426	147 548 / 35 264	
Capacidad frigorífica (TRF)	7.75	11.66	
Diferencial de temperatura (°C)	5.5	5.5	
Flujo volumétrico del aire (m <sup>3</sup> /min)	498.3	586	
Diámetro del ventilador (cm)/(in)	61 / 24	76 / 30	
Ventiladores	Número	4	3
	Potencia motor (W)/(hp)	186 / ¼	746 / 1
Dimensiones (cm)	Largo	343	344
	Ancho	66.7	105
	Alto	94.6	128
Conexiones (in)**	Succión / líquido / drenaje	(2 1/8)/(1 3/8)/(1 1/4)	(2 1/8)/(1 5/8)/(1 ¼)
Conexiones (cm)**	Succión / líquido / drenaje	5.4 / 3.5 / 3.17	5.4 / 4.1 / 3.17
Peso de embarque (kg)	338.4	360	

1.- Seleccionados comercialmente de acuerdo con los cálculos del Anexo A-4.

\*.- TRF (Toneladas de Refrigeración)

\*\*.- Medidas para tubería ACR (Tubería de cobre para refrigeración y aire acondicionado)

Tomado de: (Bohn, 2012)<sup>7</sup>



Tabla 8.8. Especificaciones banda transportadora de selección

Concepto	Especificaciones
Largo de banda (m)	8
Ancho de banda (m)	0.41
Alto de transportador (m)	1.1 m $\pm$ 0.25
Materia del transportador	Acero inox. 304
Tensión eléctrica (V)/ frecuencia motor (Hz)	220 a 230/60
Velocidad de la banda (m/s)	0.18 a 0.35
Peso sobre la banda (kg)	5
Material de la banda	Módulos plástico
Sistema de rechazo	Paro de banda
Potencia del motor de la banda (kW)/(hp)	1.5 / 2

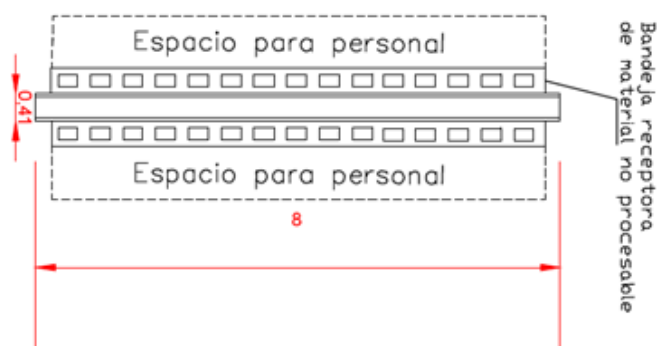


Figura 8.6. Banda transportadora de selección

Tabla 8.9. Especificaciones del Pelador-lavador WSP-200

Concepto		Especificaciones
Marca		Magnuson
Modelo		WSP-2000
Capacidad (kg)		900
Peso (kg)		272
Potencia (kW)/(hp)		5.6 / 7 ½
Consumo de agua (l/s)		0.75 – 1.07
Dimensiones (cm)	Largo	211
	Ancho	71
	Altura	152
Material		Acero Inoxidable 304
Ventajas	Velocidad de los rodillos	Variable
	Cambio de rodillos	Fácilmente
	Aplicabilidad	Varias frutas y hortalizas

Tomado de : (Magnuson, 2012)<sup>47</sup>



Fotografía 8.1. Pelador-lavador Magnuson WSP-2000

Tabla 8.10. Especificaciones de lavadora por inmersión de alta producción

Concepto		Especificaciones
Marca		Comercial Manufacturing
1º. Fase	Tipo de líquido	Agua clorada
	Concentración (ppm)	20 - 50
	Consumo (L/kg)	6.0
2º. Fase	Tipo de líquido	Agua
	Consumo (L/kg)	2.5



Fotografías 8.2. Lavadora por inmersión de alta producción Commercial Manufacturing



Tabla 8.11. Especificaciones del cortador

Concepto		Especificaciones
Marca		Urschel
Modelo		DiversaCut 2110
Dimensiones (mm)	Largo	1 616
	Ancho	1 377
	Altura	1 736
Peso neto (kg)		681
Potencia motor (kW)/(hp)		3.7 o 7.5 / 5 o 10
Tamaño máximo de producto de entrada (mm)		254
Tipo de cortes	Tiras	Lisas u onduladas
	Rebanadas	Lisas u onduladas
	Cubos	Circular o transversal
Material		Acero inoxidable
Ventajas	Régimen de producción	Continuo
	Limpieza y mantenimiento	Fácilmente
	Aplicabilidad	Gran variedad de frutas y de hortalizas

Tomado de: (Urschel, 2012)<sup>82</sup>

Fotografía 8.3. y Figura 8.7. Cortador Urschel DiversaCut 2110

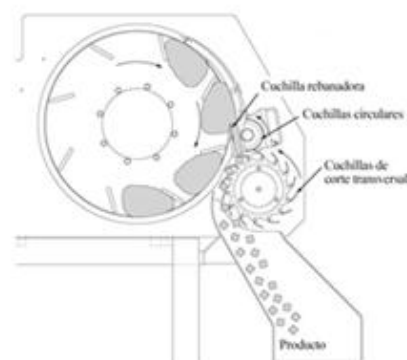


Tabla 8.12. Especificaciones del escaldador

Concepto		Especificaciones
Marca		ABCO Industries Limited
Modelo		Serie L "Heat and Hold"
Material		Acero inoxidable
Dimensiones (m)	Longitud	6.35
	Ancho	1.22
Potencia motor (W)/(hp)		246 / 1/3
Tensión eléctrica (V)/No. de fases		220/ 3
Eficiencia (kg producto/kg de vapor)		8-12
Ventajas con respecto a un escaldador de vapor convencional	Tiempo de exposición	Periodo más corto
	Costos operativos (consumo de agua y de vapor)	Más bajos
	Desperdicio de materia prima	Menor cantidad
	Color, sabor y textura	Mejor
	Retención de nutriente	Mayor

Fotografía 8.4. Escaldador ABCO Industries Limited serie L



Tabla 8.13. Especificaciones del Congelador Túnel de Lecho Fluidizado

Concepto		Especificaciones
Marca		OctoFrost
Modelo		3/2
Dimensiones (mm)	Largo	3 960
	Ancho	3 000
	Altura	2 900
Capacidad (kg/h)		800 – 1 700
Velocidad del aire (m/s)		3-7
Refrigerante		Amoniaco
Medio de enfriamiento		Agua
Potencia de motores(kW)/(hp)		30 / 40
Ventajas respecto a los túneles de lecho fluidizado tradicionales	Deshidratación	2.5 % menos
	Tiempo de congelación	30 % menor
	Consumo de energía	Su diseño requiere menor consumo de energía, ahorrando de 30 a 100 kW dependiendo del modelo.
	Vibración en placas	Controlada
	Forma de remoción de placas	Operando el equipo, rápida e independiente una de otra.
	Diseño que favorece	Movimiento de materia prima e impide la formación de bloques
	Limpieza	Fácilmente realizable (90% desde el exterior)
	Forma de cambio de materia prima a congelar	Únicamente retirar las dos placas y limpiarlas
Tiempo entre deshielos		Dos o tres veces mayor

Tomado de: (IQF Frost, 2008)<sup>41</sup>

Figura 8.8. Funcionamiento del OctoFrost 3/2



Fotografía 8.5. OctoFrost 3/2



Tabla 8.14. Especificaciones de los equipos del ciclo de refrigeración del congelador

Concepto		Especificaciones
<b>Condensador</b>		
Tipo		Condensador de casco y tubos
Capacidad Térmica (kJ/h)/(kcal/h)		554 544 / 132 536
Área de intercambio de calor (m <sup>2</sup> )		24.08
Flujo volumétrico del agua (m <sup>3</sup> /h)		24.10
Δ t del agua (°C)		5.5
Número de tubos		120
Número de pasos		6
Conexiones (in)	Entrada refrigerante	3
	Salida refrigerante	1 ½
	Agua	2
Dimensiones (mm)	Largo	1 160
	Diámetro	343
	Alto	355
	Longitud de la base	340
<b>Compresor</b>		
Tipo		Compresor de doble etapa (compound)
Marca		Mycom
Modelo		62WB
Refrigerante		Amoniaco (R 717)
Temperatura de condensación (°C)		35
Temperatura de ebullición (°C)		-35
Capacidad (kW/kcal/h)		114 / 9.8
Velocidad angular (rad/s)/(rpm)		125.7 / 1 200
Volumen máximo (m <sup>3</sup> /h)		573
Número de cilindros	Baja presión	6
	Alta presión	2
Diámetro del cilindro (mm)		130
Carrera del cilindro (mm)		100
Carga de aceite (l)		27
Conexiones etapa de baja presión (mm)	Aspiración	100
	Descarga	65
Conexiones etapa de alta presión (mm)	Aspiración	65
	Descarga	50
Peso neto (kg)		2 370

Tomado de: (Mycom, 2002)<sup>52</sup>

Tabla 8.15. Especificaciones de la envasadora

Concepto	Especificaciones
Marca	Gusther c/transportador de cangilones
Modelo	TA2
Producción (empaques/min)	20 a 50
Cantidad de producto (g/empaque)	100 a 2 000
Potencia de motor principal (W)/(hp)	746 / 1
Tensión eléctrica (V)/No. fases/ Frecuencia (Hz)	120 a 220/3/60
Presión de aire (bar)	6
Altura (m)	1.70
Ancho (m)	0.70
Largo (m)	1.35
Peso de equipo (kg)	800

Fotografía 8.6. Envasadora Gusther Modelo TA2



Tabla 8.16. Especificaciones del detector de metales

Concepto		Especificaciones
Marca		Brapenta
Modelo		Icelander Quattro CT
Material del detector		Acero inoxidable
Túnel del pasaje	Altura (m)	0.24
	Ancho (m)	0.39
Ancho máximo de la banda (m)		0.35
Grado de protección		IP69K
Tensión eléctrica (V)/Frecuencia (Hz)		220 a 230 / 60
Sistema de rechazo		Automático, paro de banda
Alarma acústica lumínica ip54		Si
Sensibilidad del detector de metales (mm)	Ferroso	2
	No ferroso	2.5
	Acero inoxidable	2.5

Tomado de: (Atreyus Maquinaria, 2013)<sup>2</sup>

Fotografía 8.7. Detector de metales Brapenta modelo Icelander Quattro CT



Tabla 8.17. Especificaciones de la selladora de bolsa

Concepto		Especificaciones
Marca		Multivac
Modelo		C 500
Material de fabricación		Acero inoxidable
Tensión eléctrica (V) / Frecuencia (Hz)		220/60
Peso aproximado (kg)		650
Profundidad de campana (m)		0.75
Altura de la campana (m)		0.25
Rendimiento (ciclos/min)		2-3
Dimensiones (m)	Ancho	1.05
	Largo	1.6
	Alto	1.32

Tomado de: (Multivac, 2013)<sup>50</sup>

Fotografía 8.8. Selladora de bolsas Multivac modelo C 500

Tabla 8.18. Especificaciones del codificador de bolsa

Concepto		Especificaciones
Marca		Prinjet
Modelo		Máxima Ez Plus
Altura de impresión (mm)		1.2 – 15
Velocidad de impresión (m/min)		300
Líneas de impresión		1-4
Caracteres por línea		256
Memoria para mensajes (mensajes)		64
Memoria para logos (logos)		96
Tensión eléctrica (V)		90/260

Tomado de: (Prinjet, 2013)<sup>57</sup>

Fotografía 8.9. Codificador Prinjet modelo Maxima Ez Plus

Tabla 8.19. Especificaciones del sellador de cajas

Concepto		Especificaciones
Marca		Little David
Modelo		LD-7D
Ancho de caja (cm)		12 - 56
Alto de caja (cm)		15 - 61
Tensión/intensidad de corriente eléctrica (V/A)		120-220/5.2-2.7
Velocidad de cerrado (m/min)		24

Tomado de : (Little David, 2013)<sup>44</sup>

Fotografía 8.10. Sellador de cajas Little David modelo LD-7D





Tabla 8.20. Especificaciones del codificador de cajas

Concepto	Especificaciones
Marca	Little David
Modelo	Microjet II
Caracteres por línea	39
Memoria de mensajes	100
Tensión eléctrica (V)/Frecuencia (Hz)	115/60

Tomado de: (Little David, 2013)<sup>43</sup>

Fotografía 8.11. Codificador Little David modelo Microjet II

Tabla 8.21. Especificaciones de equipos del ciclo de refrigeración de la cámara de conservación de productos

Concepto		Especificaciones
Unidad condensadoras enfriadas por aire		
Marca		Bohn
Modelo		BZT-0750L6
Capacidad frigorífica (kJ/h)/(kcal/h)/(TRF)*		47 071 / 11 250 / 3.72
Tipo de refrigerante		R-507
Temperatura de evaporación (°C)		-25
Capacidad del recipiente al 90 % (kg)		29
Dimensiones (cm)	Largo	129.2
	Ancho	89.9
	Alto	99.5
Conexiones (in)	Succión / líquido	(1 1/8) / (1/2)
Conexiones (cm)	Succión / líquido	(2.9) / (1.3)
Intensidad de corriente eléctrica mínima del circuito (A)	230/3/60	51.6
Ventilador	Número	1
	Potencia motor (W)/hp	246 / (1/3)
Potencia requerida (kW)/(hp)		5.6 / 7.5
Compresor	Número de unidades	1
	Marca	Bohn
	Modelo	ZF33K4E
Peso de embarque (kg)		326.6
Evaporadores		
Cantidad		2
Marca		Bohn
Modelo		BML 250
Capacidad (kJ/h)/(kcal/h)		27 414 / 6 552
Diferencial de temperatura (°C)		5.6
Volumen de aire (m <sup>3</sup> /min)		127.4
Diámetro del ventilador (cm)/(in)		18
Ventiladores	Número	2
	Potencia de motores (W)/(hp)	186 / 1/4
Dimensiones (cm)	Largo	170.9
	Ancho	58.1
	Alto	63.5
Conexiones (in)	Succión / líquido / drenaje	1 3/8 / 1 1/8 / 3/4
Conexiones (cm)	Succión / líquido / drenaje	3.5 / 2.9 / 1.9
Peso de embarque (kg)		128.8

\* TRF (Toneladas de Refrigeración)

Tomado de: (Bohn, 2012)<sup>7</sup>

### 8.3.3. Equipos auxiliares

Los equipos auxiliares son las instalaciones en donde a los insumos se les dan las condiciones para que proporcionen un servicio al proceso y; en donde, los residuos se manejan o se someten a tratamientos para su adecuada disposición. Por ejemplo, en la torre de enfriamiento se disipa a la atmósfera, el calor que el agua de enfriamiento aceptó al fluir por los condensadores y se disminuye la temperatura de ésta hasta el valor que requieren los equipos de los ciclos de refrigeración de las cámaras de conservación o el del congelador para operar conforme a las condiciones establecidas.

En la Tabla 8.22 se presentan los equipos auxiliares que se requieren para cada uno de los servicios que demanda la planta de congelamiento de frutas y de hortalizas, tanto los relacionados con los insumos (vapor, agua fría, agua tratada químicamente, amoníaco y aire) como los correspondientes a los residuos (orgánicos y agua). De la misma manera que en la Tabla 8.1, en ésta se indica el número de los cuadros, figuras o fotografías donde se muestran las especificaciones de los equipos y los número de las figuras en las que se observan.



Tabla 8.22. Equipos auxiliares, nombre y descripción del servicio. Indicación de tabla, figura, fotografía o diagrama de flujo referentes

Servicio auxiliar	Descripción	Equipo(s)	Especificación Tabla No.	Diseño Figura No.	Fotografía No.	Diagrama de flujo Figura No.
Generación de vapor	Producción de vapor para el escaldado de las frutas y de las hortalizas que lo requieran.	Caldera vertical de tubos y humo de un solo paso	8.23	8.9		
Enfriamiento de agua	Enfriamiento, por medio del aire, del agua que se usa en el condensador empleado en el ciclo de refrigeración.	Torre de enfriamiento	8.24		8.12	
Suministro de aire	El funcionamiento correcto del dosificador y de la selladora de bolsas requiere del suministro de aire libre de aceite y de humedad	Compresor de aire tipo pistón libre de aceite	8.25			
Almacenamiento y suministro de amoniaco	Suministro al evaporador de amoniaco líquido a baja temperatura.	Recibidor de amoniaco	8.26			

Servicio auxiliar	Descripción	Equipo(s)	Especificación Tabla No.	Diseño Figura No.	Fotografía No.	Diagrama de flujo Figura No.
Uso de agua	De acuerdo con los resultados del análisis químico realizado al agua de pozo que suministraría a la planta se requiere que: a) el agua de servicio para la caldera, la torre de enfriamiento y la limpieza de la planta se suavice para atender las recomendaciones establecidas por los fabricantes de los propios equipos (Tablas 8.41 y 8.42)	Bomba y contenedor de solución de hipoclorito de sodio, filtros (lecho profundo o multimedia, carbón activado y pulidor), suavizador intercambio catiónico ciclo sódico, tanques precargados de membranas, tanque de salmuera, bomba, paquetes de presión y generador de ozono.	8.27			8.11
	El agua de proceso, en contacto con las frutas y las hortalizas, se suaviza y se purifica para asegurar la inocuidad de los alimentos y el cumplimiento de la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994 <sup>71</sup> que establece los límites permisibles de calidad del agua para consumo humano (Tabla 8.40).	Bombas y contenedores de solución de hipoclorito de sodio, filtros (lecho profundo, carbón activado y pulidor), suavizador intercambio catiónico ciclo sódico, tanque precargado de membranas, tanque de salmuera y emisor de rayos ultravioleta.	8.27			8.11
Descarga de agua residual	El agua residual requiere de un tratamiento biológico ya que se utilizaría para el riego agrícola -cuando los programas de producción así lo requieran- o se descargaría a los cuerpos de aguas nacionales, debido a la ubicación de la planta en zona agrícola donde se carece de un sistema de drenaje y alcantarillado municipal. De esta manera se cumpliría con los límites máximos permitidos para el agua de riego agrícola que establecen las normas oficiales mexicanas NOM-CCA/032-ECOL-1996 <sup>69</sup> y la NOM-070-ECOL-1994 <sup>74</sup> (Tablas 8.33 y 8.34, respectivamente).	Planta de tratamiento de aguas residuales paquete con un Activador Biológico Rotativo "Bio-Reactor A/S".	8.28	8.10	8.13	
Manejo y disposición de residuos orgánicos	Los residuos orgánicos que se generan en las etapas de pelado, descorazonado y descole de las frutas y de las hortalizas se conducen mediante un elevador de cangilones a una tolva, donde se almacenan durante un turno de trabajo (8h) y se descargan por gravedad directamente de la base de la tolva a un camión de carga	Elevador de cangilones	8.29		8.15	

Servicio auxiliar	Descripción	Equipo(s)	Especificación Tabla No.	Diseño Figura No.	Fotografía No.	Diagrama de flujo Figura No.
	para su disposición final.	Tolva de almacenamiento con compuerta de descarga en la base	8.30			

Tabla 8.23. Especificaciones de la caldera<sup>1</sup>

Concepto		Especificaciones
Marca		PIMMSA
Modelo		CPV7.5
Potencia de caldera (kW)/(hp)		5.6 / 7.5
Potencia de salida (kJ/h)/(kcal/h)		264 711 / 63 266
Evaporación (kg/h)		117.4
Superficie de calefacción (m <sup>2</sup> )		4.335
Presión de diseño (bar)/(kg/cm <sup>2</sup> )		9.8 / 10
Diámetro de la caldera (mm)		760 (A)
Altura (mm)	de la caldera	1 750 (B)
	a la salida del vapor	1 360 (C)
	a la salida del agua	735 (D)
	a la purga	530 (E)
Medida de conexiones (mm)	Salida de vapor	25.4 (F)
	Entrada de agua	19.0 (G)
	Purga de fondo	19.0 (H)
	Salida de gases	180 (I)
Espacio mínimo requerido (mm)	Al frente	1 200
	Hacia atrás	800
	A la derecha	800
	A la izquierda	800
Consumo máximo (l/h)	Agua	117.4
	Gas L.P.	13.5
Potencia motor bomba de agua (W)/(hp)		559 / 0.75
Pesos aproximados (kg)	De embarque	450
	De operación	580
	Totalmente llena de agua	625

1.-Seleccionada comercialmente de acuerdo con los cálculos del Anexo A-4.  
Tomado de: (PIMMSA, 2013)<sup>56</sup>

Tabla 8.24. Especificaciones de la torre de enfriamiento

Concepto		Especificaciones
Marca		Reymsa
Modelo		HRFG-404103
Capacidad (GPM)		145
Rango (°C)/(°F)		5.6 / 10
Acercamiento (°C)/(°F)		7.8 / 14
Dimensiones (cm)	Largo	122
	Ancho	122
	Altura	310
Diámetro de conexiones (cm)/(in)	Entrada de agua	6.4 / 2 ½
	Salida de agua	6.4 / 2 ½
	Rebosadero	1.9 / ¾
	Reposición de agua	1.3 / ½
	Drenaje	2.5 / 1
	Purga	6.4 / ½
Peso (kg)	Embarque	464
	Operación	1 013
Potencia motor (kW)/(hp)		2.2 / 3

Tomado de: (Reymsa, 2012)<sup>59</sup>

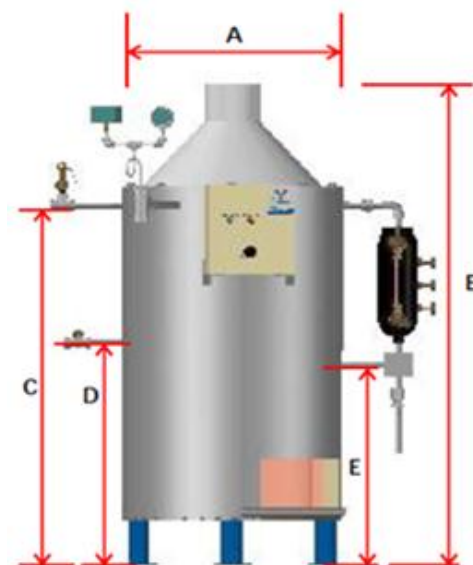


Figura 8.9 Caldera PIMMSA modelo CPV7.5

Fotografía 8.12. Torre de enfriamiento Reymosa modelo HRFG-404103



Tabla 8.25. Especificaciones del compresor de aire

Concepto		Especificaciones
Marca		Campbell Hausfeld
Modelo		OTS030
Tipo		Pistón libre de aceite
Número de unidades		1
Potencia (hp)		Simplex 3
Volumen aire (cfm)		10.1
Velocidad de operación (rad/s)/(rpm)		116.7 / 1 115
Presión aire (kPa)/(psi)		689.7 / 100
Tensión eléctrica (V)/No. de fases		208/230/460 / 3
Capacidad del tanque horizontal (l)/(gal)		302.8 / 80
Dimensiones (cm)	Largo	64
	Ancho	23
	Altura	41
Peso (kg)/(lbs)		217.5 / 479
Incluye	Secador tipo refrigerativo (scfm)	10
	Filtro purificador de aire con: elementos de (micron) / entrada y salida (in)	0.5 y 0.01 / 3/8
	Arrancador montado en tanque	Sí
	Válvula de dren de condensados eléctrica	
	Filtro de carbón activado	
	Regulador de presión con manómetro	
	Soporte	
	Manguera de uso sanitario	
Conexiones y válvulas de paso		

Tomado de: (Manufacturera Century, 2013)<sup>38</sup>

Tabla 8.26. Especificaciones del recipiente de amoniaco

Concepto		Especificaciones
Amoniaco	Tiempo de residencia (min)	10
	Flujo másico (kg/h)	448
	Flujo volumétrico (m <sup>3</sup> /h)	143
Recipiente	Esfuerzo permisible (kPa)/(kg/m <sup>2</sup> )	9.51/970
	Diámetro (m)	2.43
	Volumen (m <sup>3</sup> )	21.27
	Área transversal (m <sup>2</sup> )	4.63
	Longitud (m)	5.15
	Forma de cabezales	elípticos
	Material de construcción	acero al carbón SA-285-C

Tabla 8.27. Especificaciones de los equipos del sistema suavizador y purificador de agua

Concepto		Especificaciones	
Bomba sumergible multietapas	Cantidad	2	
	Marca	Aguapark	
	Modelo	M4X20-5	
	Tensión eléct. motor (V)/Frecuencia (Hz)/ No. de fases	230/60/3	
	Potencia motor (kW)/(hp)	1.5 / 2	
	Flujo volumétrico (l/min)	210	
	Presión (kPa)/(psi)	275.9 / 40	
	Diámetro de descarga (mm)	50	
	Válvula de retención (mm)	50	
	Longitud de cable submarino (m)	10	
	Material de construcción	Bomba Válvula	Acero inoxidable Bronce
Tablero de control	Cantidad	1	
	Tipo	Dúplex con alternador y simultaneador	
	Incluye	Voltímetro ITM	
		Contadores y relevadores de sobrecarga	
Bombas dosificadoras	Cantidad	2	
	Marca	LMI de Milton Roy	
	Modelo	P141-358TI	
	Capacidad de inyección (l/d)	55	
	Presión (MPa)/(psi)	1.7/250	
	Tanque	Volumen (l)	115
Concentración hipoclorito de sodio (%)		13	
Material de construcción		Polietileno	
Filtro de Turbidex de lecho profundo	Cantidad	1	
	Tanque	Diámetro (cm)/in	76.2 / 30
		Altura (cm)/(in)	182.9 / 72
		Mat. de construcción	Resina y fibra de vidrio
	Válvula múltiple automática de tres pasos	Marca	Clack
		Modelo	WS2EE
		Diámetro (mm)	50
	Flujo volumétrico (l/min)	210	
Tensión eléctrica motor (V)/Frecuencia (Hz)	115/60		
Filtro de carbón activado	Cantidad	1	
	Marca	Nobrac	
	Modelo	CG-900	
	Tanque	Diámetro (cm)/in	76.2/30
		Altura (cm)/(in)	183/72
		Mat. const.	Resina y fibra de vidrio
	Válvula múltiple automática de tres pasos	Marca	Clack
		Modelo	WS2EE
		Diámetro (mm)	50
Flujo volumétrico (l/min)	210		
Tensión eléctrica motor (V)/Frecuencia (Hz)	115/60		
Tanque precargado de diafragma	Cantidad	2	
	Marca	Sta Rite	
	Modelo	ProSources 86	
	Capacidad (L)/(gal)	325.5 / 86	
	Diámetro (cm)/in	61 / 24	
	Altura (cm)/(in)	132 / 52	

Concepto		Especificaciones	
	Material de construcción	Acero al carbón con pie de fibra de vidrio	
Filtro suavizador de agua para remoción de iones de calcio y magnesio	Cantidad	1	
	Tanque	Diámetro (cm)/in	76 / 30
		Altura (cm)/(in)	183 / 72
	Válvula múltiple automática de tres pasos	Marca	Clack
		Modelo	WS2N
		Diámetro (mm)	50
	Tanque para salmuera	Diámetro (cm)/in	122 / 48
		Altura (cm)/(in)	127 / 50
Material de construcción		Polietileno	
Flujo volumétrico (l/min)	210		
Capacidad de intercambio (kg de dureza)	400		
Filtro pulidor	Cantidad	2	
	Tipo	Cartucho	
	Material de construcción	Potacartucho 20BB	Polipropileno
		Cartucho	Poliéster plisado
	Retención (µm)	5	
Incluye soporte de acero inoxidable	Sí		
Equipo purificador de agua por medio de rayos ultravioleta	Cantidad	1	
	Marca	Sanitron	
	Modelo	S2400C	
	Lámpara germicida	Alta intensidad	
	Tubo de cuarzo	Alta pureza	
	Material de construcción	Acero	Inoxidable T316
		Grado	Sanitario
Incluye mirilla de visualización de encendido	Sí		
Tanque para agua suavizada	Cantidad	1	
	Marca	Giroplas	
	Capacidad (l)	5 000	
Sistema presurizador	Cantidad	1	
	Bomba centrífuga	Tipo	Horizontal multietapas
	Marca	ESPA	
	Modelo	Tecno 15-3/1115	
	Potencia motor (W)/(hp)	559 / 0.75	
	Tensión eléctrica motor (V)/ No. de fases	115/1	
	Material de construcción	Acero inoxidable	
	Paquete de presión	Marca	Altamira
Modelo		Pres 10	
Lámpara germicida generadora de ozono	Cantidad	1	
	Incluye	Base	Acero Inoxidable
		Temporizador	Digital programable

Tomado de: ( SAETA, 2013)<sup>62</sup>

Tabla 8.28. Especificaciones de la planta de tratamiento de agua residual

Concepto	Especificaciones
Empresa fabricante	AQUAPUR Grupo AMDS, S.A. de C.V
Equipo	Bio Reactor A/S
Modelo	BS18
Potencia de motor (W)/(hp)	559 / 3/4

Concepto		Especificaciones
Reactor Stählermatic tipo		RR 1.45
Diámetro del activador biológico por celda (mm)		1 450
Flujo (m <sup>3</sup> /día)		160
DBO <sub>5</sub> (kg/día)		43.20
Dimensiones (m)	Longitud	12.40
	Ancho	2.75
	Alto	2.25
Ventajas	Tamaño	Compacto
	Eficiencia en depuración biológica	Alta
	Malos olores	Ausencia
	Tipo de instalación	Totalmente cubierta
	Mantenimiento	Fácil y económico

Tomado de: ( SAETA, 2013)<sup>62</sup>



Fotografía 8.13. Planta de tratamiento de aguas residuales paquete con un Activador Biológico Rotativo "Bio-Reactor A/S", de la marca AQUAPUR del Grupo AMDS

Figura 8.10. Partes de la planta paquete de tratamiento de aguas residuales con un Activador Biológico Rotativo "Bio-Reactor A/S", de la marca AQUAPUR del Grupo AMDS

1. Tanque exterior en una pieza.
2. Cubierta para toda la planta paquete.
3. Separación de sólidos suspendidos y materia flotante (sedimentador primario).
4. Sistema Stählermatic.
5. Reactor Biológico, transformación de contaminantes disueltos a sólidos sedimentables.
6. Zona de la unidad motriz y tablero de control.
7. Separación final de sólidos: clarificador secundario.
8. Desinfección del efluente utilizando cloro en tabletas

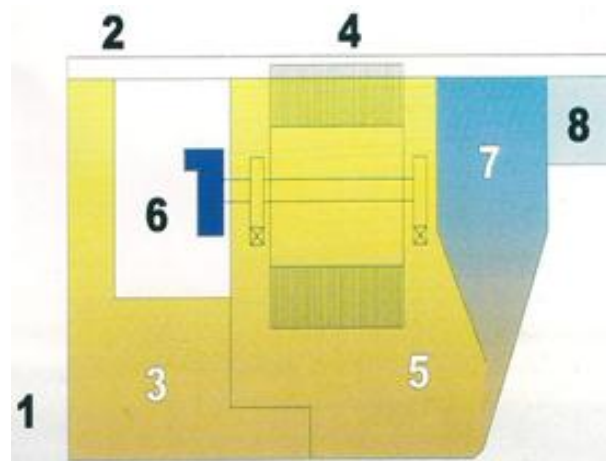




Tabla 8.29. Especificaciones del elevador de cangilones

Concepto	Especificaciones
Marca	Weigh Right
Modelo	Proposal Q2012-0190
Material	Acero inoxidable
Tensión eléctrica (V)	220 3F/1F
Grados de inclinación	45

Tomado de: (Weigh Right, 2012)<sup>86</sup>



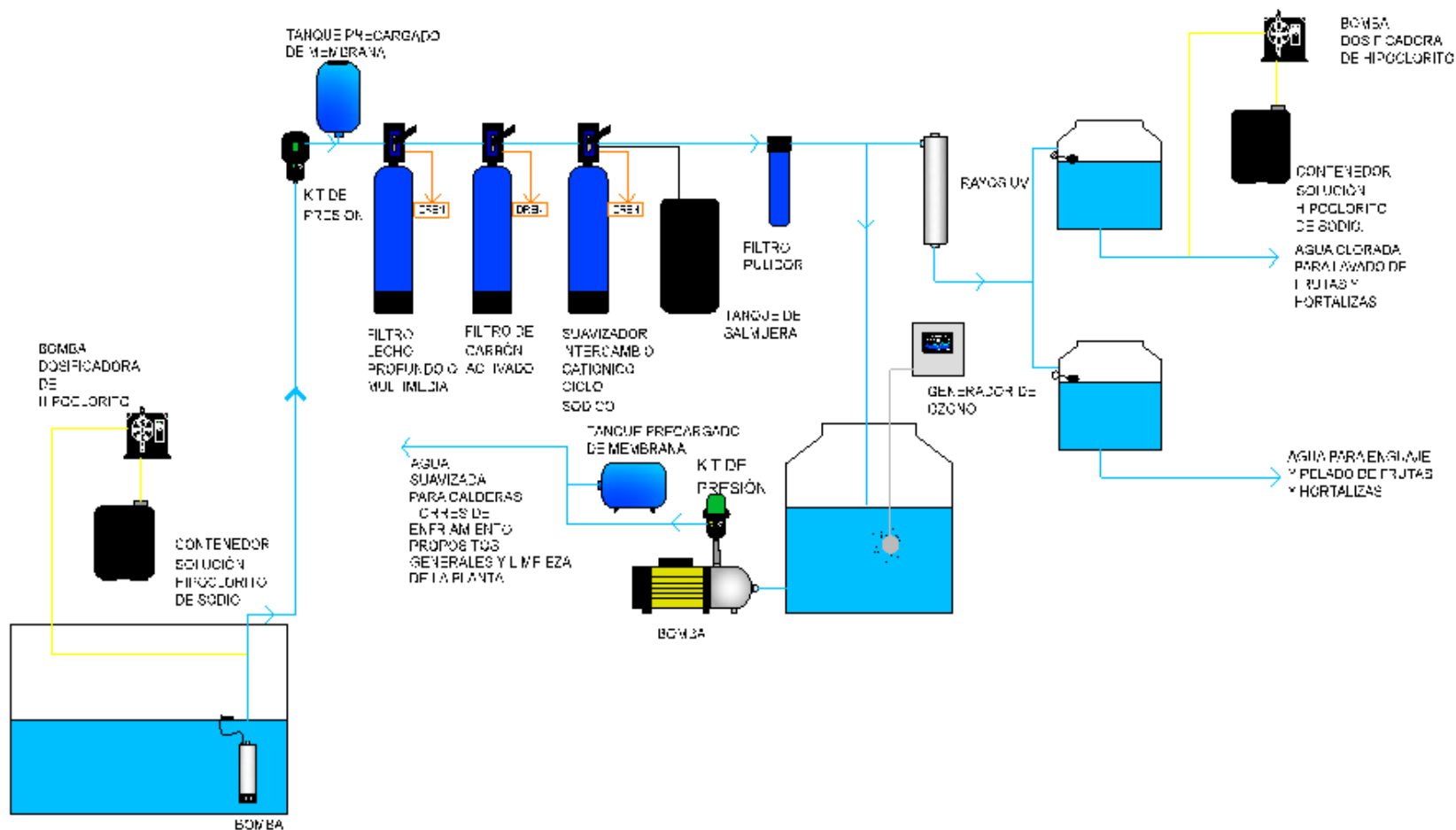
Fotografía 8.14. Elevador de cangilones

Tabla 8.30. Especificaciones de la tolva

Concepto		Especificaciones
Densidad del residuo orgánico <sup>1</sup> (kg/dm <sup>3</sup> )		0.56
Flujo másico de residuo <sup>1</sup> (kg/h)		1 305
Tiempo de almacenamiento (h)		8
Capacidad (kg/turno)		10 440
Volumen (m <sup>3</sup> )		18.7
Material		Acero negro
Dimensiones (m)	Largo	6
	Ancho	4
	Altura	1.6

Nota: 1.- Datos correspondiente al espárrago por ser la materia prima que genera mayor cantidad de residuos

Figura 8.11. Diagrama de flujo de la planta de tratamiento de agua



## 8.4. Especificación de la materia prima

Es indispensable que las frutas y las hortalizas, materias primas en este proceso, cumplan con los requerimientos establecidos en los códigos internacionales y presenten las características preestablecidas para este proceso en particular.

### 8.4.1. Propiedades de la materia prima

Las frutas y las hortalizas tienen propiedades de suma importancia para la buena alimentación de las personas y para la prevención de enfermedades, la composición de las que en este caso actúan como materias primas se indican en la Tabla 8.31.

#### Coles de Bruselas

Las Coles de Bruselas (*Brassica oleracea var. Gemmifera*) son variedades de coles pertenecientes a la familia de las crucíferas, donde están incluidas otros tipos, como el repollo, la coliflor y el colinabo, alimentos con la capacidad de evitar que se generen cánceres en el aparato digestivo, debido a que contienen una serie de elementos anticancerígenos, como son: los carotenoides, la clorofila y los glucosinolatos.

Son ricas en vitamina A, importantes para: un buen funcionamiento de la visión, la piel y las membranas del aparato respiratorio, así mismo, el contenido de vitamina C en esta variedad es bastante alto, vitamina esencial para la absorción del: hierro, calcio y aminoácidos, también es útil en la curación de las heridas.

Ayuda a las personas que sufren de retención de líquidos, su riqueza en fibra ayuda a combatir el estreñimiento, su alto contenido de ácido fólico ayuda a tener un embarazo con normalidad.

#### Apio

El apio (*Apium Graveolens*) es una planta de la familia de las umbelíferas, a las que pertenecen plantas como el perejil o el hinojo, esta planta sirve mucho para las personas que padecen de obesidad, esto se debe a su alto contenido de agua, a su baja capacidad calórica y a sus propiedades diuréticas.

Aunque no es de las hortalizas que presentan un alto contenido en vitaminas, posee todas las consideradas en la Tabla 8.31, así las vitaminas B1, B2 y B6, le otorgan propiedades sedantes y beneficiosas para la vista, el pelo y los huesos.

#### Espárrago

Los Espárragos (*Asparagus Officinalis*) son un arbusto enmarañado, por su alto contenido de ácido fólico se considera como un vegetal que tiene propiedades rejuvenecedoras, ya que este ácido participa en la producción de nuevas células y de glóbulos rojos.

Es un alimento que ayuda a las personas que sufren de retención de líquidos, por lo que es altamente recomendable para las personas obesas o que quieran bajar de peso, así como para artríticos.

Son ricos en vitamina C que es el encargado de la eliminación de los residuos que son provocados por la ingesta de alimentos comerciales que contiene conservadores y colorantes.

### Uvas

La uva es un fruto de la Vid (*Vitis Vinifera*), su riqueza en potasio y sus niveles bajos de sodio, ayudan en el control del equilibrio de los líquidos del organismo, por lo que auxilian a las personas que padecen enfermedades reumáticas o con problemas circulatorios.

Su contenido en vitamina B, interviene en el metabolismo de las grasas e hidratos de carbono, su consumo provoca una mejoría en este sentido, las uvas se pueden considerar como un alimento alcanizante, por lo que limpia la sangre, por lo que se cree que puede ayudar a impedir el crecimiento de las células cancerígenas.

### Manzana

Las manzanas son frutos de los manzanos (*Malus coronaria*) de la familia de las rosáceas, uno de sus principales componentes es la pectina, que actúa como una fibra soluble y puede auxiliar en la disolución del colesterol y en el combate contra la diabetes, contiene aminoácidos como la cisteína, que es un componente de los tejidos y que asiste en la eliminación de las toxinas del hígado; la glicina, que tiene la función de un antiácido natural y es responsable del sistema inmunitario; la arginina que es necesaria para el crecimiento muscular y la reparación de los tejidos; la histidina tiene la función de ser un vasodilatador y estimulador del jugo gástrico y es muy útil contra las úlceras.

### Piña

La piña es un fruto de la planta (*Ananas Comusus*) perteneciente a la familia de las Bromelaceas, el consumo de esta resulta muy adecuada para la circulación, debido a su contenido de Bromelina, la cual consta de tres enzimas combinadas (Bromelina, Axtranasa y Ananasa), éstas disuelven los coágulos que puedan formarse y fluidifica la sangre, tiene la posibilidad de digerir las proteínas y las grasas por lo que ayuda en el proceso de digestión y ayuda al combate a la obesidad.

Tabla 8.31. Composición de frutas y hortalizas por cada 100 g

Componente	Fruta u hortaliza					
	Coles de Bruselas	Apio	Espárrago	Uva	Manzana	Piña
Agua (g)	86	94.64	92.4	80.5	83.9	86.5
Energía(kcal)	43	16	23	71	59	49
Grasa (g)	0.3	0.14	0.17	0.58	0.36	0.43
Proteína (g)	3.38	0.75	2.28	0.66	0.19	0.39

Componente	Fruta u hortaliza					
	Coles de Bruselas	Apio	Espárrago	Uva	Manzana	Piña
Hidratos de carbono (g)	8.96	3.65	4.54	17.7	15.52	12.39
Fibra (g)	3.8	1.7	2.1	1	2.7	1.2
Potasio (mg)	389	287	273	185	115	113
Sodio (mg)	25	87	2	2	0	1
Fósforo (mg)	69	25	56	13	7	7
Calcio (mg)	42	40	21	11	7	7
Magnesio (mg)	23	11	18	3	5	14
Hierro (mg)	1.40	0.40	0.87	0.26	0.18	0.37
Manganeso (mg)	0	0	0	0	0.045	0
Selenio (µg)	0	0	0	0	300	0.06
Zinc (mg)	0.42	0.13	0.46	0.05	0.04	0.08
Vitamina C (mg)	85	7	13.2	10.8	5.7	15.4
Vitamina B1 (mg)	0.139	0.046	0.140	0.092	0.017	0.092
Vitamina B2 (mg)	0.090	0.045	0.128	0.057	0.014	0.036
Vitamina B6 (mg)	0.219	0.087	0.131	0.110	0	0
Vitamina A (IU)	883	28	583	73	53	23
Vitamina E (mg)	0.880	0.360	2	0.700	0.320	0.10
Ácido Fólico (µg)	61	61	128	4	400	11
Niacina (mg)	0.745	0.323	1.170	0.300	0.300	0.042

Fuente: <http://www.botanical-online.com><sup>9</sup>

#### 8.4.2. Requerimientos de calidad de materias primas

El código internacional recomendado de prácticas para la elaboración y manipulación de los alimentos congelados rápidamente (CAC/RCP 8-1976)<sup>88</sup>, expone que las materias primas que se utilicen deben ser inocuas e idóneas para la elaboración ulterior, en los siguientes términos:

“Los niveles microbianos iniciales en las materias primas que han de congelarse deberán mantenerse tan bajos como sea posible, tanto por motivos de inocuidad como de calidad de los alimentos. La temperatura y la duración del almacenamiento se controlará para reducir al mínimo los efectos microbianos adversos. La mayor parte del deterioro de la calidad, incluido el desarrollo de malos olores y sabores así como el cambio de colores y texturas se debe a la multiplicación microbiana o a la actividad enzimática”.

“Se deberá disponer de procedimientos adecuados para clasificar y separar las materias primas que no sean idóneas para una elaboración posterior. Las materias primas destinadas a la elaboración o a la congelación rápida deberán prepararse sin demora y se aplicarán controles de temperatura adecuados a fin de reducir al mínimo los posibles cambios microbiológicos, químicos o bioquímicos que puedan afectar la inocuidad y la calidad. Para reducir al mínimo el deterioro, las materias primas se enfriarán y se almacenarán en condiciones apropiadas, o bien se transportarán y congelarán en el menor tiempo posible”.

En cuanto a las prácticas recomendadas para la producción higiénica primaria de alimentos, se siguen las sugerencias que se encuentra en el código internacional de prácticas recomendado - principios generales de higiene de los alimentos (CAC/RCP 1-1969, REV 4 (2003))<sup>87</sup>, las cuales indican lo siguiente:

“Hay que tener en cuenta las posibles fuentes de contaminación del medio ambiente en particular, la producción primaria de alimentos no deberá llevarse a cabo en zonas donde la presencia de sustancias posiblemente peligrosas conduzca a un nivel inaceptable de tales sustancias en los productos alimenticios.”

“Se han de tener presentes en todo momento los posibles efectos de las actividades de producción primaria sobre la inocuidad y la aptitud de los alimentos en particular, hay que identificar todos los puntos concretos de tales actividades en que pueda existir un riesgo elevado de contaminación y adoptar medidas específicas para reducir al mínimo dicho riesgo.”

Otro código que ayuda a reglamentar la materia prima que se utiliza en el proceso de congelación de frutas y las hortalizas es el código de prácticas de higiene para las frutas y de hortalizas frescas (CAC/RCP 53-2003)<sup>89</sup>, el que establece lo siguiente:

“Cuando sea posible, los productores deberán evaluar los usos anteriores de los lugares (abiertos y cerrados) así como de las zonas adyacentes a fin de identificar posibles peligros microbianos, químicos y físicos. También se tendrá en cuenta la posibilidad de que haya otras fuentes de contaminación (por ejemplo, productos agroquímicos, residuos peligrosos, etc.). El proceso de evaluación deberá abarcar los factores siguientes:

- Utilización pasada y presente de la zona de producción primaria y de los lugares adyacentes (por ejemplo, cultivos, parcela de engorda, producción pecuaria, zona de residuos peligrosos, zona de tratamiento de aguas negras, zona de extracción minera) a fin de identificar los posibles peligros microbianos, con inclusión de la contaminación fecal y la contaminación por desechos orgánicos y posibles peligros ambientales que podrían ser transportados a la zona de cultivo.
- Acceso de animales domésticos y silvestres al lugar y a las fuentes de agua utilizados en la producción primaria a fin de identificar la posible contaminación fecal de los suelos y las aguas y la probabilidad de contaminación de los cultivos. Teniendo en cuenta esta posible fuente de contaminación, se protegerá de los animales, las zonas de cultivo de productos frescos.
- Posibilidad de contaminación de los campos de producción por goteo, lixiviación o desbordamiento de lugares donde se almacena estiércol o por inundación con aguas superficiales contaminadas.”

En cuanto al agua que es utilizada, los productores deberán identificar las fuentes del agua utilizada en la explotación agrícola (abastecimiento municipal, agua de riego reutilizada, pozo, canal abierto, embalse, ríos, lagos, estanques piscícolas, etc.). Deberán evaluar su calidad microbiológica y química y su idoneidad para el uso previsto, e identificar medidas correctivas para prevenir o reducir al mínimo la contaminación (por ejemplo, procedente de ganado, tratamiento de aguas negras, asentamientos humanos), cuando sea necesario, los productores deberán analizar el agua que utilizan para detectar contaminantes microbianos y químicos.

### 8.4.3. Evaluación técnica de la materia prima

El control de la calidad de las materias primas destinadas para ser conservadas por congelación, se evalúa la mayoría de las veces por los sentidos, así para la determinación de la calidad de la materia prima se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- Color
- Forma
- Aroma
- Sabor
- Consistencia
- Grado de madurez

Además de las pruebas organolépticas se determina analíticamente el grado de madurez utilizando un blandómetro.

## 8.5. Especificación de los productos, subproductos y efluentes

### 8.5.1. Productos

Según el código internacional de prácticas recomendado - principios generales de higiene de los alimentos CAC/RCP 1-1969, REV 4 (2003)<sup>87</sup>, los productos deben ser identificados por lotes para poder retirar los productos con posibles afectaciones a la calidad y contribuir también a mantener una rotación eficaz de las existencias.

La Norma General del Codex para Etiquetado de los Alimentos Preenvasados CODEX STAN 1-1985<sup>90</sup>, recomienda que “todos los productos alimenticios deberán llevar o ir acompañados de información suficiente para que la persona siguiente en la cadena alimentaria pueda manipular, exponer, almacenar, preparar y utilizar el producto de manera inocua y correcta.”

Las pruebas de calidad a las que se someten son la calificación del color, el aroma, el sabor, las propiedades estructurales (consistencia) y análisis microbiológicos, en la Tabla 8.32 se muestran las pruebas y la fuente de las mismas.

Tabla 8.32. Pruebas de calidad de productos

Descripción de la Propiedad	Límites	Prueba Utilizada	Fuente
<i>Staphylococcus aureus</i> . Prueba de coagulasa	Límite Máximo < 10/g	FDA BAM Capítulo 12	Manual analítico bacteriológico
Salmonela	Negativo/25g	FDA BAM Capítulo 5	
Lactobasillus	TBD	3M Petrifil plates	
Residue (Acid- Insoluble)(Soil) in Fruit and Vegetable (Frozen)	Peso del ácido insoluble/peso neto de la muestra x 100	AOAC Método Oficial 971.33	Metodos oficiales de análisis. AOAC
Aerobic Plate count in foods	Límite Máximo	AOAC Método Oficial	

Descripción de la Propiedad	Limites	Prueba Utilizada	Fuente
	< 50 000 colonias /g	990.12	
Coliform and Escherichia Coli Counts in Foods	No se debe detectar en una dilución 1:10	AOAC Método Oficial 991.14	
Escherichia coli in chilled or Frozen Foods		AOAC Método Oficial 988.19	
Bacterial and coliform counts	Límite Máximo 1 000 colonias/g	AOAC Método Oficial 989.10	
Yeast and Mold counts in Food	Límite Máximo 500 colonias/g	AOAC Método Oficial 997.02	
Listeria monocytogenes in Dairy Products. Seafoods, and Meats	Negativo/25 g	AOAC Método Oficial 994.03	

Fuente: (*com. pers.* Simplot)

### 8.5.2. Subproductos

En el proceso de congelación de las frutas y de las hortalizas se obtendrán residuos orgánicos, como: cáscaras, corazón, semillas y tallos que de acuerdo con el artículo 21 del Reglamento de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2003)<sup>72</sup>, se considerarán como subproductos ya que la transmisión de propiedad a título gratuito se documentará e incluirá en un Plan de Manejo que se registrará ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

### 8.5.3. Efluentes

El agua que se usa en el proceso, en servicios auxiliares y en la administración se descargaría, cuando las necesidades hídricas de los cultivos locales lo requieran, al canal de riego circundante a la planta, o en su defecto se dispondría al río. De ahí que se tenga proyectado tratar los efluentes de la planta para estar en condiciones de cumplir con la normativa vigente que la autoridad ambiental fijaría en su momento, en el resolutivo de la Licencia Ambiental Única para este establecimiento industrial.

En virtud de lo anterior, en este apartado se presentan los límites máximos permisibles de contaminantes que las normas oficiales mexicanas, relacionadas con el tipo de descarga o con el giro del establecimiento, establecen para los escenarios de disposición del agua residual expuestos (Tablas 8.33 y 8.34), así: la NOM-CCA-031-ECOL/1993<sup>68</sup> se refiere a las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal, la NOM-CCA/032-ECOL/1993<sup>69</sup> se suscribe a las aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola, la NOM-001-ECOL-1996<sup>73</sup> compete a las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales y la NOM-070-ECOL-1994<sup>74</sup> corresponde a las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de preparación, conservación y envasado de frutas, verduras y legumbres en fresco y/o congelados.



Tabla 8.33. Límites máximos permisibles de contaminantes NOM-CCA- 031<sup>68</sup>, NOM-032-1993<sup>69</sup> y NOM-001-ECOL-1996<sup>73</sup>

Parámetro	NOM-CCA-031- ECOL-1993	NOM-CCA-032- ECOL-1993	NOM-001- ECOL-1996
Contaminantes básicos			
Temperatura °C	40	N.A. <sup>1</sup>	40
pH (unidades de pH)	6 a 9	6.5 a 8.5	N.A.
Conductividad eléctrica (µmho/cm <sup>2</sup> )	5 000	2 000	N.A.
Grasas y aceites (mg/l)	60	N.A.	25
Materia flotante		N.A.	Ausente
Sólidos sedimentables (ml/l)	5	N.A.	2.0
Sólidos suspendidos totales ( mg/l)	N.A.	120	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	N.A.	120	150
Nitrógeno total (mg/l)	N.A.	N.A.	60
Fosforo total (mg/l)	N.A.	N.A.	20
Metales pesados y cianuros (mg/L)			
Arsénico	0.5	0.1	0.4
Aluminio	10	5.0	N.A.
Cadmio	0.5	0.01	0.4
Cianuros	1.0	0.02	3.0
Cobre	5	0.2	6.0
Cromo hexavalente	0.5	N.A.	N.A.
Cromo total	2.5	0.1	1.5
Boro	N.A.	1.5	N.A.
Fierro	N.A.	5.0	N.A.
Fluoruros	3.0	3.0	N.A.
Manganeso	N.A.	0.2	N.A.
Mercurio	0.01	N.A.	0.02
Níquel	4.0	0.2	4.0
Plomo	2.0	5.0	1.0
Selenio	N.A.	0.02	N.A.
Zinc	6.0	2.0	20.0
Plata	1.0	N.A.	N.A.
Fenoles	5.0	N.A.	N.A.
Sustancias activas al azul de metileno	30	N.A.	N.A.

1.- N.A. (No Aplica)

Tabla 8.34. Límites máximos permisibles de contaminantes NOM-070-ECOL-1994

Parámetro	Límite máximo permisible	
	Promedio diario	Instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	150	280
Demanda Química de Oxígeno (mg/l)	250	300
Grasas y aceites (mg/l)	20	25
Sólidos sedimentables (ml/l)	1.0	2.0
Sólidos suspendidos totales ( mg/l)	150	280
Coliformes totales (NMP/100 ml <sup>1</sup> )	10 000	20 000

Nota: 1.-NMP/100 ml ( número más probable por 100 ml).

Es importante señalar que las anteriores normas especifican que aún cuando los contaminantes de los efluentes se encuentren dentro de los límites máximos permisibles establecidos, si causan efectos

negativos en el cuerpo receptor, la autoridad correspondiente, fijará condiciones particulares de descarga.

#### 8.5.4. Control de calidad

El Código Internacional “Principios Generales de Higiene de los Alimentos” (CAC/RCP 1-1969)<sup>87</sup> publicado por la FAO recomienda la adopción de un control eficaz de la higiene, basado en el “Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HAACCP): Directrices para su aplicación”, para elevar el nivel de inocuidad de los alimentos, este sistema consiste en los siete principios siguientes:

1. Realizar un análisis de peligros.
2. Determinar los Puntos Críticos de Control (PCC).
3. Establecer un límite o límites críticos.
4. Establecer un límite de vigilancia del control de los PCC.
5. Establecer las medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado.
6. Establecer procedimientos de comprobación para confirmar que el sistema de HACCP funciona eficazmente.
7. Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

Se tiene previsto que el proceso esté sujeto a auditorias periódicas, para obtener la conformidad de un organismo de certificación, aplicando estándares globalmente aceptados, de entre los más importantes se encuentran el Food Safety System Certification 22000, el Safe Quality Food (SQF), el BRC Global Standards y el International Food Standard (IFS).

#### 8.6. Requerimiento de mano de obra y de insumos

De la investigación efectuada en plantas congeladoras de alimentos locales sobre requerimientos de mano de obra, se conoció que 15 personas por tonelada de materia prima y 15 más (dos turnos de ocho horas) para la limpieza, sanitización y desinfección de equipos y nave de producción son datos recomendables, por lo tanto, para la producción de la planta de frutas y de hortalizas en estudio de 693 kg/h, 11.088 t/d, se requiere de 182 personas para 16 horas (dos turnos) de operación.

De la misma manera se considera que el personal administrativo, de supervisión y de dirección que se presenta en la Tabla 8.35 es suficiente para el adecuado funcionamiento de la planta.

Tabla 8.35. Personal administrativo, de supervisión y de dirección

Categoría laboral	Número de personas
Director General	1
Jefe de Área	4
Ingeniero	12
Auxiliar administrativo	5
Total	22

Los requerimientos de materias primas e insumos así como las cantidades de agua a usar y el consumo energético (Tabla 8.36) se calcularon, en algunos casos, por medio de un balance de materia y de energía (Anexo A-4) o se determinaron, en otros, de las especificaciones de los equipos seleccionados comercialmente.

Tabla 8.36. Requerimientos de materias primas, insumos, uso de agua y consumo energético<sup>1</sup>

Concepto	Cantidad	
<b>Materias primas kg/h</b>		
Uva	905.26	
Piña	1 399.00	
Manzana	932.63	
Apio	1 305.77	
Coles de Bruselas	824.70	
Espárrago	1 374.50	
<b>Insumos</b>		
Refrigerante (kg) <sup>1</sup>	R 22	34.9
	R 507	48.1
Refrigerante (m <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>	R 717	573.00
Aceite para compresor (dm <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>		31.55
Hipoclorito al 13% para tratamiento de agua residual (l/d)		55.00
<b>Uso de agua</b>		
Agua (l/h)	1 230 -1 727	
<b>Consumo de Gas L.P.</b>		
Gas L.P. (l/h)	13.50	

1.-El requerimiento de este insumo sólo será necesario cuando se registren fugas posteriores a la carga inicial del equipo.

## 8.7. Salud ocupacional, seguridad y sanidad industrial

Con el objeto de disminuir el riesgo de intoxicación a la población consumidora y asegurar un diseño y funcionamiento que garantice la calidad e inocuidad del producto. El proceso en estudio acatará la norma mexicana NOM-120-SSA1-1994<sup>70</sup> que rige las buenas prácticas de higiene y sanidad que deben observarse en el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas, las cuales se muestran en la Tabla 8.37.

Así mismo, con la finalidad de disminuir el riesgo de accidentes en la planta, en el diseño de las instalaciones se tomaron en cuenta los lineamientos de la norma oficial mexicana NOM-001-STPS-2008<sup>76</sup>, la cual establece las condiciones de seguridad en edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo (Tabla 8.38).

Tabla 8.37. Buenas prácticas de higiene y sanidad en el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas

Aplicaciones	Disposiciones
Personal	Los empleados deben presentarse aseados a trabajar. Usar ropa limpia incluyendo calzado. Mantener las uñas limpias y libres de barniz. Lavarse las manos y desinfectarlas antes de iniciar los trabajos, después de cada ausencia del mismo y en cualquier momento que las manos puedan estar sucias o contaminadas.
	Utilizar cubrebocas. Usar protección que cubra el cabello, la barba y el bigote.
	Se prohíbe fumar, mascar, comer, beber o escupir en las áreas de procesamiento y manejo de productos.
	No se deben usar joyas ni adornos. Prescindir de objetos desprendibles en los bolsillos superiores de la vestimenta en las áreas de producción y manejo de productos.
	Las cortadas y las heridas deben cubrirse apropiadamente con un material impermeable. Evitar estornudar y toser sobre el producto. Evitar que personas con enfermedades contagiosas, laboren en contacto directo con los productos.
Visitantes	Todos los visitantes, internos y externos deben de cubrir su cabello, barba y bigote.
	Usar ropa adecuada antes de entrar a las áreas de proceso que así lo requieran.
Instalaciones físicas	Debe evitarse que en los patios del establecimiento existan condiciones que puedan ocasionar contaminación del producto y la proliferación de plagas, tales como: equipo mal almacenado; basura, desperdicios y chatarra; formación de maleza o hierbas; drenaje insuficiente o inadecuado, deben tener cubierta apropiada para evitar la entrada de plagas provenientes del alcantarillado o áreas externas e; Iluminación inadecuada.
Patios	
Edificios	Los edificios deben ser de características tales que no permitan la contaminación del producto, conforme a lo establecido en los ordenamientos legales correspondientes.
Pisos	Los pisos deben ser impermeables, homogéneos y con pendiente hacia el drenaje, suficiente para evitar encharcamiento y de características que permitan su fácil limpieza y desinfección.
Paredes	Si las paredes están pintadas, la pintura debe ser lavable e impermeable. En el área de elaboración, fabricación, preparación, mezclado y acondicionamiento no se permiten las paredes de madera.
	Las uniones del piso y la pared deben ser de fácil limpieza.
Techo	Se debe impedir la acumulación de suciedad y evitar al máximo la condensación, ya que ésta facilita la formación de mohos y bacterias. Deben ser accesibles para su limpieza.
Ventanas	Las ventanas y ventilas deben estar provistas de protecciones en buen estado de conservación para reducir la entrada de polvo, lluvia y fauna nociva.
	Los vidrios de las ventanas que se rompan deben ser reemplazados inmediatamente. Se debe tener mucho cuidado de recoger todos los fragmentos y asegurarse en que ninguno de los restos ha contaminado ingredientes o productos en la cercanía.
Puertas	Los claros y las puertas deben estar provistos de protecciones en buen estado de conservación para evitar la entrada de polvo, lluvia y fauna nociva.
Instalaciones sanitarias	Los baños deben estar provistos de retretes, papel higiénico, lavamanos, jabón, jabonera, secador de manos (toallas desechables) y recipiente para los residuos sanitarios. Se recomienda que los grifos no requieran accionamiento manual.
	Los servicios sanitarios deben conservarse limpios, secos y desinfectados.

Aplicaciones	Disposiciones
	Se debe tener Instalaciones convenientemente situadas para lavarse, desinfectarse y secarse las manos -con jabón, agua y solución desinfectante o jabón con desinfectante así como medio higiénico apropiado para el secado - siempre que así lo exija la naturaleza de las operaciones. Utilizar grifos no requieran un accionamiento manual.
Servicios a planta	Debe disponerse de suficiente abastecimiento de agua, así como de instalaciones apropiadas para su almacenamiento y distribución.
Abastecimiento de agua	El vapor utilizado en superficies que estén en contacto directo con los productos, no deben contener ninguna sustancia que pueda ser peligrosa para la salud o contaminar al producto.
	El agua no potable que se utilice para la producción de vapor, refrigeración, combate contra incendios y otros propósitos similares no relacionados con los productos, debe transportarse por tuberías completamente separadas identificadas por colores sin que haya conexión alguna transversal ni sifonado de retroceso con las tuberías que conducen el agua potable.
	Se debe realizar la determinación de contenido de cloro en el agua de abastecimiento, llevando un registro de este control y se recomienda realizar los análisis microbiológicos de coliformes totales y coliformes fecales.
Drenaje	Los drenajes deben estar provistos de trampas contra olores y rejillas para evitar plagas provenientes del drenaje.
	Los establecimientos deben disponer de un sistema eficaz de evacuación de efluentes y aguas residuales, el cual debe mantenerse en todo momento en buen estado.
Iluminación	Los focos o lámparas que estén suspendidas sobre las materias primas, producto en proceso o terminado en cualquiera de las fases de producción deben estar protegidas para evitar la contaminación de los productos en caso de rotura.
Ventilación	Debe proveerse una ventilación adecuada a las actividades realizadas, conforme a lo establecido en la norma correspondiente. La dirección de la corriente de aire no debe ir nunca de un área sucia a una limpia.
Recipientes para residuos	Los residuos generados en el área de proceso deben ser removidos de la planta, diariamente. Los establecimientos deben contar con un área para su depósito temporal, delimitada y fuera del área de producción. Los recipientes deben mantenerse tapados e identificados.
Ductos	Las tuberías, conductos, rieles, vigas, cables, etc., no deben estar libres encima de tanques y áreas de trabajo donde el proceso esté expuesto, ya que constituyen riesgos de condensación y acumulación de polvo que contaminan los productos. En donde existan, deben tener libre acceso para su limpieza, así como conservarse limpios.
Equipamiento	Los equipos y los recipientes que se utilicen para el proceso deben construirse y conservarse de manera que no constituyan un riesgo para la salud, deben mantenerse limpios en todas sus partes y, en caso de ser necesario, desinfectarse con detergentes y desinfectantes efectivos. Deben limpiarse por lo menos una vez al final y desinfectarse al principio de la operación diaria. Las partes de equipos que no entren en contacto directo con los productos también deben mantenerse limpios.
Equipo y utensilios	Los recipientes para almacenar materias tóxicas o los ya usados para dicho fin, deben ser debidamente identificados y utilizarse exclusivamente para el manejo de estas sustancias, almacenándose en ambos casos, bajo las disposiciones legales aplicables. Si se dejan de usar, deben inutilizarlos, destruirlos o enviarlos a confinamientos autorizados.

Aplicaciones	Disposiciones
Materiales	<p>Todo el equipo y los utensilios empleados en las áreas de manipulación de productos y que puedan entrar en contacto con ellos, deben ser de un material inerte que no transmita sustancias tóxicas, olores ni sabores, que sea inabsorbente, resistente a la corrosión y capaz de resistir repetidas operaciones de limpieza y desinfección. Las superficies deben ser lisas y estar exentas de orificios y grietas. Además deben poder limpiarse y desinfectarse adecuadamente. Tratándose de alimentos y bebidas no alcohólicas no se debe usar madera y otros materiales que no puedan limpiarse y desinfectarse adecuadamente, cuando estén en contacto con materias primas y productos terminado.</p>
Mantenimiento	<p>Todos los instrumentos de control de proceso (medidores de tiempo, temperatura, presión, humedad relativa, potenciómetros, flujo, masa, etc.), deben estar calibrados en condiciones de uso para evitar desviaciones de los patrones de operación.</p>
	<p>Los equipos y utensilios deben estar en buenas condiciones de funcionamiento, dándoles el mantenimiento necesario, después de éste o de la reparación se debe inspeccionar con el fin de localizar residuos de los materiales empleados para dicho objetivo. El equipo debe estar limpio y desinfectado previo uso en producción. Al lubricar el equipo se deben tomar precauciones para evitar contaminación de los productos que se procesan. Se deben emplear lubricantes inocuos. Las partes externas de los equipos que no entran en contacto con los alimentos, deben estar limpios, sin muestra de derrames.</p>
	<p>Los equipos deben ser instalados en forma tal que el espacio entre la pared, el techo y piso, permitan su limpieza. Las bombas, compresores, ventiladores, y equipo en general de impulso para el manejo de materiales deben ser colocadas sobre una base que no dificulte la limpieza y mantenimiento.</p>
Proceso	<p>El establecimiento no debe aceptar materia prima alguna en estado de descomposición o con sustancias extrañas evidentes que no puedan ser reducidas a niveles aceptables por los procedimientos normales de inspección, clasificación, preparación o elaboración, aquéllas que evidentemente no sean aptas, deben separarse y eliminarse del lugar. Las materia primas deben inspeccionarse y clasificarse antes de llevarlas a la línea de producción y en caso necesario, deben efectuarse pruebas de laboratorio. Deben identificarse por lotes y separarse de aquéllas ya procesadas o semiprocesadas, para evitar su contaminación.</p>
Materia prima	<p>Los materiales de empaque y envases de materias primas, no deben utilizarse para fines diferentes a los que fueron destinados originalmente.</p>
	<p>Seguir los procedimientos dados en los manuales de proceso y registrar su realización en bitácoras.</p>
Proceso de elaboración	<p>Las áreas de fabricación deben estar limpias y libres de materiales extraños al proceso. Durante la fabricación de los productos, se debe cuidar que la limpieza realizada no genere polvo ni salpicaduras de agua que puedan contaminar los productos.</p>
	<p>Todas las materias primas o productos en proceso, que se encuentren en tambores y cuñetes deben estar tapados y las bolsas mantenerse cerrada, para evitar contaminación por el ambiente. Los métodos de conservación deben ser adecuados al tipo de producto y materia prima que se manejen.</p>
	<p>Todos los insumos, en cualquier operación del proceso, deben estar identificados, se debe evitar la contaminación con materiales extraños, que vengán adheridos a los empaques de aquellos que entran a las áreas de producción.</p>
	<p>No deben depositarse ropa ni objetos personales en las áreas de producción.</p>
Registros de	<p>De cada lote debe llevarse un registro continuo, legible y con la fecha de los detalles pertinentes de elaboración.</p>

Aplicaciones	Disposiciones
producción	Estos registros deben conservarse por lo menos durante el tiempo que se indique como vida de anaquel.
Prevención de contaminación	Se debe tomar medidas para evitar la contaminación del producto por contacto directo o indirecto con material que se encuentre en otra etapa de proceso.
Envasado	Todo el material que se emplee para el envasado debe almacenarse en condiciones de limpieza. Los recipientes deben verificarse antes de su uso a fin de tener la seguridad de que se encuentran en buen estado, limpios y saneados, cuando se laven deben escurrirse bien antes del llenado. Los envases reutilizables para envasado deben ser de materiales y construcción tales que permitan una limpieza fácil y completa para evitar la contaminación del producto.
	El envasado debe hacerse en condiciones que no permitan la contaminación del producto.
	Todos los productos envasados deben ostentar etiquetas de identificación.
Almacenamiento	Las materias primas deben almacenarse en condiciones que confieran protección contra la contaminación física, química y microbiológica. Se debe llevar un control de primeras entradas y primeras salidas, a fin de evitar que se tengan productos sin rotación.
	Los plaguicidas, detergentes, desinfectantes y otras sustancias tóxicas, deben etiquetarse adecuadamente con un rótulo en que se informe sobre su toxicidad y empleo. Deben almacenarse en áreas o armarios especialmente destinados para tal efecto, y deben ser distribuidos o manipulados sólo por personal competente.
	No se permite el almacenamiento de materias primas, ingredientes, material de empaque o productos terminados, directamente sobre el piso ya que se debe almacenar sobre tarimas u otros aditamentos.
Transporte	Todos los vehículos deben ser revisados por personal habilitado antes de cargar los productos, con el fin de asegurarse de que se encuentren en buenas condiciones sanitarias. Los productos que se transporten fuera de su embalaje deben ser cubiertos contra la lluvia.
Procedimiento de manipulación durante el transporte	Todos los procedimientos de manipulación deben ser de tal naturaleza que impidan la contaminación del producto.
	Los vehículos que cuentan con sistema de refrigeración, deben ser sometidos a revisión periódica del equipo con el fin de que su funcionamiento garantice que las temperaturas requeridas para la buena conservación de los productos. Deben contar con indicadores y registradores de temperatura.
Almacenamiento y distribución de alimentos perecederos	El almacenamiento y distribución de productos que requieran refrigeración o congelación debe realizarse en instalaciones limpias, para evitar el crecimiento de microorganismos psicrófilos, se debe llevar un control de temperatura y humedad en el almacén que permita la conservación adecuada del producto. La colocación del producto se debe hacer de tal manera que exista los espacios suficientes que permitan la circulación del aire frío en los productos que se almacenan. Se recomienda que los alimentos que requieren congelación se conserven a temperaturas tales que eviten su descongelación.
Control de plagas	Cada establecimiento debe tener un sistema y un plan para el control de plagas aplicable a todas las áreas del establecimiento, e inclusive vehículos de acarreo y reparto. Los edificios deben tener protecciones para evitar la entrada de plagas.
	Todas las áreas deben mantenerse libres de insectos, roedores, pájaros u otros animales. Debe impedirse la entrada de animales domésticos en las áreas de elaboración, almacenes de materia prima y producto terminado.
Limpieza y desinfección	Se debe llevar a cabo una limpieza eficaz y regular de los establecimientos, equipos y vehículos para eliminar residuos de los productos y suciedades que contengan microorganismos. Después de este proceso de limpieza, se



Aplicaciones	Disposiciones
	debe efectuar, cuando sea necesario, la desinfección, para reducir el número de microorganismos que hayan quedado. Los procedimientos de limpieza y desinfección deben satisfacer las necesidades peculiares del proceso y del producto de que se trate. Debiendo implementarse para cada establecimiento un programa calendarizado por escrito que sirva de guía a la supervisión y a los empleados con objeto de que estén debidamente limpias todas las áreas. Los detergentes y desinfectantes deben ser seleccionados cuidadosamente para lograr el fin perseguido. Los residuos de estos agentes que queden en una superficie susceptible de entrar en contacto con los productos, deben eliminarse mediante un enjuague minucioso con agua, cuando así lo requieran.

Fuente: 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<sup>70</sup>.

Tabla 8.38. Condiciones de seguridad en edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo

Área de trabajo	Requisitos de seguridad
Disposiciones generales	Contar con orden y limpieza permanentes en las áreas de trabajo, así como en pasillos exteriores a los edificios, estacionamientos y otras áreas comunes del centro de trabajo.
	Las áreas de producción, de mantenimiento, de circulación de personas y vehículos, las zonas de riesgo, de almacenamiento y de servicios para los trabajadores del centro de trabajo, se deben delimitar de tal manera que se disponga de espacios seguros para la realización de las actividades de los trabajadores que en ellas se encuentran. Tal delimitación puede realizarse con barandales; con cualquier elemento estructural; con franjas amarillas de al menos 5 cm de ancho, pintadas o adheridas al piso, o por una distancia de separación física.
Techos	Deben ser de materiales que protejan de las condiciones ambientales externas. Deben utilizarse para soportar cargas fijas o móviles, sólo si fueron diseñados o reconstruidos para estos fines. Deben permitir la salida de líquidos. Deben soportar las condiciones normales de operación.
Paredes	Mantenerse en condiciones tales que de acuerdo al tipo de actividades que se desarrollen, no generen riesgos de trabajo. Mantenerse de tal manera que los posibles estancamientos de líquido no generen riesgos de caídas o resbalones. Ser llanos en las zonas para el tránsito de las personas. Contar con protecciones tales como cercas provisionales o barandales desmontables, de una altura mínima de 90 cm, cuando se tengan aberturas temporales de escotillas, conductos, pozos y trampas. Contar con señalización donde existan riesgos por cambio de nivel, o por las características de la actividad o proceso que en él se desarrolle.
Escalera	Deben tener un ancho constante de al menos 56 cm en cada tramo recto. Cuando tengan descansos, éstos deberán tener al menos 56 cm para los tramos rectos utilizados en un solo sentido de flujo a la vez y al menos 90 cm para las de ancho superior. Todas las huellas de la escalera rectas deben tener el mismo ancho y todos los peraltes la misma altura, con una variación máxima de $\pm 0.5$ cm. En las escaleras con cambio de dirección o en las denominadas de caracol, el peralte debe ser siempre de la misma altura. Las huellas de los escalones en sus tramos rectos deben tener una longitud mínima de 25 cm y el peralte en altura no mayor a 23 cm, las orillas de los escalones deben ser redondeadas. La distancia libre medida desde la huella de cualquier escalón, contemplando los niveles inferior y superior de la escalera y el techo, o cualquier superficie superior, debe ser mayor a 200 cm. Las huellas de los escalones deben contar con materiales antiderrapantes.
Escaleras con	Los pasamanos deben ser continuos, lisos y pulidos, debe estar a una altura de 90 cm $\pm$ 10 cm. Las barandas deben



Área de trabajo	Requisitos de seguridad
barandales	<p>estar colocadas a una distancia intermedia entre el barandal y la paralela formada con la altura media del peralte de los escalones. Los balaustres deben estar colocados, cada cuatro escalones. Cuando las escaleras tengan un ancho de 3 m o más, deben contar con un barandal intermedio y uno en los extremos.</p> <p>Las edificaciones deben tener siempre escaleras o rampas peatonales que comuniquen entre nivel y nivel todos sus niveles, aun cuando existan elevadores o escaleras eléctricas.</p>
Rampas	<p>Las cargas que por ellas circulen no deben sobrepasar la resistencia para la que fueron destinadas. No deben tener deformaciones que generen riesgos a los transeúntes o vehículos que por ellas circulen. Las que se utilicen para tránsito de trabajadores, deben tener una pendiente máxima de 10%, si son para mantenimiento deben tener una pendiente máxima de 17%.</p> <p>Deben tener el ancho suficiente para ascender y descender sin que se presenten obstrucciones en el tránsito de trabajadores. Cuando estén destinadas al tránsito de vehículos, deben ser igual al ancho del vehículo más grande que circule por la rampa más 60 cm.</p> <p>Cuando la altura entre el nivel superior e inferior se exeda de 150 cm, debe contar con barandal de protección lateral. La distancia libre medida desde cualquier punto de la rampa al techo, debe ser mayor a 200 cm, cuando estén destinadas al tránsito de vehículos, debe ser igual a la altura del vehículo más alto que circule por la rampa más 30 cm. En las partes abiertas deben contar con zoclos de al menos 10 cm o cualquier otro elemento físico que cumpla con la función de protección.</p>
Escalas	<p>Debe ser de materiales cuya resistencia mecánica sea capaz de soportar las cargas de las actividades para las que son destinadas y estar protegidas. Los anclajes deben ser suficientes para soportar el peso de los trabajadores.</p> <p>Deben de tener las siguientes medidas restrictivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ancho mínimo de 40 cm.</li> <li>-Cuando la altura sea mayor a 250 cm, el ancho mínimo será de 50 cm.</li> <li>-La distancia entre peldaños no debe ser mayor de 38 cm.</li> </ul> <p style="margin-left: 400px;">-La separación entre el frente de los peldaños y los objetos más próximos al lado de ascenso, debe ser por lo menos de 75 cm.</p> <p style="margin-left: 400px;">-En el lado opuesto al de ascenso, la distancia entre los peldaños y objetos sobresalientes debe ser por lo menos de 20 cm.</p> <p>Debe tener espacio libre de por lo menos 18 cm. La inclinación de la escala debe estar entre 75° y 90°.</p> <p>Deben de contar con protección circulante de un diámetro de dimensiones tales que permita el ascenso y descenso de los trabajadores de forma segura a partir de 200 cm ± 20 cm del piso, y al menos, hasta 90 cm por encima del último nivel o peldaño al que se asciende.</p> <p>Debe tener descansos por lo menos cada 10 m de altura éstos deben de contar con barandal de protección lateral, con una altura mínima de 90 cm. Cuando la altura sea mayor a 6 m, debe permitir el uso de dispositivos de seguridad, tales como línea de vida.</p>
Escalas móviles	<p>Las escalas móviles deben cumplir con los requerimientos de dimensiones establecidos para las fijas.</p> <p>Las correderas y guías sobre las que se desplacen las escalas móviles, así como los materiales utilizados en su construcción, debe ser capaces de soportar las cargas máximas a las que serán sometidos.</p> <p>Solo se permite el uso de las escalas móviles cuando presenten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Materiales o características antiderrapantes en los apoyos y peldaños.</li> </ul>

Área de trabajo	Requisitos de seguridad
	<p>-Condiciones de seguridad en su estructura. -Peldaños libres de grasa, aceite u otro producto que los haga resbalosos.</p> <p>-Peldaños completos y fijos.</p> <p>En la realización de trabajos eléctricos, se permite el uso de escalas móviles de material metálico, si están aisladas en sus apoyos y peldaños.</p> <p>Deben contar con elementos que eviten el deslizamiento de su punto de apoyo o, en su caso, anclarse o sujetarse.</p>
Puentes y plataformas	<p>Cuando estén abiertos en sus costados deben contar con barandales de al menos 90 cm <math>\pm</math> 10 cm de altura.</p> <p>La distancia libre medida sobre la superficie del piso de los pasadizos o plataformas elevadas por los que circulan trabajadores y el techo, o cualquier superficie superior, no debe ser menor de 200 cm.</p>
Ventilación	<p>El aire que se extrae no debe contaminar otra áreas en donde se encuentren laborando otros trabajadores.</p> <p>Contar con un programa anual de mantenimiento preventivo o correctivo, a fin que el sistema esté en condiciones de uso. El cual debe conservarse por un año. El sistema debe iniciar operación antes de que ingresen los trabajadores al área correspondiente para permitir la purga de los contaminantes.</p>
Tránsito de vehículos	<p>El ancho de las puertas donde circulen vehículos deberá ser superior al ancho del vehículo más grande que circule por ellas. Cuando éstas se destinen simultáneamente al tránsito de vehículos y trabajadores, deben contar con un pasillo que permita el tránsito seguro del trabajador, delimitado o señalado mediante franjas amarillas en el piso o en guarniciones.</p> <p>Las áreas de carga y descarga deben estar delimitadas o señalizadas.</p> <p>Las vías de ferrocarril que se encuentren dentro de los centros de trabajo, deben contar con señalizaciones .</p> <p>Se debe frenar y bloquear las ruedas de los vehículos, cuando se encuentren detenidos.</p> <p>En el caso de muelles de carga y descarga de tráilers o autotanques, bloquear por lo menos una de las llantas en ambos lados del vehículo y colocar un yaque para inmovilizarlo.</p> <p>La velocidad máxima de circulación de los vehículos debe estar señalada en las zonas de carga y descarga, en patios de maniobras, en establecimientos y en otras áreas. Es responsabilidad del patrón fijar los límites de velocidad de los vehículos para que su circulación no sea un factor de riesgo en el centro de trabajo.</p>

Fuente : Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad<sup>6</sup>.

## 8.8. Servicios auxiliares

### 8.8.1. Agua

El agua es el servicio auxiliar más utilizado en el proceso de congelación de frutas y de hortalizas. De acuerdo con el servicio que proporciona en planta se clasifica en:

1. Agua de proceso
2. Agua de alimentación a caldera
3. Agua de enfriamiento
4. Agua para propósitos generales

La caracterización bacteriológica y fisicoquímica, de acuerdo con los parámetros más representativos, del agua de pozo más cercano al sitio donde se construiría la planta se presenta en la Tabla 8.39.

Tabla 8.39. Caracterización bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozo

Parámetro		Resultado
<b>Características bacteriológicas</b>		
Organismos coliformes totales		0 UFC/100 ml <sup>1</sup>
Organismos coliformes fecales		0 UFC/100 ml <sup>1</sup>
<b>Características físicas y organolépticas</b>		
Color	0 Unidades de color verdadero en la escala de platino cobalto	
Olor y sabor	Agradable <sup>2</sup>	
Turbiedad	14 Unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método	
<b>Características químicas (mg/l)</b>		
Cloro residual libre		0.11
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )		180
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )		480
Fierro		0.06
Nitratos (como N)		6.5
Nitritos (como N)		0.03
Nitrógeno amoniacal (como N)		3.1
Potencial de hidrógeno (unidades de pH)		6.86
Sodio		90
Sólidos disueltos totales		583
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )		120
Sólidos suspendidos		16
Conductividad		964
Hierro (mg/l)		0.06
Demanda Química de Oxígeno (mg/l)		31
Bacterias (UFC/ml <sup>1</sup> )		2 500
O <sub>2</sub> Disuelto (ppm)		5.66
DBO <sub>5</sub> (ppm)		0.0976

Notas: 1. NMP/100 ml ( número más probable por 100 ml). 2. Se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico.

### 8.8.1.1. Agua de proceso

El agua en el proceso es un factor determinante de la calidad de los productos, ya que se utiliza directamente sobre las frutas y las hortalizas en: el lavado, la desinfección, el pelado, el enjuagado y el escaldado por lo tanto, de acuerdo con lo que se establece en la Sección 4.4.1 “Abastecimiento de agua” del código internacional “Principios Generales de Higiene de los Alimentos” (CAC/RCP 1-1969)<sup>87</sup>: “se deberá disponer de un abastecimiento de agua potable a fin de asegurar, la inocuidad de los alimentos”, entendiéndose por este término a “la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o se consuman”

En virtud de lo anterior, el agua de pozo que suministraría a la planta congeladora se somete a un tratamiento químico (Figura 8.11) con el objeto de darle el carácter de agua potable, de acuerdo con los límites permisibles de calidad de agua para consumo humano (Tabla 8.40) que establece la norma mexicana NOM-127-SSA1-1994<sup>71</sup> "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización"

Tabla 8.40. Límites permisibles de calidad de agua para uso y consumo humano

Característica	Límite permisible
<b>Características bacteriológicas</b>	
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml <sup>1</sup> 2 UFC/100 ml <sup>2</sup>
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml <sup>1</sup> Cero UFC/100 ml <sup>2</sup>
<b>Características físicas y organolépticas</b>	
Color	20 Unidades de color verdadero en la escala de platino cobalto
Olor y sabor	Agradable <sup>3</sup>
Turbiedad	5 Unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método
<b>Características químicas (mg/l)</b>	
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN <sup>-</sup> )	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.30
Fluoruros (como F <sup>-</sup> )	1.50
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
Potencial de hidrógeno (unidades de pH)	6.5-8.5

Característica	Límite permisible
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.30
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 - D	50.00
Plomo	0.025
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1 000.00
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00
<b>Características radioactiva (Bq/l <sup>4</sup>)</b>	
Radioactividad alfa global	0.1
Radioactividad beta global	1.0

Notas: 1. NMP/100 ml ( número más probable por 100 ml). 2. UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml).

3. Se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico. 4. Bq/l (Becquerel por litro).

### 8.8.1.2. Agua de alimentación a la caldera

La composición del agua que se alimenta a la caldera debe ser tal que las especies químicas disueltas en la misma, se puedan concentrar un número razonable de veces dentro del sistema sin que por ello se superen los límites permitidos por el fabricante, la calidad del agua de alimentación depende de la composición química de ésta, la pureza requerida depende tanto de la calidad del agua de alimentación que se vaya utilizar como del diseño particular de la caldera (presión de trabajo, grado de transferencia de calor, etc.), por lo que los requisitos del agua de alimentación pueden variar mucho, una caldera de baja presión con el agua por fuera de los tubos como la que se seleccionó para este proyecto (9.8 bar) puede soportar valores de dureza más altos que una de alta presión como se observa en la Tabla 8.41, donde se muestran los valores recomendados por la American Boiler Manufacturers Association (ABMA) para los estándares de calidad de pureza del vapor.

Por lo tanto, para la presión de diseño de la caldera de 9.8 bar se requiere que el agua de alimentación tenga un contenido químico correspondiente a la primera columna de la Tabla 8.41, para tal efecto el agua de pozo que abastecería a la planta se somete al tratamiento que se indica en la Figura 8.11.

Tabla 8.41. Valores recomendados por ABMA (American Boiler Manufacturers Association) para los estándares de calidad de pureza del vapor

Parámetro (mg/l o el indicado)	Presión de trabajo (bar)							
	0-20.7	20.8-31.0	31.1-41.4	41.5-51.7	51.8-62.1	62.2-68.9	69.0-103.4	103.5-137.9
Agua de alimentación								
Oxígeno disuelto	0.04	0.04	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
Hierro total	0.1	0.05	0.03	0.025	0.02	0.02	0.01	0.01
Cobre total	0.05	0.025	0.02	0.02	0.015	0.015	0.01	0.01
COT <sup>1</sup> no volátil	1	1	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.05	No se detecta	
Grasas	1	1	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2
ph a 25°C	7.5-10	7.5-10	7.5-10	7.5-10	7.5-10	8.5-9.5	9.0-9.6	9.0-9.6
Agua de la caldera								
Sílice	150	90	40	30	20	8	2	1
Alcalinidad total CaCO <sub>3</sub>	350	300	250	200	150	100	No especificado	
Alcalinidad libre de hidróxido CaCO <sub>3</sub>	No especificado					No se detecta		
Conductividad específica a 25 °C sin neutralización (mS/cm)	3 500	3 000	2 500	2 000	1 500	1 000	150	100

Nota: 1.- Carbono orgánico total.

Fuente: <http://www.lenntech.es/aplicaciones/proceso/caldera/agua-de-calderas-caracteristicas.htm><sup>85</sup>

### 8.8.1.3. Agua de enfriamiento

La fuente del agua que llenaría inicialmente la pileta de la torre de enfriamiento al igual que el agua de alimentación a la caldera, es agua de pozo tratada químicamente de acuerdo el procedimiento mostrado en la Figura 8.11. La calidad del agua del condensador varía de acuerdo con los ciclos de concentración establecidos sin embargo, en forma general, los valores deben aproximarse a los mostrados en la Tabla 8.42.

Tabla 8.42. Límites aproximados del agua de enfriamiento

Características	Límites aproximados
Sólidos suspendidos	Nada
Conductividad	50-100
Dureza (°dH <sup>1</sup> / mg CaCO <sub>3</sub> /l)	8/137.6
pH	7.8
CO <sub>2</sub> agresivo	Nada
Hierro (mg/l)	< 0.3
Magnesio (mg/l)	< 0.05
Sulfatos (mg/l)	< 250
Cloruros (mg/l)	< 250
Demanda Química de Oxígeno (mg/l)	< 40
Bacterias (UFC/ml <sup>2</sup> )	< 1000

Notas: 1. Grado de dureza alemán (Deutsche Härte, °dH). 2. UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml) Fuente: <http://www.lenntech.es/aplicaciones/proceso/caldera/agua-de-calderas-caracteristicas.htm>

#### 8.8.1.4. Agua para propósitos generales

Bajo este concepto se considera al agua suavizada que utilizan los empleados tanto para su aseo personal como para la limpieza de la planta. De acuerdo con las investigaciones bibliográficas realizadas sobre este tema se sabe que los datos de 50 L por día y por persona y de 15% del consumo total de agua en la planta, se recomiendan para el respectivo cálculo del requerimiento de agua para cada uno de los usos mencionados. Así, se estima que para el uso personal de los empleados de la planta congeladora se requeriría alrededor de 638 L/h y para la limpieza de la misma, se ocuparían entre 1 230 L/h y 1 727 L/h, dependiendo de los equipos que se encuentren en funcionamiento (Anexo A-4.10).

El diámetro de las tuberías de alimentación a los muebles de baño, de tarja de cocina y de grifos para usos generales será de 3/4 de pulgada, de PVC o de cobre.

#### 8.8.2. Vapor

De acuerdo con la eficiencia del Escaldador de 8 a 12 kg de fruta o de hortaliza por cada kilogramo de vapor (Tabla 8.12) se requiere para la cantidad que pasa por este equipo (707 t/h, Tabla 8.46) de 59 a 88 kg/h de vapor, insumo que se genera en la caldera a condiciones de saturación (95°C y 0.86 atm, Tabla A-4.6.1) con una calidad química controlada por las especificaciones del agua de alimentación.

### 8.9. Planes de expansión

De acuerdo con el cuestionario de preferencias del cliente que se presenta en la sección 7.1.2.3, se considera que la expansión de la planta debe estar encaminada más hacia la diversificación de los productos, que hacia el incremento de la producción de las variedades seleccionadas. La decisión de escoger nuevas variedades se tomaría en función de los requerimientos del mercado.

La tecnología que se selecciona para el congelamiento de frutas y de hortalizas tiene la ventaja y la flexibilidad de manejar diferentes variedades, por lo que se tendría la posibilidad de que con un programa de producción bien estructurado se pudiera diversificar los productos.

### 8.10. Programa de producción

La producción de frutas y de hortalizas congeladas está ligada a las temporadas de cosecha, la calidad del producto se incrementa al reducir el tiempo entre la recolección y el congelamiento, así mismo el precio de la materia prima disminuye, impactando directamente en los costos de producción, la Tabla 8.43 muestra los meses de las temporadas de cosecha y las cantidades porcentuales de producción a nivel nacional de los principales estados oferentes de las frutas y de las hortalizas que competen a este estudio.

Tabla 8.43. Duración de la temporada de cosecha y estado productor

Fruta u hortaliza	Duración de la cosecha	Producción	
		Estado productor	%
Apio	septiembre a noviembre	Michoacán	100.0
Manzana	agosto a octubre	Chihuahua	73.3
		Durango	10.2
		Coahuila	5.9
		Puebla	4.4
Piña	enero a mayo	Veracruz	82.8
		Oaxaca, Veracruz y Nayarit	17.2
Uva	mayo a agosto	Sonora	72.0
		Baja California	9.0
		Zacatecas	12.0
		Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Guanajuato, Durango, Hidalgo, Jalisco, Puebla, Edo. de México, San Luis Potosí y Querétaro	7.0
Espárrago	noviembre a Marzo	Sonora	47.0
		Baja California	26.0
		Baja California Sur	24.0
	Junio a septiembre	Guanajuato	3.0
Col de Brusela	noviembre a mayo	Baja California	75.0
		Sonora	10.0
		Puebla	8.0
		Estado de México	6.0
		Aguascaliente y Guanajuato	1.0

Fuente: <http://www.infoagro.com/hortalizas/apio.htm><sup>31</sup>, <http://bioagricultura.wordpress.com/2012/03/21/esparrago-cultivo-alternativo-2/><sup>6</sup>, <http://tecnoagro.com.mx/revista/no-59/una-pequena-con-mucho-potencial-la-col-de-bruselas><sup>80</sup>

De acuerdo con lo anterior, el programa de producción de la planta se define por los dos factores señalados, la Tabla 8.44 resalta los meses de temporada de cosecha de las diferentes variedades de materias primas e indica, achuradamente, aquéllos en los que se presentaron los precios más bajos durante el 2012. Por lo tanto, los meses óptimos de producción para cada una de las fruta y de las hortalizas son los siguientes: apio, octubre y noviembre; manzana, agosto y septiembre; piña, febrero y marzo; uva, julio y agosto; espárrago, enero y diciembre y; col de bruselas, marzo y abril. Así mismo se observa que aún cuando en los meses de mayo y junio puede haber abastecimiento de piña, uva, espárrago y col de Bruselas, éste no sería al mejor precio, por lo que no convendría producir congelados en ese periodo, consecuentemente, las actividades estarían encaminadas a: la capacitación de personal, el mantenimiento de maquinaria y equipo y, a el desarrollo de nuevos productos y procesos.



Tabla 8.44. Programa de producción

Fruta u hortaliza	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Apio												
Manzana												
Piña												
Uva												
Espárrago												
Col de Brusela												

Durante los meses de producción se labora en dos turnos de ocho horas, al inicio de cada uno se destina tiempo para realizar el lavado y la desinfección de equipo y de la nave de producción, los meses en que la producción es compartida por distintas variedades de materia prima se repartira equitativamente entre ellas, según el mercado y la disponibilidad de las materias primas lo sugiera.

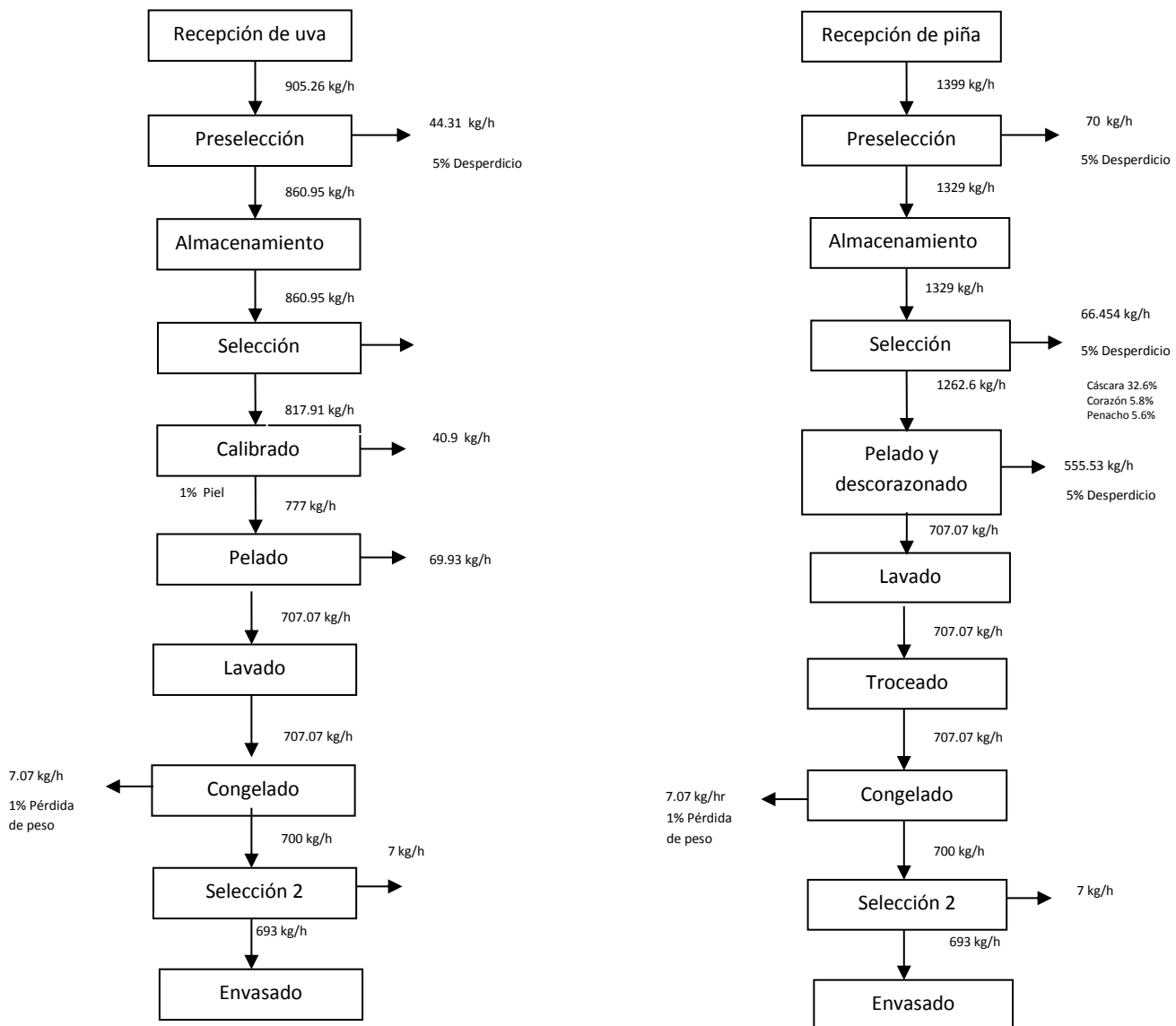
### 8.11. Balance de materia y de energía

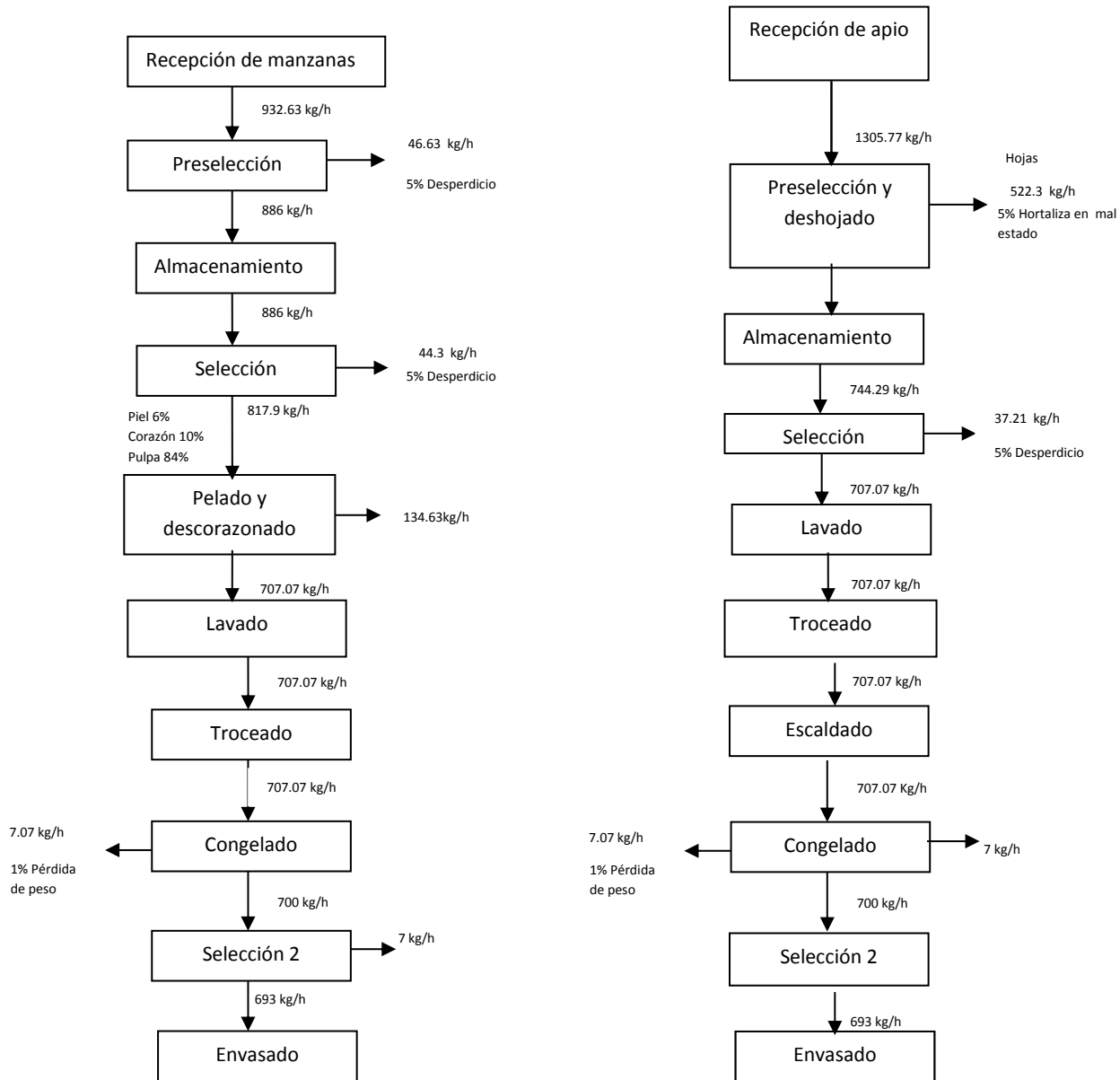
Los cálculos que se llevaron a cabo para cuantificar los valores máxicos de todas las corrientes de entrada y de salida de todos los equipos, así como las cargas de enfriamiento de los equipos de refrigeración y de congelación se detallan en el Anexo A-4 y se resumen en las Tablas 8.45 y 8.46 y en la Figura 8.12.

Tabla 8.45. Calor intercambiado por equipo

Equipo	Calor intercambiado (kcal/h)	Calor intercambiado (kj/h)
Cámara de conservación de materias primas	44 038.06	184 378.55
Túnel de congelación	100 494.80	420 251.63
Cámara de conservación de producto congelado	10 624.61	44 483.12
Nave de producción	63 930.20	267 662.96
Torre de enfriamiento	132 042	552 833.45
Caldera	61 331.84	256 784.15

Figura 8.12. Diagramas de flujo del proceso de congelación de frutas y de hortalizas





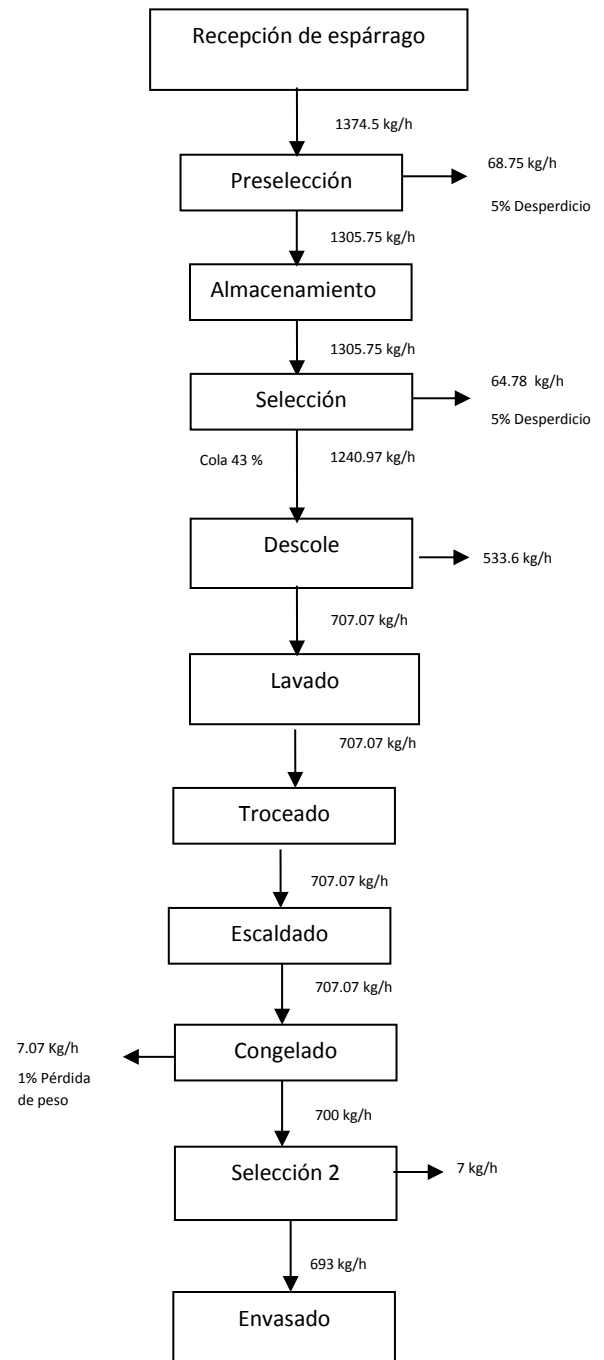
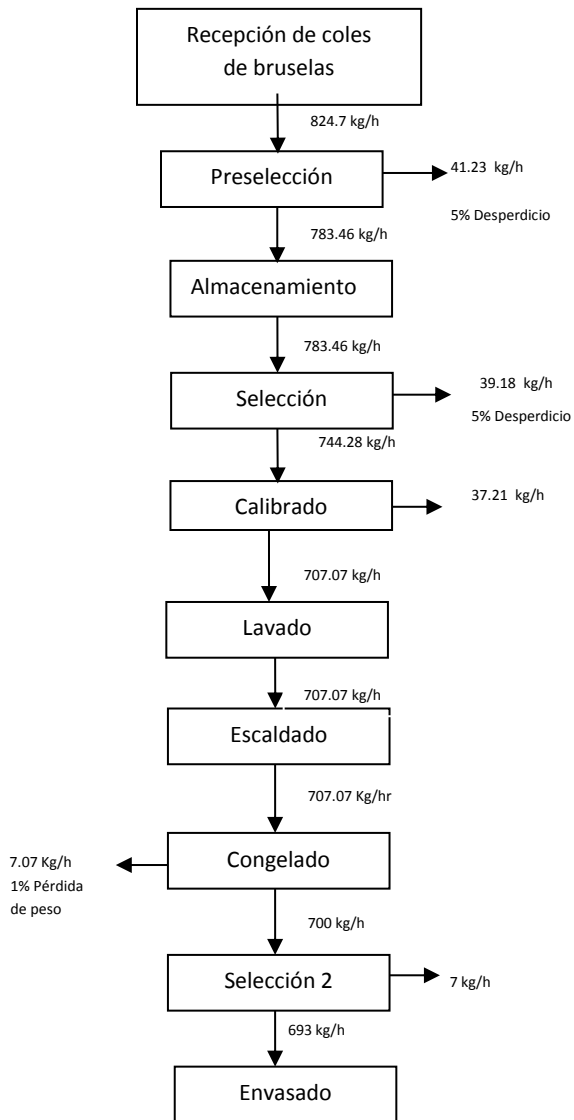


Tabla 8.46. Balance de materia unificado

Fruta u hortaliza	Recepción, kg/h		Preselección, kg/h		Almacenado, kg/h		Selección, kg/h		Calibrado, kg/h			
	E <sup>1</sup>	S <sup>2</sup>	E	S	E	S	E	S	E	S		
Uva	905.26		905.26	860.95	44.31	860.95	860.95	817.90	43.05	817.90	777.00	40.90
Piña	1 399.00		1399.00	1 329.00	70.00	1 329.00	1 329.00	1 262.60	66.45	N.A.	N.A.	N.A.
Manzana	932.63		932.63	886.00	46.63	886.00	886.00	817.90	44.30	N.A.	N.A.	N.A.
Apio	1 305.77		1 305.77	744.29	561.48	744.29	744.29	707.07	37.21	N.A.	N.A.	N.A.
Coles de Bruselas	824.70		824.70	783.46	41.23	783.46	783.46	744.28	39.18	744.28	707.07	37.21
Espárrago	1 374.50		1 374.50	1 305.75	68.75	1 305.75	1 305.75	1 240.97	64.78	N.A.	N.A.	N.A.

Fruta u hortaliza	Pelado y descorazonado, kg/h		Descole, kg/h			Lavado, kg/h		Troceado, kg/h		Escaldado, kg/h	
	E	S	E	S		E	S	E	S	E	S
Uva	777.00	707.07	69.93	N.A.	N.A.	N.A.	707.07		N.A.		N.A.
Piña	1262.60	707.07	555.53	N.A.	N.A.	N.A.	707.07		707.07		N.A.
Manzana	817.90	707.07	134.63	N.A.	N.A.	N.A.	707.07		707.07		707.07
Apio	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	707.07		707.07		707.07
Coles de Bruselas	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	707.07		N.A.		707.07
Espárrago	N.A.	N.A.	N.A.	1 305.75	707.07	533.6	707.07		707.07		707.07

Fruta u hortaliza	Enfriado, kg/h		Congelado, kg/h		Selección 2, kg/h		Envasado, kg/h		Almacenado, kg/h		
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	
Uva	N.A.		707.07	700.00	7.07	700.00	693.00	7	693.00		693.00
Piña	N.A.		707.07	700.00	7.07	700.00	693.00	7	693.00		693.00
Manzana	707.07		707.07	700.00	7.07	700.00	693.00	7	693.00		693.00
Apio	707.07		707.07	700.00	7.07	700.00	693.00	7	693.00		693.00
Coles de Bruselas	707.07		707.07	700.00	7.07	700.00	693.00	7	693.00		693.00
Espárrago	707.07		707.07	700.00	7.07	700.00	693.00	7	693.00		693.00

1. Entrada

2. Salida

## 8.12. Drenajes y tuberías de equipos

### 8.12.1. Drenajes

Los drenajes se diseñan para coleccionar los derrames que pudiera haber en los equipos y para conducir los líquidos que provengan de su limpieza o del aseo de zonas cercanas a estos, así como para coleccionar las aguas residuales del proceso. Para estos fines se contemplan dos tipos de drenajes: los cerrados y los abiertos.

#### *Drenaje cerrado*

Las corrientes de agua residual de proceso fluyen por este tipo de drenaje, el que se distribuye adecuadamente por la planta y está provisto de trampas contra gases, sólidos, grasas y rejillas antiplagas, es de PVC liso y rígido para evitar la acumulación de residuos y la formación de malos olores, la pendiente que se aplica en la instalación de la tubería es de por lo menos de 3% para asegurar el flujo continuo de las aguas residuales.

Las tuberías y los accesorios destinados a las aguas residuales de uso doméstico provenientes del área de administración y de las de servicios generales (comedor y sanitarios) son de PVC sanitario en los diámetros que se muestran en la Tabla 8.47. El agua se conduce a la planta tratadora para su manejo ulterior, en ningún momento forma parte de las líneas de drenaje de agua residual de proceso.

Tabla 8.47. Diámetros de tuberías de desagüe por mueble

Mueble	Unidad de descarga <sup>1</sup>	Diámetro de Tubería (mm)
Lavabo	1	32
Mingitorio	3	50
Inodoro con fluxómetro	6	100
Tarja	2	38

Nota: 1.-Una unidad de descarga equivale a 28 l/min.

#### *Drenaje abierto*

El agua pluvial que se acumule en los techos de la planta, se conduce por medio de canalones hacia las tuberías cerradas bajantes, para su almacenamiento y uso posterior, estos serán de PVC de sección semicircular de 10 cm (4 in) de diámetro con una pendiente de 2 a 4 %. En el caso de que se pudiera acumular en lugares abiertos como el patio o fuera de los espacios de proceso y de oficinas, se recolecta por medio de drenajes abiertos de concreto cubiertos con rejillas, de manera que no dificulten el libre acceso de los operadores.

### 8.12.2. Tuberías de equipo

La guía de instalación del sistema de refrigeración Bohn (2008)<sup>8</sup>, indica que la tubería de conducción de los refrigerantes R507 y R22 a la cámara de conservación de materias primas y a la de producto congelado, sea de cobre para refrigeración tipo “L” o “K”, en los diámetros especificados en la Tabla 8.48. Los soportes de la tubería deben colocarse cada 153 cm (5 ft) para diámetros de 1.0 cm a 2.2 cm

(3/8" a 7/8") y cada 214 cm (7 ft) para diámetros de 2.9 cm a 3.5 cm (1 1/8" a 1 3/8"). Las líneas de succión deben tener una pendiente de 6 mm (1/4") por cada 305 cm (10 ft) de longitud entre el evaporador y el compresor. Las líneas que conducen el refrigerante líquido deben aislarse con "Armaflex" Armstrong -para reducir la transferencia de calor hacia el exterior y prevenir el "Flasheo"- o con otro similar de 1.3 cm (1/2"), o mayor, de espesor.

Las tuberías de entrada de agua y de salida de vapor de la caldera deben ser de acero al carbón sin costura, en cambio las de entrada, salida, reposición, drenaje y purga de agua de la torre de enfriamiento de PVC hidráulico, en los diámetros especificados en la Tabla 8.48.

Tabla 8.48. Diámetros especificados para tuberías

Etapa del proceso	Equipo	Diámetro de tubería (cm/in)	
Conservación de materias primas	Unidad condensadora enfriada por aire, marca Bohn, modelo SWN0310M6	Succión	3.5 (1 3/8)
		Líquido	1.6 (5/8)
	Evaporador marca Bohn, modelo BML250	Succión	3.5 (1 3/8)
		Líquido	2.9 (1 1/8)
		Drenaje	1.9 (3/4)
	Conservación de producto de producto congelado	Unidad condensadora enfriada por aire, marca Bohn, modelo SWN0311L6	Succión
Líquido			1.3 (1/2)
Evaporador marca Bohn, modelo BML250		Succión	3.5 (1 3/8)
		Líquido	2.9 (1 1/8)
		Drenaje	1.9 (3/4)
Congelamiento de frutas y de hortalizas		Condensador casco y tubos	Entrada refrigerante
	Salida refrigerante		3.8 (1 1/2)
	Agua de enfriamiento		5.1 (2)
	Compresor de doble etapa, marca Mycom, modelo 62WB	Aspiración baja presión	10.2 (4)
		Descarga baja presión	6.4 (2 1/2)
		Aspiración alta presión	6.4 (2 1/2)
		Descarga alta presión	5.1 (2)
	Escaldado	Caldera, marca PIMMSA, modelo CPV7.5	Salida de vapor
Entrada de agua			1.9 (3/4)
Purga de fondo			1.9 (3/4)
Salida de vapor			17.8 (7)
Entrada de agua			6.4 (2 1/2)
Enfriamiento agua	Torre de enfriamiento, marca Reymosa, modelo HRFG-404103	Salida de agua	6.4 (2 1/2)
		Rebosadero	1.9 (3/4)
		Reposición de agua	1.3 (1/2)
		Drenaje	2.5 (1)
		Purga	1.3 (1/2)

### 8.13. Instalación eléctrica

La fuente del suministro de energía eléctrica es la línea de alta tensión, de la que se conecta una derivación hasta el centro de transformación, de la barra colectora de baja tensión de éste, se enchufa el cable que conduce la energía hasta el tablero de control general para todos los circuitos. Se requiere un regulador de tensión eléctrica de 15 kVA para proteger los equipos de las posibles variaciones.

El diseño de la instalación eléctrica, se realiza conforma a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999<sup>67</sup>, Instalación eléctrica (Utilización).

#### 8.13.1. Alumbrado

El diseño del alumbrado de los diferentes espacios de trabajo de la planta se realiza de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008<sup>77</sup> que establece las condiciones de iluminación en los centros de trabajo, Tabla 8.49.

Tabla 8.49. Niveles de iluminación en las diferentes áreas de trabajo

Área	Nivel de iluminación (lux)	Potencia de lámpara (W)	Número de lámparas	Potencia total (W)
<b>Oficinas</b>				
Oficina del gerente general	300	32	2	64
Oficina administrativa	300	32	1	32
Oficina gerente de producción	300	32	1	32
Oficina gerente de mantenimiento	300	32	1	32
Oficina gerente de ventas	300	32	1	32
Sala de juntas	300	32	4	128
Almacén de limpieza	200	60	1	60
Pasillo	50	32	2	64
Almacén de papelería	200	60	1	60
Oficina del laboratorio	300	32	1	32
Laboratorio	500	2 x 32	2	128
Sala de espera	200	32	2	64
Baños	200	60	2	120
<b>Áreas comunes</b>				
Vestidores de hombres	200	60	2	120
Vestidores de mujeres	200	60	2	120
Comedor	200	32	3	96
<b>Proceso y almacenamiento</b>				
Cuarto de máquinas	500	2 x 32	4	256
Cámara conservación de materias primas	300	32	10	320
Cámara de producto congelado	300	32	10	320
Área de proceso	500	2 x 32	44	2 816
Almacén para productos de limpieza	200	32	2	64
Almacén de materiales	200	2 x 32	2	128
<b>Áreas exteriores</b>				
Vigilancia	200	32	2	64
Zona de maniobras	200	150	2	300



Área	Nivel de iluminación (lux)	Potencia de lámpara (W)	Número de lámparas	Potencia total (W)
Perímetro de la nave de producción	20	150	3	450
Acceso de vehículos	20	150	2	300
Acceso de transeuntes	20	150	2	300
Estacionamiento	20	150	4	600
<b>Total</b>				<b>7 102</b>

En los recintos de bajo nivel de iluminación que no tengan un uso constante, como son almacenes de productos de limpieza, oficina y baños, se usarán lámparas incandescentes con una potencia de 60 W que proporcionan un nivel luminoso de 800 lúmenes.

Para las áreas donde se requieran mayores niveles de iluminación tales como oficinas, laboratorios, vestidores y comedor, se instalan lámparas fluorescentes de 32 W las cuales proporcionan un flujo luminoso de 3 200 lúmenes cada tubo.

En las zonas de uso continuo como son las áreas de producción, de almacenamiento de empaque, de conservación de producto y de materias primas en donde se demanda un nivel de iluminación mayor, se utilizan lámparas de vapor de sodio de alta presión de potencia de 400 W y un flujo luminoso de 45 000 lúmenes.

Las lámparas de las zonas exteriores: estacionamiento, acceso de vehículos, perímetro de la nave de producción y estacionamiento, se seleccionan de vapor de sodio de alta presión con una potencia de 150 W y 14 000 lúmenes.

### 8.13.2. Tomas de corriente por área

Se contemplan tomas de fuerza diferentes a las previstas para las de fuerza motriz fija, las cuales se distribuyen en las áreas de producción donde se considere que puedan facilitar las actividades y las cuales se exponen en la Tabla 8.50.

Tabla 8.50. Tomas de corriente por área

Área	No. de tomas de corriente	Capacidad de la toma de corriente (A)	Tipo de corriente <sup>1</sup>	Potencia en la toma de corriente <sup>2</sup> (W)
<b>Oficinas</b>				
Oficina del gerente general	3		M	750
Oficina administrativa	2		M	500
Oficina gerente de producción	2		M	500
Oficina gerente de mantenimiento	2		M	500
Oficina gerente de ventas	2		M	500
Sala de juntas	4		M	1 000
Almacén de limpieza	1		M	250
Pasillo	1		M	250
Almacén de papelería	1		M	250
Oficina del laboratorio	2		M	500

Área	No. de tomas de corriente	Capacidad de la toma de corriente (A)	Tipo de corriente <sup>1</sup>	Potencia en la toma de corriente <sup>2</sup> (W)
Laboratorio	6		M	1 500
Sala de espera	2		M	500
Baños	2		M	500
Áreas comunes				
Vestidores de hombres	2		M	500
Vestidores de mujeres	2		M	500
Comedor	4		M	1 000
Proceso y almacenamiento				
Cuarto de máquinas	4	60	T	19 433
Área de Proceso	2	30	T	9 717
Almacén de materiales	1	15	T	4 858
Áreas exteriores				
Vigilancia	1		M	250
Total				43 758

Notas:

1. Monofásica (M), Trifásica (T)

2. La potencia de las tomas de corriente monofásica se estima en 250W (máxima potencia) y la correspondiente a la trifásica, se calcula con medio de la fórmula:  $P = \sqrt{3} * I_n * V * \cos \varphi$  considerando una tensión eléctrica de 220V y una intensidad de corriente de 15A

Conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008<sup>77</sup>, cuando un motor se conecta a un circuito derivado por medio de una clavija a un receptáculo y la protección individual contra sobrecarga es omitida, la capacidad de la clavija y del receptáculo no debe ser mayor de 15 A en 120 o 127 V o 10 A en 250 V.

### 8.13.3. Red de alimentación a motores y máquinas

La configuración de la red eléctrica de alimentación a motores y a máquinas consiste en líneas que conectan el cuadro de distribución con el de control de éstos, del que se enchufan los cables que conectan a los equipos. Los cables se conducen por tubería tipo conduit aérea de acero inoxidable, la cual se fija al techo de la nave de producción por su bajante cercana a la ubicación de los equipos, dejando un tramo de cable libre para su movimiento.

La potencia requerida para cada uno de los equipos se especifica en la Tabla 8.51.

Tabla 8.51. Potencia de alimentación a motores y máquinas

Equipo		Potencia (W)
Cámara de conservación de materias primas	Ventiladores del evaporador	1 491
	Unidad condensadora	12 677
Cámara de conservación de producto congelado	Ventiladores del evaporador	746
	Unidad condensadora	5 593
Nave de producción	Ventiladores del evaporador	4 774
	Unidades condensadora	12 826
Bandas transportadoras de selección (8)		3 847
Pelador		4 809
Troceador		3 206

Equipo		Potencia (W)
Lavador		1 491
Escaldador		246
Dosificador y envasador		641
Bomba de vacío de la selladora de bolsas		559
Detector de metales		160
Túnel de congelamiento		30 000
Torre de enfriamiento		1 924
Selladora		211
Elevador de cangilones		962
Compresor	Aire	39 440
	Amoniaco	962
Bomba	Agua de caldera	481
	Sumergibles (2) tratamiento de agua	2 236
	Centrífuga tratamiento de agua	481
	Sistema lavado	1 924
	Bio reactor A/S	559
<b>Total</b>		<b>132 246</b>

#### 8.13.4. Transformador

La suma de las potencias de las cargas de alumbrado, de las toma de corriente y de la alimentación a motores y a máquinas, así como la potencia aparente de cada uno de estos conceptos, tomando en cuenta el factor de simultaneidad y el factor de potencia, se muestran en la Tabla 8.52.

Tabla 8.52. Potencia aparente total

Cargas	P (W)	Factor de simultaneidad	P <sub>r</sub> (W)	Factor de potencia	Potencia aparente (VA)
Alumbrado	6 802	0.8	5 492	0.85	6 402
Toma de corriente	43 758	0.5	21 879	0.85	25 740
Alimentación a motores	132 246	1.0	132 246	0.85	155 583
<b>Total</b>					<b>187 726</b>

De la potencia aparente total, se determina la potencia del transformador en 188 kVA considerando un rendimiento del 95 %, sin embargo se estima que un 3% de margen para posibles modificaciones al proceso es recomendable, por lo tanto el transformador trifásico sumergido en aceite que se instalaría en la planta congeladora sería de 200 kVA.

### 8.13.5. Instalaciones

#### Pisos

La losa de hormigón del cimiento de la nave de producción y de las cámaras de conservación de materias primas y de producto congelado, será recubierta por una resina epóxica que al ser aplicada se mezcla con un catalizador y un pigmento epóxico para acelerar el secado y dar el color deseado, la última capa del material se aplicada con un rodillo epóxico mata burbujas, para evitar su formación y para dar un acabado antiderrapante de cáscara de naranja.



Fotografía 8.15. Piso epóxico con terminación de cáscara de naranja

El recubrimiento epóxico asegura que el piso sea impermeable, homogéneo y con pendiente hacia el drenaje, los vértices entre las paredes y el piso se redondean para evitar la acumulación de materia orgánica, permitir su fácil limpieza y desinfección, con lo cual se cumple con lo establecido en la NOM-120-SSA1-1994<sup>70</sup> (Tabla 8.37).



Fotografías 8.16. Vertices de piso redondeados

#### Nave de producción

La nave de producción se construye con panel estructural con un núcleo de poliestireno de 10.2 cm (4 in) para el plafón y de 7.6 cm (3 in) para los muros, con una densidad de  $19 \text{ kg/m}^3$ , acabado exterior

con lámina pintro calibre 26 e interior de lainer panel liso de 3 mm de espesor para el plafón, los muros con terminado en una cara de lainer panel, sellada con silicón antihongos por dentro y por fuera. Se requieren molduras de acero inoxidable en los ángulos interiores y exteriores para la unión de los paneles.

La nave cuenta con dos puertas corredizas, terminadas en la parte interior con lainer panel y en la parte exterior con lámina pintro, dos ventanas de acrílico con aluminio y cortinas plásticas de baja temperatura en cada una de las entradas. Así mismo, la estructura que la cubre, es de tipo americano fabricada con acero estructural de 22 m de ancho y 43 de largo. Pilares cimentados con una separación de 6 m en sentido longitudinal, se requieren láminas galvanizadas impermeabilizadas para la protección de la lluvia y de la luz solar, se deben instalar barreras en la armadura metálica para evitar el ingreso y la anidación de aves o algún otro animal (Fotografía 8.17).

### Servicios auxiliares

Las líneas y las tuberías de alimentación de energía eléctrica, agua, vapor, refrigerante y aire comprimido a la nave de producción, se instalan en el espacio comprendido entre el plafón de la misma y el techo de estructura metálica (Fotografía 8.17), de donde descienden a la ubicación del equipo que lo requiera, de forma tal que no se soporte sobre el piso.



Fotografía 8.17. Espacio entre plafón y techo de estructura metálica

Los materiales de las líneas y las tuberías dentro de la nave de producción tendrán que ser de materiales sanitarios, de manera contraria los materiales de las que se encuentran por fuera, no requieren consideraciones especiales.

## 9. Diagramas

Los diagramas y planos que representan gráficamente la microlocalización de planta, el flujo de proceso y de los servicios auxiliares, la distribución de los equipos de proceso y auxiliares y la instalación, se presentan en el Anexo A-5.

## 10. Evaluación económica

### 10.1. Precios de la materia prima

Los precios de las frutas y de las hortalizas son sumamente variables, lo que hace que estos sean difícilmente predecibles, están influenciados directamente por factores como las temporadas de cosecha, su procedencia, la oferta y la demanda del mercado. El Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM)<sup>66</sup> de la Secretaría de Economía en su sitio de internet, expone el comportamiento de los precios de frutas y de hortalizas en los mercados de abastos de mayor importancia de México, según entrevistas directas con los comerciantes del mercado de abastos de la ciudad de Morelia, Michoacán los datos que el SNIIM proporciona suelen variar en un 20 % en algunas variedades, sin embargo estos registros son una fuente confiable en la cual se puede fundamentar este estudio de factibilidad.

Los anuarios estadísticos consultados son los correspondientes al mercado de abastos de la ciudad de Morelia, Michoacán, ya que es el centro de distribución de frutas y de hortalizas más cercano a la microlocalización (Apartado 6.2.9) propuesta para la planta.

#### Apio

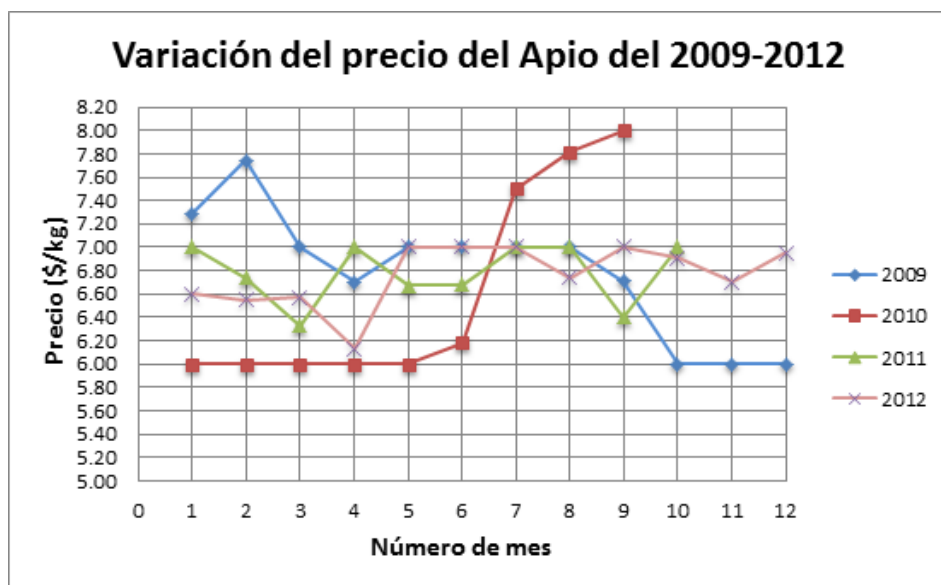
De los precios del apio de 2009 al 2012, presentados en la Tabla 10.1, se observa que el precio se mantuvo relativamente constante en ese periodo, el valor más bajo registrado fue de \$6.00/kg, de octubre a diciembre del 2009 y en enero a mayo del 2010, en el mes de septiembre de ese mismo año se encontraba al más alto precio de \$8.00/kg.

Tabla 10.1. Precio del apio en el periodo 2009-2012

Precio del apio en el periodo 2009-2012				
Mes	Precio (\$/kg)			
	2009	2010	2011	2012
Enero	7.29	6.00	N.D.	6.60
Febrero	7.74	6.00	N.D.	6.55
Marzo	7.00	6.00	7.00	6.57
Abril	6.70	6.00	6.74	6.13
Mayo	7.00	6.00	6.33	7.00
Junio	7.00	6.18	7.00	7.00
Julio	7.00	7.50	6.67	7.00
Agosto	7.00	7.82	6.68	6.74
Septiembre	6.71	8.00	7.00	7.00
Octubre	6.00	N.D	7.00	6.91
Noviembre	6.00	N.D	6.40	6.70
Diciembre	6.00	N.D	7.00	6.95
<i>Precio máximo anual</i>	7.74	8.00	7.00	7.00
<i>Precio mínimo anual</i>	6.00	6.00	6.33	6.13
<i>Precio promedio anual</i>	6.80	6.68	6.76	6.73

Fuente: Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM)<sup>66</sup>

La Gráfica 10.1 representa la variación de los precios de esta hortaliza en el periodo 2009 al 2012, en ésta se observa más fácilmente, que estos no tienen un orden predecible y que no están sujetos a algún factor determinante.



Gráfica 10.1. Variación del precio del apio

## Manzana

El registro de los precios de la manzana para el mismo periodo, 2009 -2012, expuesto en la Tabla 10.2, muestra que los valores de menor cuantía están agrupados en los meses de enero y febrero, con excepción del año 2011, en el que se presentan en el mes de mayo, por otro lado, los valores máximos se identifican en el tercer trimestre del año, por igual para todo el periodo.

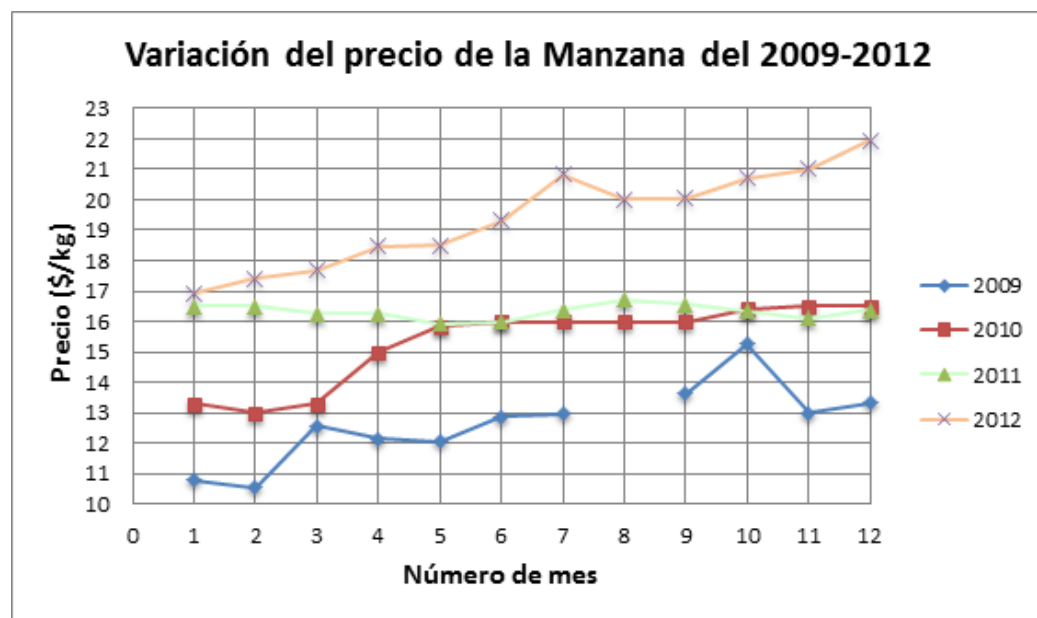
Tabla 10.2. Precio de la manzana en el periodo 2009-2012

Precio de la manzana en el periodo 2009-2012				
Mes	Precio (\$/kg)			
	2009	2010	2011	2012
Enero	10.80	13.29	16.51	16.93
Febrero	10.53	13.00	16.49	17.42
Marzo	12.58	13.30	16.25	17.69
Abril	12.15	14.98	16.25	18.47
Mayo	12.05	15.85	15.94	18.5
Junio	12.86	16.00	16.00	19.33
Julio	12.97	16.00	16.38	20.82
Agosto	N.D	16.00	16.70	20.00
Septiembre	13.62	16.00	16.57	20.05
Octubre	15.27	16.40	16.36	20.70

Precio de la manzana en el periodo 2009-2012				
Mes	Precio (\$/kg)			
	2009	2010	2011	2012
Noviembre	13.00	16.50	16.10	21.02
Diciembre	13.32	16.50	16.39	21.95
<i>Precio máximo anual</i>	15.27	16.50	16.57	21.95
<i>Precio mínimo anual</i>	10.53	13.00	15.94	16.93
<i>Precio promedio anual</i>	12.69	15.24	16.25	19.41

Fuente: Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM)<sup>66</sup>

Las tendencias antes mencionadas se contraponen con el análisis de los factores determinantes de los precios que se realiza al principio del capítulo, ya que dos de los meses de la temporada de cosecha corresponden a los meses en que los precios de la manzana son más altos (Gráfica 10.2).



Gráfica 10.2. Variación del precio de la manzana

## Piña

Los precios más altos en el periodo de análisis (Tabla 10.3) se identifican en el cuarto trimestre de cada año, en cambio en el año 2012, el mes con un valor más elevado es enero, los meses en los que la piña es más económica varían para cada año.

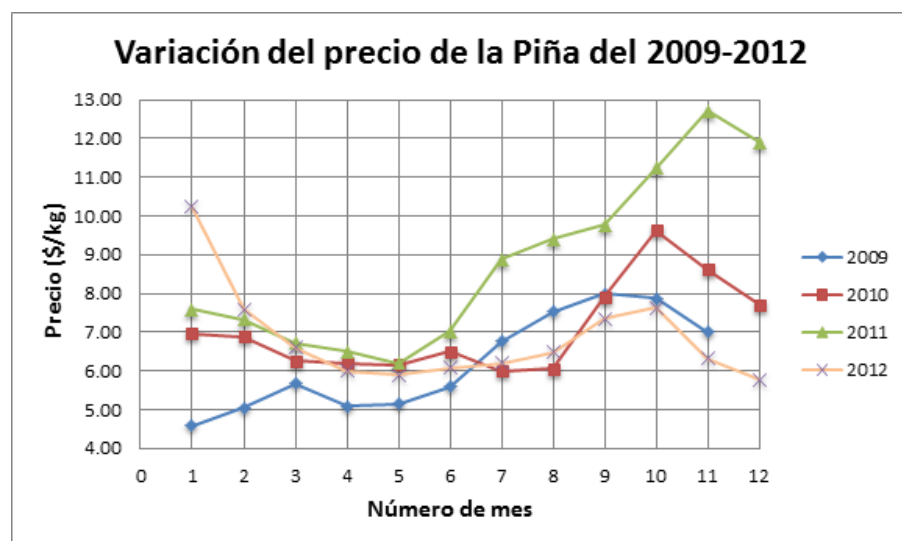


Tabla 10.3. Precio de la piña en el periodo 2009-2012

Precio de la piña en el periodo 2009-2012				
Mes	Precio (\$/kg)			
	2009	2010	2011	2012
Enero	N.D.	6.97	7.58	10.24
Febrero	4.58	6.89	7.32	7.60
Marzo	5.05	6.25	6.73	6.60
Abril	5.68	6.20	6.50	6.00
Mayo	5.08	6.15	6.19	5.89
Junio	5.16	6.50	7.03	6.07
Julio	5.59	6.00	8.88	6.20
Agosto	6.76	6.05	9.41	6.48
Septiembre	7.52	7.92	9.76	7.35
Octubre	8.00	9.62	11.24	7.63
Noviembre	7.87	8.62	12.72	6.32
Diciembre	7.00	7.72	11.91	5.78
<i>Precio máximo anual</i>	7.87	9.62	12.72	10.24
<i>Precio mínimo anual</i>	4.58	6.00	6.50	5.78
<i>Precio promedio anual</i>	6.21	7.18	8.89	7.01

Fuente: Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM)<sup>66</sup>

Si el análisis se enfocara a identificar un comportamiento global de los precios, se puede decir que los meses donde los precios se encuentran más bajos son de marzo a abril, puntos de inflexión de la Gráfica 10.3, así mismo se observa que en la mayoría de los años el valor de la fruta es alto al principio, con excepción del año 2009 que va incrementando, sin embargo los años 2010, 2011 y 2012 registran una disminución en su último trimestre y el 2009 en su último mes.



Gráfica 10.3. Variación del precio de la piña

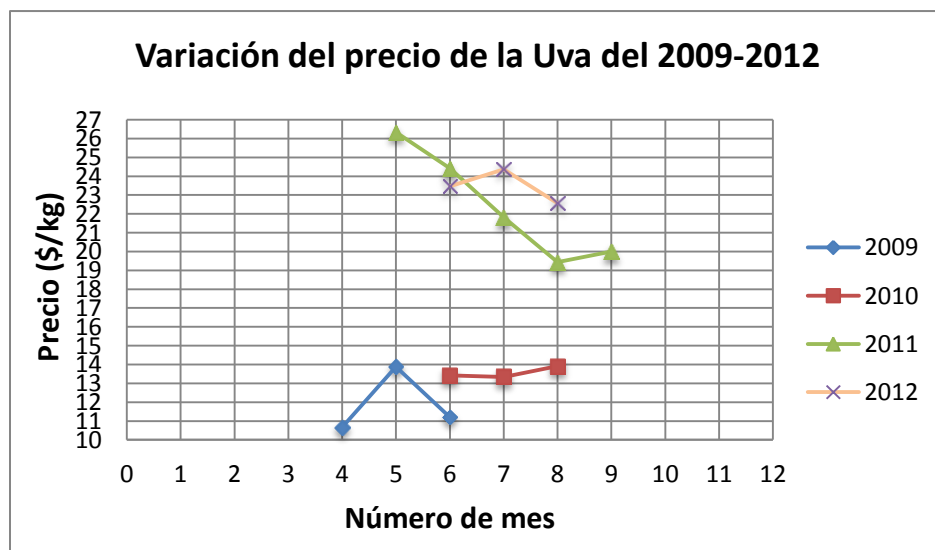
## Uva

Los anuarios estadísticos de la uva proporcionados por el SNIIM<sup>66</sup>, sólo registran datos para los meses de mayo a septiembre, los cuales corresponden a la temporada de cosecha, los precios máximos y mínimos no presentan algún orden predictivo (Tabla y Gráfica 10.4).

Tabla 10.4. Precios de la uva

Precios de la uva en el periodo 2009-2012				
Mes	Precio (\$/kg)			
	2009	2010	2011	2012
Enero	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Febrero	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Marzo	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Abril	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Mayo	10.67	N.D.	26.33	N.D.
Junio	13.89	13.42	24.41	23.47
Julio	11.2	13.34	21.81	24.36
Agosto	N.D.	13.91	19.43	22.57
Septiembre	N.D.	N.D.	20.00	N.D.
Octubre	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Noviembre	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Diciembre	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Precio máximo anual</i>	13.89	13.91	26.33	24.36
<i>Precio mínimo anual</i>	10.67	13.34	19.43	22.57
<i>Precio promedio anual</i>	12.06	13.58	22.53	23.47

Fuente: Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM)<sup>66</sup>



Gráfica 10.4. Variación del precio de la uva

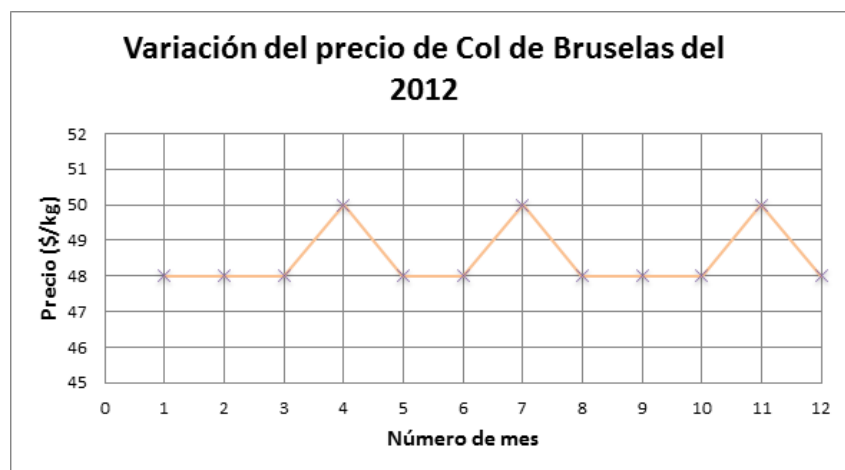
## Col de bruselas

Los precios de las coles de bruselas se mantienen prácticamente constantes, entre \$48.00/kg y \$50.00/kg, a esta variedad de hortaliza le corresponde una temporada de cosecha larga, que va desde noviembre hasta mayo, dentro de este tiempo el primer trimestre es en el que se mantienen constantes y bajos, tal como se puede ver en la Tabla y en la Gráfica 10.5.

Tabla 10.5. Precios de la col de bruselas

Precios del año 2012 de la col de bruselas	
Mes	Precio (\$/kg)
Enero	48
Febrero	48
Marzo	48
Abril	50
Mayo	48
Junio	48
Julio	50
Agosto	48
Septiembre	48
Octubre	48
Noviembre	50
Diciembre	48
<i>Precio máximo anual</i>	50
<i>Precio mínimo anual</i>	48
<i>Precio promedio anual</i>	48.5

Fuente: Entrevista personal con los comerciantes del mercado de abastos de Morelia, Michoacán



Gráfica 10.5. Variación del precio de la col de bruselas

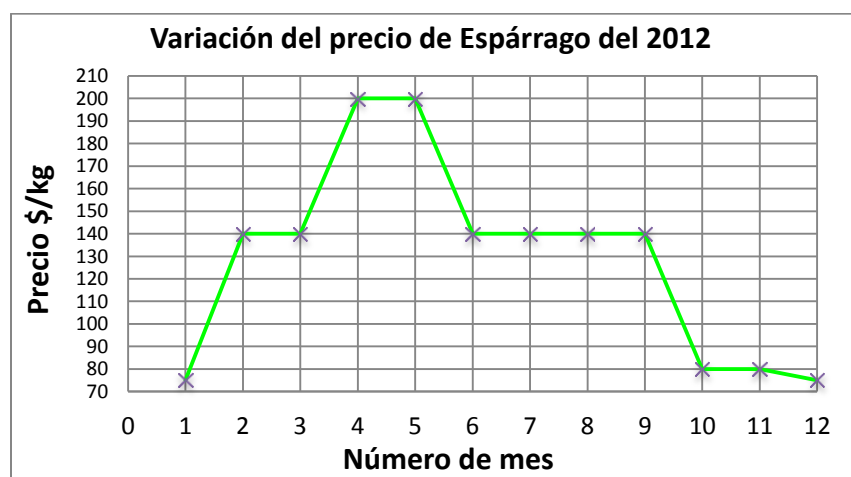
## Espárrago

Al igual que la col de bruselas, el espárrago tiene una temporada larga de cosecha, variando considerablemente el precio, dependiendo el estado de origen, presentando diferencias considerables,

su precio más bajo es de \$75/kg los meses de diciembre y enero y el más alto de \$200 en abril y mayo.

Tabla 10.6. Precios del espárrago en el 2012

Precios del espárrago en el año 2012	
Mes	Precio (\$/kg)
Enero	75
Febrero	140
Marzo	140
Abril	200
Mayo	200
Junio	140
Julio	140
Agosto	140
Septiembre	140
Octubre	80
Noviembre	80
Diciembre	75
<i>Precio máximo</i>	200
<i>Precio mínimo</i>	75
<i>Precio promedio</i>	129.17



Gráfica 10.6. Variación del precio del espárrago

Los anuarios estadísticos correspondientes para las coles de bruselas y los espárragos no están disponibles en el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM)<sup>66</sup> por lo que se toma el valor consultado directamente a los comerciantes de la central de abastos de la ciudad de Morelia.

Los precios que se consideran en los cálculos de la factibilidad económica de la planta (Tabla 10.7), son el promedio de los valores de los meses de temporada de cosecha del año 2012 (Tabla 8.43) que son los más bajos (Tabla 10.1 a 10.6), la Tabla 8.44 muestra los que cumplen el criterio antes mencionado.

Tabla 10.7. Precios de materias primas

Fruta u hortaliza	Precio del mes de producción (\$/kg)	Mes	Precio del mes de producción (\$/kg)	Mes	Precio promedio (\$/kg)
Apio	6.91	Octubre	6.70	Noviembre	6.81
Manzana	20.00	Agosto	20.50	Septiembre	20.25
Piña	7.60	Febrero	6.60	Marzo	7.10
Uva	24.36	Julio	22.57	Agosto	23.47
Espárrago	75.00	Enero	75.00	Diciembre	75.00
Col de bruselas	48.00	Marzo	50.00	Abril	49.00

Las horas totales de producción anuales de la planta se determinan del programa de producción, expuesto en la Tabla 8.44, y en este apartado se reitera que los meses cuando la producción es compartida por distintas variedades de materia prima, ésta se reparte equitativamente.

El requerimiento total de materias primas para las diferentes variedades se muestra en la Tabla 10.8, la necesaria anual es el resultado del producto del abastecimiento horario (Tabla 8.46) por las horas de producción (Tabla 10.8), de manera similar se obtiene la producción total anual, donde se multiplica esta última por la cantidad de producto terminado por hora (Tabla 8.46).

Tabla 10.8. Materia prima necesaria y producción total

Fruta u hortaliza	Producción			Materia prima necesaria		Producción total anual (kg)
	Meses	Días	Horas	(kg/h)	Anual (kg)	
Apio	octubre-noviembre	61	976	1 305.77	1 274 431.52	676 368
Manzana	agosto-septiembre	61	728	932.63	678 954.64	504 504
Piña	febrero-marzo	59	696	1 399.00	973 704.00	482 328
Uva	julio-agosto	62	744	905.26	673 513.44	515 592
Espárrago	diciembre-enero	62	992	1 374.50	1 363 504.00	687 456
Col de Bruselas	marzo-abril	61	728	824.70	600 381.60	504 504

## 10.2. Costos de producción

### 10.2.1. Costos fijos

#### 10.2.1.1. Mano de obra directa

De acuerdo con la Sección 8.6 del presente trabajo, la mano de obra de producción es de 167 empleados y la de limpieza de 15 por día, en dos turnos de ocho horas, los gastos mensuales de mano de obra se exponen en la Tabla 10.9.

Tabla 10.9. Costo mensual de mano de obra directa

Horas de producción por día	Empleado requeridos por día	Sueldo mensual por empleado (\$)	Costo mensual de mano de obra de producción (\$)	Número de empleados de limpieza por día	Sueldo mensual por empleado (\$)	Costo mensual de personal de limpieza (\$)
16	167	5 000	835 000	15	5 000	75 000

Los costos totales de mano de obra directa, se calculan de la suma anual del los costos de mano de obra de producción y de limpieza (Tabla 10.10).

Tabla 10.10. Costo de mano de obra directa

Mes	Días por mes	Horas por día	Costo mensual de mano de obra directa (\$)
Enero	31	16	910 000
Febrero	28	16	910 000
Marzo	31	16	910 000
Abril	30	16	910 000
Mayo	31	No hay producción	
Junio	30	No hay producción	
Julio	31	16	910 000
Agosto	31	16	910 000
Septiembre	30	16	910 000
Octubre	31	16	910 000
Noviembre	30	16	910 000
Diciembre	31	16	910 000
<i>Total anual</i>			9 100 000

### 10.2.1.2. Mano de obra indirecta

La mano de obra indirecta requerida para la óptima operación de la planta y los sueldos mensuales se indica en la Tabla 10.11, en los estimados anuales para este rubro se toma en cuenta que todos los meses del año se requiere de sus servicios.

Tabla 10.11. Costo de mano de obra indirecta

Número de puestos	Puesto	Sueldo mensual (\$)	Costo total mensual (\$)	Costo total anual (\$)
1	Gerente gral.	30 000	30 000	360 000
4	Jefe de depto.	12 000	48 000	576 000
12	Ingenieros	8 000	96 000	1 152 000

Número de puestos	Puesto	Sueldo mensual (\$)	Costo total mensual (\$)	Costo total anual (\$)
5	Auxiliar administrativo	6 000	30 000	360 000
Total			204 000	2 448 000

### 10.2.1.3. Auditorías de calidad

Las exigencias de los clientes y la necesidad de verificar que los productos y el proceso cumplan con los estándares de calidad, hacen necesario la participación de un organismo externo imparcial encargado de avalarlos, la Tabla 10.12 muestra la periodicidad de las auditorías de calidad y el costo total de éstas.

Tabla 10.12. Costo de las auditorías de calidad

Auditorías de calidad			
Número por año	Costo unitario (\$)	Vigencia (meses)	Costo total anual (\$)
4	90 000	3	360 000

### 10.2.1.4. Costos de pruebas de laboratorio

La Sección 8.5 muestra las pruebas microbiológicas necesarias para determinar la calidad e inocuidad del producto y del agua de proceso, los costos para cada una fueron determinados suponiendo que éstas se realizan en el laboratorio de la planta con la frecuencia señaladas en la Tabla 10.13.

Tabla 10.13. Costos de pruebas de laboratorio

	Costo por prueba (\$)	Número de prueba por semana o turno	Costo total (\$/semana)
<b>Pruebas para agua</b>			
Coliformes totales en agua	110.00	1	110.00
Cloro en agua	55.00	1	55.00
pH agua	50.00	1	50.00
<b>Pruebas microbiológicas</b>			
<i>Listeria monocytogenes</i> , método rápido	277.50	4	15 540
<i>E. coli</i>	140.00	4	7 840
<i>Salmonella</i>	175.00	4	9 800
Hongos y levaduras en placa	112.50	4	6 300
Bacterias Mesofílicas Aerobias en placa	112.50	4	6 300
Coliformes totales en muestras de alimentos	110.00	4	6 160
<i>Campylobacter</i>	277.50	4	15 540
Total			181 095

## 10.2.2. Costos variables de producción

El precio de compra de la materia prima es un factor determinante para la optimización de la rentabilidad del proyecto, sin embargo existen costos inherentes al proceso de congelación, Tabla 10.16, algunos de estos fueron calculados para los consumos de esta planta en particular los que son descritos a continuación y otros fueron adaptados de plantas similares de congelación.

### 10.2.2.1. Agua

El requerimiento total de agua de la planta, para sus diferentes usos y con sus diferentes calidades es de 11 513.5 l/h o de 92.10 m<sup>3</sup> por turno, el precio de agua por metro cúbico es el correspondiente a la zona de disponibilidad 5 (Ley Federal de Derechos, 2012)<sup>10</sup>, dentro de la cual se encuentra el municipio de Álvaro Obregón (microlocalización de la planta), el costo total por kg de producto, se calcula dividiendo el resultado de la multiplicación del consumo total por turno, por el precio del agua entre la producción total en este periodo, Tabla 10.14.

Tabla 10.14 Costo del agua

Costo del agua			
Consumo total (l/h)	Consumo total (m <sup>3</sup> )	Precio de agua (\$/m <sup>3</sup> )	Costo total por kg de producto (\$)
11 513.50	92.11	8.88	0.15

### 10.2.2.2. Costos del empaque

La bolsa y la caja corrugada mencionada en secciones anteriores tienen el costo indicado en la Tabla 10.15.

Tabla 10.15. Costos del empaque

Costo del empaque			
	Precio el millar (\$)	Capacidad de la bolsa (kg)	Precio por kg de producto (\$/kg)
Bolsa	1 920	1.36	1.41
Cajas	10 177	10.88	0.94

Como se comentó al principio de este subcapítulo, los costos por: el consumo de energía eléctrica, el material de limpieza, los uniformes, el material de protección, el control de plagas, los servicios auxiliares y la recolección de los residuos, fueron adaptados de una planta que utiliza un túnel de congelamiento con nitrógeno líquido, para frutas y para hortalizas, los costos por imprevistos se estiman en un 10% de los costos totales (Tabla 10.16), algunos de ellos están estimados por kg de producto aunque sean propiamente costos fijos de producción, debido a que así fueron proporcionados por la fuente.



Tabla 10.16. Costos de producción

Costos de producción por kg de producto (\$/kg)	
Energía eléctrica	1.10
Bolsa	1.41
Caja	0.94
Agua	0.15
Material de limpieza	0.37
Uniformes y material de protección	0.07
Control de plagas	0.02
Recolección de los residuos	0.05
Servicios auxiliares	0.13
Imprevistos	0.96
<i>Total</i>	5.20

El costo total de producción anual (Tabla 10.17) involucra el costo de las materias primas, el costo anual de producción y los costos fijos, este último se calcula multiplicando el costo total de producción por kg de producto (Tabla 10.16) por la cantidad de producto congelado de cada variedad (Tabla 10.8).

Tabla 10.17. Costos totales de producción

Fruta u hortaliza	Costo anual de materias primas (\$)	Costos anuales de producción (\$)	Costos totales de producción (\$)
Apio	8 672 506.49	6 503 125.33	15 175 631.82
Manzana	13 748 831.46	4 850 691.84	18 599 523.30
Piña	6 913 298.40	4 637 474.62	11 550 773.02
Uva	15 803 992.87	4 957 300.46	20 761 293.33
Espárrago	102 262 800.00	6 609 733.94	108 872 533.94
Col de Bruselas	29 418 698.40	4 850 691.84	34 269 390.24
Total	176 820 127.62	32 409 018.03	209 229 145.66

### 10.3. Costo del Equipo

Los costos de los equipos de proceso y de servicios auxiliares que intervienen en el proceso de congelación de frutas y de hortalizas descritos en el Capítulo 8, así como, los equipos requeridos en el laboratorio de calidad, se presentan en la Tabla 10.18 en pesos mexicanos, euros o dólares, al tipo de cambio de \$12.63 MXN/USD y de \$16.60 MXN/ EUR, respectivamente, valores del Banco de México para el día 08 de marzo del 2013.

Tabla 10.18. Costos de equipo

Equipos de proceso y de servicios auxiliares	Costo en:		
	USD (\$)	EUR (€)	MXN (\$)
Unidad condensadoras marca Bohn modelo BZT-0860H23	14 300		180 609
Evaporadores marca Bohn modelo BHA-1400	24840		313729
Unidad condensadora marca Bohn modelo BZT-0860M6	14300		180609
Evaporadores marca Bohn modelo BME-620	15 020		189 703

Equipos de proceso y de servicios auxiliares	Costo en:		
	USD (\$)	EUR (€)	MXN (\$)
Unidad condensadoras marca Bohn modelo BZT-0750L6	7 325		92 515
Evaporadores marca Bohn modelo BME-260	4 600		58 098
Tinas de lavado y enjuagado			18 000
Tina de desinfección			87 000
Banda transportadora de selección			225 000
Tolva de residuos orgánicos			35 000
Elevador de cangilones marca Weigh Right modelo Proposal Q2012-0190	15 900		200817
Pelador-lavador magnuson WSP-2000	23 000		29 0490
Troceadora marca Urschel modelo Diversa cut 2110	69 980		883 847
Lavadoras alta producción marca Commercial manufacturing	28 000		353640
Escaldador marca ABCO serie L	250 000		3 157 500
Túnel de congelamiento marca Octo Frost modelo 3/2		242 295	4 022 097
Torre de enfriamiento marca Reymsa modelo HRFG-404103			78 000
Dosificador marca Gusther modelo TA2	19 500		246285
Selladora de bolsas marca Multivac modelo C500	26 500		334 695
Compresor de aire marca CAMPBELL HAUSFELD	7 675		96 935
Detector de metales marca Brapenta modelo quattro DSP 2540	18 500		233655
Codificador de bolsas marca Prinjet modelo Máxima Ez Plus	7 500		94 725
Cerradora de cajas marca Little David modelo LD-7D	3 900		49 257
Codificador de cajas marca Little David modelo Microjet II	3 140		39 658
Caldera marca PIMMSA modelo CPV7.5			89 760
Compresor marca Mycom N62WB	35 915		453 606
Unidad de recirculación de amoníaco líquido a baja temperatura			828 584
Bombas para amoníaco	16 900		213 447
Tanque recibidor de amoníaco	2 405		30 375
Planta de pretratamiento de agua			298 421
Planta de tratamiento de aguas residuales	127 263		1607332
Bandas transportadoras de alimentación y de salida	66 000		833 580
Montacargas	35 000		442 050
Hidrolavadora industrial Surteck 4000 W			15 461
Laboratorio de calidad			
Inmunoanalizador multiparamétrico automatizado (minividas)			380 000
Sistema de validación de limpieza ATP ( Por bioluminiscencia)	4 600		58 098
Analizador de oxígeno	4 425		55 888
Penetrómetro			7 225
ph-metro			18 000
Mufla			40 000
Horno			50 000
Campana de flujo laminar			175 000
Incubadora			60 000
Baño maría			38 000

Equipos de proceso y de servicios auxiliares	Costo en:		
	USD (\$)	EUR (€)	MXN (\$)
Homogenizador			42 000
Autoclave			30 000
Micróscopio			30 000
Refrigerador			8 000
Total			17 266 691

#### 10.4. Costo de las instalaciones

La industria alimenticia y de la congelación requieren instalaciones con características especiales para garantizar la salud ocupacional, la seguridad y la sanidad industrial, (Sección 8.7), los costos que implica cumplir con esos requisitos se presentan en la Tabla 10.19.

Tabla 10.19. Costos de instalaciones

Tipo de instalaciones	Costo por instalación	
	USD (\$)	MXN (\$)
Lote de accesorios de refrigeración		81 900
Lote de válvulas, controles y accesorios, para control y manejo del sistema de congelación	39 545	499 453
Mano de obra de instalación del sistema de refrigeración		94 655
Cámara de conservación de materias primas		465 713
Cámara de conservación de producto congelado		535 313
Nave de producción		964 179
Sistema de extracción de aire		59 000
Acondicionamiento epóxico para piso de área de proceso	19 345	244 332
Acondicionamiento epóxico para piso de cámara de conservación de materias primas	3 864	48 802
Acondicionamiento epóxico para piso de cámara de producto congelado	3 864	48 802
Estructura metálica que cubre por la parte superior la nave de producción		665 434
Racks para cámara de conservación de materia prima		43 133
Racks para cámara de conservación de producto congelado		43 133
Transformador		118 423
Instalación eléctrica		690 668
Gastos de construcción		1 726 669
Terreno		800 000
Racks para almacén general		14 949
Total		7 144 557

## 10.5. Financiamiento

El costo total del capital fijo resulta de la suma de los costos de los equipos y de las instalaciones (Tabla 10.20), este es el valor de la inversión que requiere el proyecto.

Tabla 10.20. Costo del capital fijo

Costo total del capital fijo	
Tipo de costo	Monto (\$)
Costo de equipo	17 266 691
Costo por Instalaciones	7 144 557
<i>Total</i>	24 411 248

Se tiene previsto que el cuarenta por ciento de la inversión total correspondiente al capital fijo sea financiada y un sesenta por ciento sea de capital propio, el costo del capital que se aplica en el análisis de los flujos de efectivo del financiamiento es del 10 y 14 % respectivamente, ambos deben de recuperarse en un plazo no mayor a 10 años, el costo promedio ponderado del capital correspondiente a las tasas de descuentos combinadas es de 12.4 %, resultado de la suma de las multiplicaciones de las tasas de interés por las fracciones de participación en la inversión.

$$CPPC = \text{Porcentaje financiado} * \text{interés} + \text{Porcentaje propio} * \text{interés}$$

$$CPPC = 0.4 * 10 + 0.6 * 14$$

$$CPPC = 12.4\%$$

La Tabla 10.21 muestra los flujos de pagos que se tendrán que realizar a la institución que otorgue el financiamiento así como al capital propio.

Tabla 10.21. Anualidades del financiamiento

	Capital propio	Capital prestado	Flujo equivalente
<b>Fracción</b>	0.6	0.4	1.0
<b>Inversión</b>	24 411 248		24 411 248
<b>Tasa anual</b>	14.0%	10.0%	
<b>Plazo</b>	10	10	10
<b>Valor presente</b>	14 646 749	9 764 499	25 638 104
1	2 807 980	1 589 127	4 397 107
2	2 807 980	1 589 127	4 397 107
3	2 807 980	1 589 127	4 397 107
4	2 807 980	1 589 127	4 397 107
5	2 807 980	1 589 127	4 397 107
6	2 807 980	1 589 127	4 397 107
7	2 807 980	1 589 127	4 397 107

	Capital propio	Capital prestado	Flujo equivalente
8	2 807 980	1 589 127	4 397 107
9	2 807 980	1 589 127	4 397 107
10	2 807 980	1 589 127	4 397 107

Los pagos que se tienen que hacer serán de cantidades iguales al fin de cada uno de los años del financiamiento (Tabla 10.21), esta anualidad está constituida por una parte correspondiente al interés o a los costos financieros y otra que se paga al capital prestado, la Tabla 10.22 expone cada una de las cantidades antes señaladas para el plazo del pago del préstamo.

Tabla 10.22. Pagos del financiamiento

Año	Interés	Anualidad	Pago a capital	Deuda después del pago
0	0			9 764 499
1	976 449.94	1 589 127	612 677	9 151 822
2	915 182.20	1 589 127	673 945	8 477 877
3	847 787.69	1 589 127	741 340	7 736 537
4	773 653.73	1 589 127	815 474	6 921 064
5	692 106.37	1 589 127	897 021	6 024 043
6	602 404.28	1 589 127	986 723	5 037 320
7	503 731.97	1 589 127	1 085 395	3 951 924
8	395 192.44	1 589 127	1 193 935	2 757 990
9	275 798.95	1 589 127	1 313 328	1 444 661
10	144 466.12	1 589 127	1 444 661	0

## 10.6. Evaluación económica

La evaluación económica se hará a partir de los flujos de efectivo del proyecto (Tabla 10.25), durante los 15 años de la vida útil de la planta, los métodos utilizados para este fin, toman como base el principio de que las ganancias deben ser mayores que los desembolsos, esto deriva en la aceptación o en el rechazo.

Los criterios de aprobación para este proyecto se especifican enseguida:

1. El Valor Actual Neto (VAN) debe ser mayor o igual a cero, para su cálculo se utiliza la Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR).
2. La TMAR debe ser por lo menos igual a la tasa inflacionaria.
3. El método de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) busca la tasa de descuento o el costo de capital por el cual el VAN es igual a cero, la TIR debe ser mayor que la TMAR.
4. La TMAR establecida como criterio de aceptación será en la que la TIR calculada sea mayor al Costo Promedio Ponderado del Capital (CPPC).
5. La razón Beneficio/Costo debe ser igual o mayor a 1

Aún cuando la TMAR debe ser por lo menos igual a la tasa de inflación, sin embargo es deseable que la inversión tenga un rendimiento mayor que haga crecer la inversión. La TMAR de este análisis se determina con la ecuación siguiente:

$$TMAR = i + f + if$$

Donde :

$i$  = premio al riesgo o ganancia mínima sobre la inversión = 9 %

$f$  = inflación = 6 %

Los pronósticos sobre la inflación general anual para el 2013 y 2014, la ubican en niveles cercanos al 3% (Banco de México, 2013)<sup>4</sup>, la Tabla 10.23 muestra el comportamiento en los últimos cinco años, como se observa los valores se mantuvieron alrededor del 4%, con excepción del año 2009 que se incrementó al 6.20%, para los cálculos posteriores se fija en 6%, el efecto que pueda impactar ésta sobre los flujos de efectivo del proyecto se analizan más a fondo en el análisis de sensibilidad.

Tabla 10.23. Variación de la inflación en el periodo 2008-2012

Comportamiento de la inflación	
Año	Valor %
2008	3.72
2009	6.20
2010	4.83
2011	3.57
2012	3.87

En caso de estudio el capital proviene de varias fuentes, por lo que se suman las TMAR calculadas individualmente y se multiplican por su porcentaje de participación en la inversión, como se muestra en los cálculos subsecuentes.

$$TMAR (\text{capital propio}) = 0.09 + 0.06 + (0.09 * 0.06) = 0.1554 = 15.54\%$$

$$TMAR (\text{capital prestado}) = (0.10 * 0.4) + (0.1554 * 0.6) = 0.1332 = 13.32\%$$

El precio de venta del producto determina los ingresos de la planta (Tabla 10.24), estos son estimados sumando el valor de compra de la fruta o de la hortaliza, los costos de producción y la utilidad deseada, esta última se variará por aproximaciones sucesivas, hasta que el Valor Actual Neto sea aproximadamente igual a cero, tomando la TMAR como el interés para el cálculo, los flujos de efectivo del proyecto se indican en la Tabla 10.25.

Tabla 10.24 Ingresos totales por venta

Fruta u hortaliza	Producción total anual (kg)	Precio de venta por kg (\$/kg)	Ingresos totales por ventas (\$)
Apio	676 368	25.50	17 246 061.80
Manzana	504 504	45.10	22 752 277.07
Piña	482 328	26.53	12 796 747.44
Uva	515 592	51.63	26 618 333.39

Fruta u hortaliza	Producción total anual (kg)	Precio de venta por kg (\$/kg)	Ingresos totales por ventas (\$)
Espárrago	687 456	127.45	87 617 887.25
Col de Bruselas	504 504	87.02	43 903 958.99
Total	3 370 752		210 935 265.95

La depreciación de los equipos y de los edificios e instalaciones, se considera de 10% y 6.67 % respectivamente, se incluyen en los flujos de efectivo de la planta como un costo que en realidad no se está desembolsando, por lo tanto ese dinero se está recuperando, esto causa un pago menor de impuesto sobre la renta y el reparto de utilidades, equivalente al 28 % y 10 % de la utilidad bruta.

Es necesario que en el cálculo de los flujos netos de efectivo proyectados a los 15 años de la vida útil de la planta, se utilicen egresos e ingresos inflados, esto debido a que se ha proporcionado un financiamiento el cual está sujeto a una tasa de interés que depende casi directamente de la tasa inflacionaria (Baca Urbina, 2005)<sup>3</sup>, el estado de resultados se establece en la Tabla 10.26, en éste se especifica el procedimiento de cálculo de los impuestos, del reparto de utilidades, las utilidades antes y después de éstas y, consecuentemente, como ya se había comentado los flujos netos de efectivo, los cuales se pueden ver también en la Tabla 10.25.

En este primer cálculo se considera una producción constante, en el análisis de sensibilidad y en el cálculo del punto de equilibrio se podrá observar los efectos que tiene este factor en las utilidades.

El porcentaje de aumento de la utilidad es de 49.31%, con en que el VAN es igual a 0.009, la razón beneficio costo a 1, la TIR y TMAR a 13.32 %, cumpliendo con el criterio de aceptación del proyecto al superar el 12.4 % del CPPC.

Tabla 10.25. Flujos de efectivo

Año	Egresos								Ingresos						Flujo de efectivo total
	Inversión	Costos financieros (pagos por interés)	Pagos a capital	Pagos a capital propio	Costos variables y fijos	ISR	Reparto de Utilidades	Subtotal	Depreciación de equipo	Depreciación de edificios e instalaciones	Préstamo	Ventas	Recuperación del capital propio	Subtotal	
0	24411248.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24411248.42	0.00	0.00	9764499.37		0.00	9764499.37	-
1	0.00	976449.94	612677.37	2807980.12	209229145.66	37852.11	9733.40	213673838.60	1726669.14	476303.80	0.00	210340781.71	2807980.12	215351734.78	1677896.18
2	0.00	915182.20	673945.11	2807980.12	221782894.40	73682.57	18946.95	226272631.34	1830269.29	504882.03	0.00	222961228.62	2807980.12	228104360.06	1831728.72
3	0.00	847787.69	741339.62	2807980.12	235089868.06	112349.04	28889.75	239628214.29	1940085.45	535174.95	0.00	236338902.33	2807980.12	241622142.86	1993928.57
4	0.00	773653.73	815473.58	2807980.12	249195260.14	154090.33	39623.23	253786081.13	2056490.58	567285.45	0.00	250519236.47	2807980.12	255950992.62	2164911.49
5	0.00	692106.37	897020.94	2807980.12	264146975.75	199166.39	51214.21	268794463.79	2179880.01	601322.57	0.00	265550390.66	2807980.12	271139573.37	2345109.58
6	0.00	602404.28	986723.03	2807980.12	279995794.30	247860.35	63735.52	284704497.59	2310672.81	637401.93	0.00	281483414.10	2807980.12	287239468.96	2534971.37
7	0.00	503731.97	1085395.33	2807980.12	296795541.95	300480.61	77266.44	301570396.43	2449313.18	675646.04	0.00	298372418.95	2807980.12	304305358.30	2734961.86
8	0.00	395192.44	1193934.87	2807980.12	314603274.47	357363.21	91893.40	319449638.51	2596271.97	716184.80	0.00	316274764.09	2807980.12	322395200.99	2945562.48
9	0.00	275798.95	1313328.35	2807980.12	333479470.94	418874.41	107710.56	338403163.34	2752048.29	759155.89	0.00	335251249.93	2807980.12	341570434.24	3167270.90
10	0.00	144466.12	1444661.19	2807980.12	353488239.20	485413.49	124820.61	358495580.73	2917171.19	804705.25	0.00	355366324.93	2807980.12	361896181.48	3400600.76
11	0.00	0.00	0.00	0.00	374697533.55	557415.84	143335.50	375398284.90	0.00	852987.56	0.00	376688304.42	0.00	377541291.98	2143007.09
12	0.00	0.00	0.00	0.00	397179385.56	590860.80	151935.63	397922181.99	0.00	904166.81	0.00	399289602.69	0.00	400193769.50	2271587.51
13	0.00	0.00	0.00	0.00	421010148.69	626312.44	161051.77	421797512.91	0.00	958416.82	0.00	423246978.85	0.00	424205395.67	2407882.76
14	0.00	0.00	0.00	0.00	446270757.62	663891.19	170714.88	447105363.68	0.00	1015921.83	0.00	448641797.58	0.00	449657719.41	2552355.73
15	0.00	0.00	0.00	0.00	473047003.07	703724.66	180957.77	473931685.51	0.00	1076877.14	0.00	475560305.44	0.00	476637182.58	2705497.07



Tabla 10.26. Estado de resultados

Flujo	Concepto	Año							
		1	2	3	4	5	6	7	8
+	Ingresos	210340781.71	222961228.62	236338902.33	250519236.47	265550390.66	281483414.10	298372418.95	316274764.09
-	Costos de producción	209229145.66	221782894.40	235089868.06	249195260.14	264146975.75	279995794.30	296795541.95	314603274.47
=	Utilidad Marginal	1111636.06	1178334.22	1249034.28	1323976.33	1403414.91	1487619.81	1576876.99	1671489.61
-	Costos financieros	976449.94	915182.20	847787.69	773653.73	692106.37	602404.28	503731.97	395192.44
=	Utilidad bruta antes de impuestos	135186.12	263152.02	401246.59	550322.60	711308.54	885215.53	1073145.02	1276297.17
-	Impuestos	37852.11	73682.57	112349.04	154090.33	199166.39	247860.35	300480.61	357363.21
-	Reparto de utilidades	9733.40	18946.95	28889.75	39623.23	51214.21	63735.52	77266.44	91893.40
=	Utilidad después de impuestos	87600.61	170522.51	260007.79	356609.05	460927.93	573619.66	695397.97	827040.57
+	Depreciación	2202972.94	2335151.32	2475260.40	2623776.02	2781202.58	2948074.74	3124959.22	3312456.78
-	Pago de capital	612677.37	673945.11	741339.62	815473.58	897020.94	986723.03	1085395.33	1193934.87
=	Flujo neto de efectivo	1677896.18	1831728.72	1993928.57	2164911.49	2345109.58	2534971.37	2734961.86	2945562.48

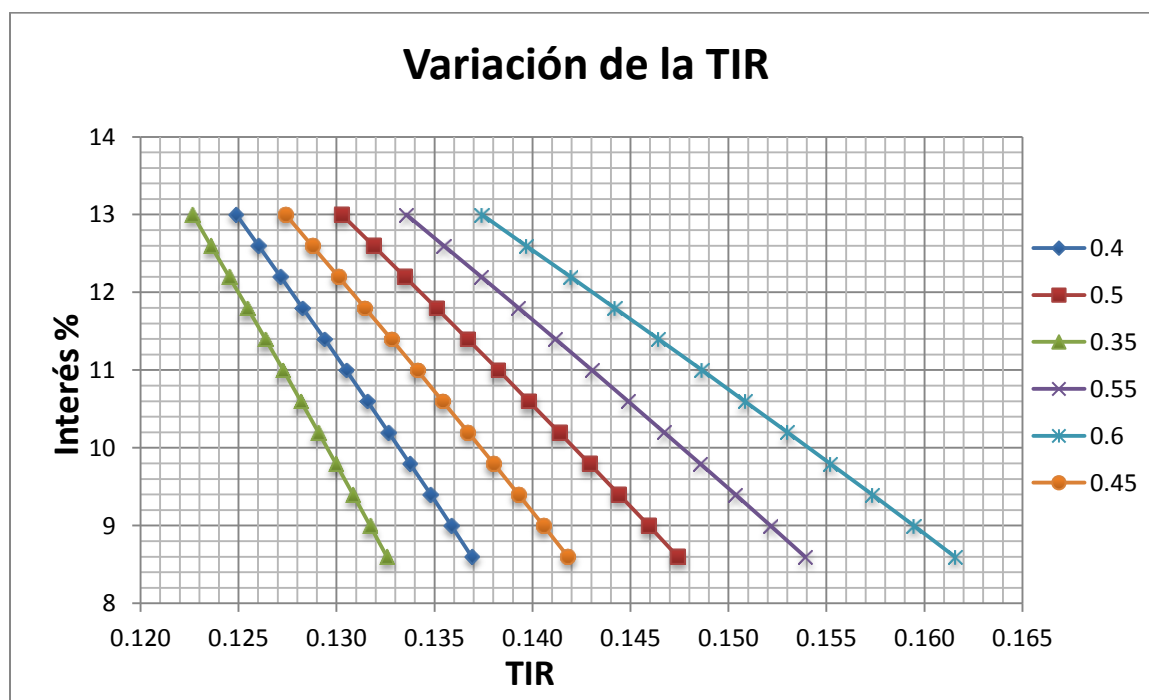
Flujo	Concepto	Año							
		9	10	11	12	13	14	15	
+	Ingresos	335251249.93	355366324.93	376688304.42	399289602.69	424205395.67	449657719.41	475560305.44	
-	Costos de producción	333479470.94	353488239.20	374697533.55	397179385.56	421010148.69	446270757.62	473047003.07	
=	Utilidad Marginal	1771778.99	1878085.73	1990770.87	2110217.13	3195246.98	3386961.80	2513302.36	
-	Costos financieros	275798.95	144466.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
=	Utilidad bruta antes de impuestos	1495980.04	1733619.61	1990770.87	2110217.13	3195246.98	3386961.80	2513302.36	
-	Impuestos	418874.41	485413.49	557415.84	590860.80	894669.15	948349.30	703724.66	
-	Reparto de utilidades	107710.56	124820.61	143335.50	151935.63	230057.78	243861.25	180957.77	
=	Utilidad después de impuestos	969395.06	1123385.51	1290019.53	1367420.70	2070520.04	2194751.24	1628619.93	
+	Depreciación	3511204.18	3721876.43	852987.56	904166.81	958416.82	1015921.83	1076877.14	
-	Pago de capital	1313328.35	1444661.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
=	Flujo neto de efectivo	3167270.90	3400600.76	2143007.09	2271587.51	3028936.87	3210673.08	2705497.07	

## 10.7. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad determinará el comportamiento de la TIR ante el cambio de variables que están fuera el control de la empresa, para el caso en estudio se modificará la fracción de la inversión que se ha adquirido mediante un financiamiento, así como el interés del mismo.

Tabla 10.27. Variación de la TIR respecto al financiamiento

		Variación de la TIR						
		Fracción de la inversión financiada	0.35	0.40	0.45	0.5	0.55	0.6
Interés del capital prestado (%)	13.00		0.1227	0.1249	0.1274	0.1303	0.1336	0.1374
	12.60		0.1236	0.1260	0.1288	0.1319	0.1355	0.1397
	12.20		0.1245	0.1271	0.1301	0.1335	0.1374	0.1419
	11.80		0.1255	0.1283	0.1315	0.1351	0.1393	0.1442
	11.40		0.1264	0.1294	0.1328	0.1367	0.1412	0.1464
	11.00		0.1273	0.1305	0.1341	0.1382	0.1430	0.1486
	10.60		0.1282	0.1316	0.1354	0.1398	0.1449	0.1508
	10.20		0.1291	0.1327	0.1367	0.1414	0.1467	0.1530
	9.80		0.1300	0.1337	0.1380	0.1429	0.1485	0.1552
	9.40		0.1308	0.1348	0.1393	0.1444	0.1504	0.1573
	9.00		0.1317	0.1359	0.1406	0.1459	0.1521	0.1594
8.60		0.1326	0.1369	0.1418	0.1474	0.1539	0.1616	



Gráfica 10.7. Variación de la TIR respecto al financiamiento

El análisis de la Tabla 10.27 y la Gráfica 10.7, que exponen la variación de la TIR, muestra que dentro del rango en el que se realizó la variación, las fracciones de la inversión obtenidas por financiamiento, que mantuvieron una TIR igual o superior a la TMAR, establecida en la evaluación del proyecto, son la de 0.6 y 0.55 en combinación con todas las posibilidades de interés, la de 0.5 desde 12.20% hasta 8.60 %, la de 0.45 de 11% a 8.60% y la de 0.40 de 9.80% a 8.60%.

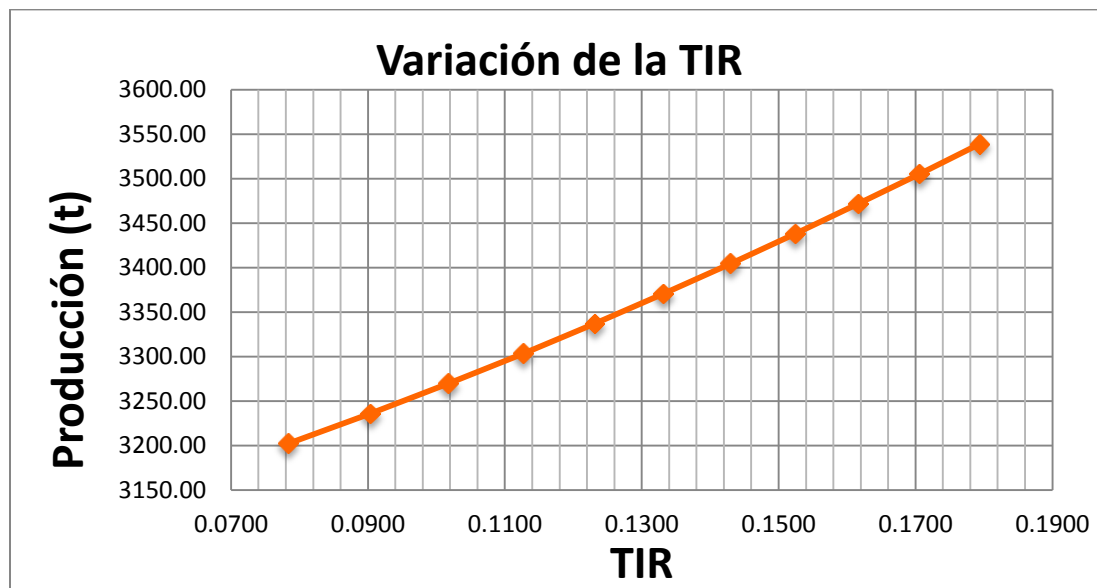
La fracción de 0.35 se mantuvo por debajo del índice de aceptación de la TIR, en la totalidad del rango de observación y la 0.40 casi en su totalidad, caso contrario con las fracciones 0.55 y 0.60, dicho lo anterior se deduce que contar con una fuente de financiamiento capaz de otorgar por lo menos una fracción de 0.4 de la inversión hace la diferencia en la rentabilidad del proyecto.

Otro factor que se podría ocasionar modificaciones involuntarias a lo largo de la vida útil de la planta, es el volumen de producción, provocado por variaciones en el mercado, problemas en el suministro de la materia prima o problemas técnicos en la operación, las fluctuaciones en la TIR causadas por las razones antes mencionadas se presentan en la Tabla 10.28 y la Gráfica 10.8.

Tabla 10.28. Variaciones de la TIR por cambios en el volumen de producción

Variación de la producción (%)	Producción (ton)	TIR
+0.05	3 539.29	0.1794
+0.04	3 505.58	0.1706
+0.03	3 471.87	0.1616
+0.02	3 438.17	0.1524
+0.01	3 404.46	0.1430
1	3 370.75	0.1332
-0.01	3 337.04	0.1231
-0.02	3 303.34	0.1127
-0.03	3 269.63	0.1018
-0.04	3 235.92	0.0904
-0.05	3 202.21	0.0783

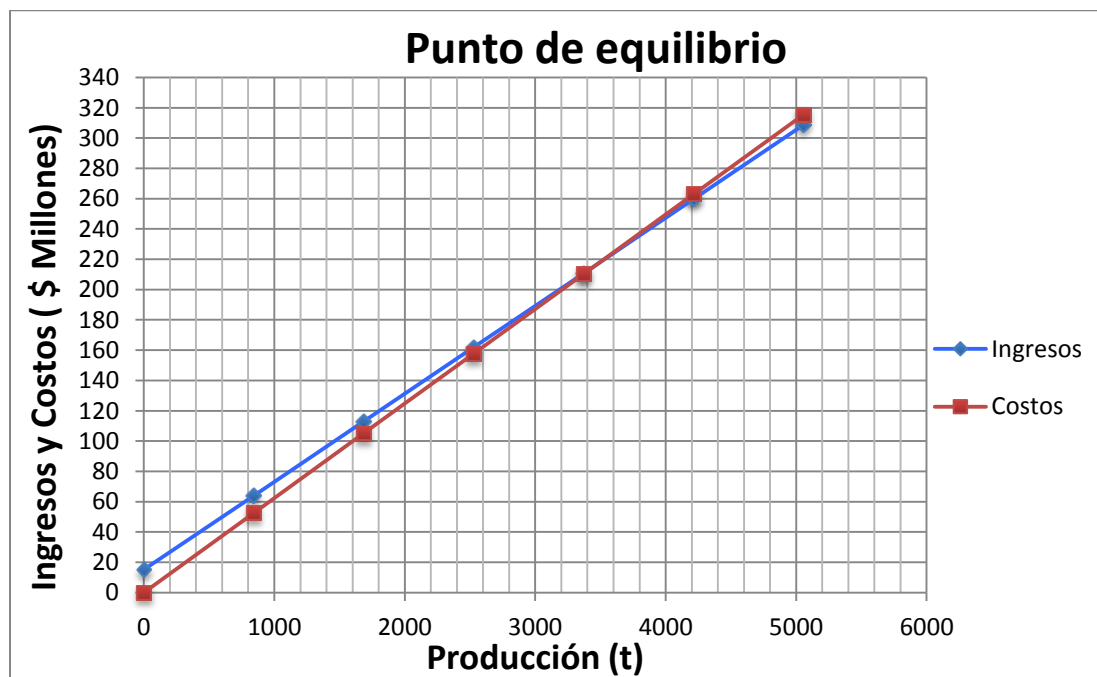
Los datos expuestos y su representación gráfica, indican que el comportamiento de la TIR al variar la producción es lineal, la disminución de ésta hasta en un cambio pequeño de 1 % provocaría que los criterios de aceptación del proyecto se incumplieran, por lo que se que es indispensable asegurar por lo menos 3 370 752 kg de producción anual.



Gráfica 10.8. Variaciones de la TIR por cambios en el volumen de producción

### 10.8. Punto de equilibrio

La intersección de la línea de ingresos y de costos, indicada en la gráfica 10.9, muestra el punto de equilibrio, que representa la producción mínima para tener utilidades, en la que los costos y los ingresos por ventas son iguales, en este caso corresponde a 3 370.75 toneladas por año.



Gráfica 10.9. Punto de equilibrio

## 10.9. Aumento del precio de las frutas y de las hortalizas frescas sometidas a congelación

La Tabla 10.29 muestra algunos de los precios de ciertas marcas y presentaciones que se encuentran en el mercado, así como el aumento de precio que se imponen los producto después del proceso de preparación y de congelamiento.

El porcentaje de aumento de precio en las marcas existentes, es cercano al que se le da a las frutas y las hortalizas congeladas en este proyecto (Tabla 10.30), las variedades que poseen un valor menor, se someten a un incremento después de congelar mayor que las que tienen uno más alto, se infiere se deba a que los costos fijos de producción tienen que ser aumentados al precio de venta sin importar la variedad.

Tabla 10.29. Aumento de precio de frutas y hortalizas congeladas en el mercado

Fruta u hortaliza	Fuente	Marca	Cantidad Neta(gr)	Precio (Pesos)	Precio en Mercado (kg)	Aumento de Precio (%)
Rajas poblanas Asada y Peladas	Soriana	La huerta	500	35.00	13.00	438.46
Ejote cortado	Soriana	La huerta	500	28.90	16.00	261.25
Ejote cortado	Soriana	Soriana	500	27.00	16.00	237.50
Chiles para rellenar	Soriana	La huerta	500	32.00	13.00	392.31
Champiñón rebanado	Soriana	La huerta	300	26.50	40.00	120.83
Brócoli	Soriana	Soriana	500	20.50	7.00	485.71
Fresa	Soriana	Valley Foods	1000	43.00	18.00	138.89
Fresa	Soriana	La huerta	2000	121.00	18.00	236.11
Chiles para rellenar	Costco	La huerta	1600	82.50	13.00	296.63
Fresa	Costco	Kirkland	2720	129.00	18.00	163.48
Chiles para rellenar	Mega Comercial	La huerta	400	30.76	13.00	491.54
Ejote cortado	Mega Comercial	La huerta	500	22.00	16.00	175.00
Fresas	Wal Mart	La huerta	500	32.00	18.00	255.56
Brócoli	Wal Mart	Great Value	500	22.10	7.00	531.43
Fresa	Wal Mart	Great Value	500	26.30	11.70	349.57
Champiñón rebanado	Wal Mart	La huerta	300	25.00	40.00	108.33
Nopal en cubos	Wal Mart	La huerta	500	24.80	15.00	230.67
Brócoli	Wal Mart	Mc Caín	500	22.00	7.00	528.57
Ejote cortado	Wal Mart	La huerta	500	28.00	16.00	250.00

Tabla 10.30. Aumento de precio de frutas y hortalizas en este proyecto

Fruta u hortaliza	Precio de venta (\$/kg)	Precio en el mercado (\$/kg)	% Aumento de Precio
Apio	25.42	6.81	373.64
Manzana	44.97	20.25	222.08
Piña	26.45	7.10	372.62
Uva	51.48	23.47	219.34
Espárrago	127.09	75.00	169.46
Col de Bruselas	86.77	49.00	177.10

## 11. Resultados

Los registros nacionales de exportaciones e importaciones de hortalizas en conserva o congeladas del 2010, presentan un incremento respecto a los del 2007, por lo que se infiere un aumento en el consumo y en la producción.

Aún cuando las frutas y las hortalizas congeladas en México durante el periodo 2005-2008, se ofertaron principalmente en cuatro tipos de productos: paquetes con frutas o con hortalizas de una sola variedad y, bolsas con mezclas de cada una de éstas, la producción se concentró en las hortalizas de una sola variedad ya que éstas representaron el 82% de la producción total promedio del periodo, mientras que a las frutas y a las mezclas les correspondió un 9%, aproximadamente para cada tipo. Dentro del grupo genérico de las hortalizas INEGI registra siete productos diferentes: brócoli, calabaza, pimiento, coliflor, espinacas, zanahoria, elote y granos de maíz, en cambio en el de las frutas, solamente contabiliza dos: mango y fresa y, para las mezclas de frutas o de hortalizas no especifica los componentes. El brócoli se mantuvo, dentro de su grupo, durante los cuatro años, como la hortaliza mayoritaria con una proporción promedio del 79%, no así la fresa, cuyas relaciones entre la producción de ésta y la del total de las dos frutas congeladas, disminuyeron considerablemente, de 84% (en el 2005) a 55% (en el 2008).

De las investigaciones que se realizaron directamente en los hiper y supermercados de la localidad así como, de las consultas efectuadas electrónicamente, se conoció que las marcas de frutas y de hortalizas congeladas disponibles en este tipo de establecimientos a nivel nacional, comercializan un poco más de un centenar de productos en diferentes presentaciones: hortalizas o frutas enteras, rebanadas, en cubos, rufleadas, en rajadas y cortadas, así como mezclas de éstas o de hortalizas con algún otro ingrediente como el arroz. Son varias las hortalizas congeladas que se comercializan: brócoli, calabaza, cebolla, champiñones, chícharos, chile ancho, chile jalapeño, chile para rellenar, elote, ejote, espinacas, nopal, papa, pimiento rojo y zanahoria, y pocas las frutas que se ofrecen: durazno, fresa, mango, mora azul y zarzamora.

En lo que se refiere a las exportaciones y a las importaciones de hortalizas congeladas, el INEGI sitúa a México (2007) en el primer rubro, en el cuarto lugar, sólo por debajo de Bélgica, China y Polonia, y en el segundo, fuera de la lista de los primeros 20 países considerados.

El análisis de los principios de operación, de las ventajas y de las desventajas de la utilización de cada una de las diferentes tecnologías de congelamiento de alimentos que se ofrecen en el medio, así como de los criterios recomendados por las bibliografías consultadas para la elección de aquella que integre la mayor cantidad de beneficios para el proceso, condujo a la aplicación de la metodología de selección multicriterio “Jerarquización Analítica (AHP)”, cuyo arreglo diferenciado se formó por tres niveles: el objetivo, los ocho criterios de evaluación recomendados por Gruda y Postoiski (1989) y las seis tecnologías previamente seleccionadas y, cuyo tratamiento matemático permitió calcular la importancia relativa tanto de los criterios como de las tecnologías, para finalmente, conocer que el congelamiento por medio de un túnel de lecho fluidizado resulta ser la tecnología con mayor certidumbre de lograr el objetivo.

La macro y la microlocalización de la planta se selecciona también como una decisión multicriterio, apoyada en la metodología de Jerarquización Analítica (AHP). En la primera, se busca encontrar la entidad federativa que presente el mayor impacto positivo en el desarrollo del proyecto, para lo cual se consideran los tres estados que contribuyen a nivel nacional con la mayor producción de frutas y de hortalizas (53%): Veracruz, Michoacán y Sinaloa, mismos que son evaluados de acuerdo con los criterios (9), adaptados a las circunstancias mexicanas, recomendados por Vilbrant (1963) para dar como resultado que el segundo estado obtiene la calificación más alta. En la micro, para determinar la ubicación exacta de la planta que favorezca el desarrollo integral del proyecto, se indaga de las regiones agrícolas del estado de Michoacán, sitios naturales por contar con la materia prima, cuáles son las de mayor desarrollo tecnológico y económico, y se halla que la Ciénega de Chapala-Valle de Zamora, la de Sierras y Bajíos Michoacanos y la del Valle de Tepalcatepec pueden ser sometidas al análisis de selección, llevándose éste en los centros urbanos rectores de dichas regiones o en los municipios cercanos a éstos, como son: Zamora, Álvaro Obregón -por su cercanía a la ciudad de Morelia y al aeropuerto de la misma- y Apatzingan, bajo los criterios específicos (6) y los subcriterios (8) propuestos por el mismo Vilbrant (1963) obteniéndose un arreglo jerárquico de cuatro niveles que sometido al procedimiento en comento, arroja tres valores numéricos siendo el mayor de éstos el correspondiente al municipio de Álvaro Obregón.

Ya en el municipio, se investigó la disponibilidad de terrenos donde se pudiera construir la congeladora de frutas y hortalizas, encontrando que el predio formado por el lote número cinco y parte del número cuatro, de la colonia agrícola “El Zapote” representa una excelente ubicación por colindar con la autopista Morelia-Aeropuerto.

El diseño y la implementación de un cuestionario de preferencias del cliente, aplicado a 205 personas de 5 grupos poblacionales diferentes, ayudó a conocer las prioridades de los posibles consumidores de las frutas y las hortalizas congeladas del proyecto en estudio. Las interpretaciones de los resultados más sobresalientes son: a) el 100% de las personas participantes afirman la importancia del consumo de frutas y de hortalizas, aún cuando no todas las consumen diariamente, ya que en su opinión, la preparación de éstas es tardada; b) más del 50% de los(as) entrevistados(as) desconocen los beneficios del consumo de frutas y de hortalizas congeladas, pero si estarían dispuestos(as) a pagar más, aunque en un porcentaje bajo, por disfrutar de éstos y; c) el 100% de los(as) consultados(as) ignoran que las frutas y las hortalizas congeladas ultrarápidamente conservan las propiedades de las frescas, de ahí que sigan prefiriendo el consumo de éstos.

Con base: en el cuestionario de preferencias del cliente, en las variedades de frutas y hortalizas a congelar y, en los tamaños propicios para someterlas a un congelamiento ultrarápido en un túnel de lecho fluidizado, se determinaron las especificaciones del producto, las cuales son las siguientes:

- Coles de bruselas de 25 mm
- Coles de bruselas de 40 mm
- Apio cortado en 25 mm
- Espárrago cortado en 25 mm
- Uvas de 20 mm
- Manzana cortada en cubos de 10 mm
- Manzanas cortadas en cuñas de 10 mm



- Piña cortada en trozos de 10 mm X 20 mm
- Presentaciones de 0.5, 1 y 2 kg
- Envases de Etil Vinil Acetato y Polietileno sellados con cierre fácil.

Los equipos destinados a los procesos de transformación de alimentos que se encuentran en contacto con la materia prima, con el producto terminado o que están dentro del espacio destinado al procesamiento y a las cámaras de almacenamiento, requieren de características especiales tales que: los materiales de fabricación sean sanitarios; eviten tener superficies donde se acumule materia orgánica; puedan limpiarse fácilmente con agua y químicos sanitizantes; estén propiamente protegidos en su instalación eléctrica ante las posibles infiltraciones durante las actividades de sanitización y; la lubricación de sus partes móviles no provoquen contaminación al producto. Es necesario también que se instalen equipos auxiliares que presenten las condiciones propicias para el adecuado manejo de los insumos y de los residuos.

El estudio de las propiedades de cada una de las variedades de frutas y de hortalizas que se pretende congelar, muestra lo importante que es consumirlas, ya que aumentan la calidad de vida, evitan enfermedades y perjuicios a la salud. Las coles de bruselas constituyen un alimento con la capacidad de impedir que se generen cánceres en el aparato digestivo, así mismo son importantes para: un buen funcionamiento de la visión, la piel, las membranas del aparato respiratorio y, la curación de las heridas. El apio sirve para el control de la obesidad y tiene propiedades sedantes y beneficiosas para la vista, el pelo y los huesos. El espárrago participa en la producción de nuevas células y de glóbulos rojos, ayuda a las personas que retienen líquidos y elimina los residuos provocados por la ingesta de alimentos comerciales que contienen conservadores y colorantes. La uva auxilia a las personas que padecen enfermedades reumáticas a con problemas circulatorios, limpia la sangre y se cree que puede ayudar impedir el crecimiento de las células cancerígenas. Las manzanas participa en la disolución del colesterol, en el combate contra la diabetes y es muy útil contra las úlceras. La piña es provechosa para la circulación, tiene la posibilidad de coadyuvar en la asimilación de las proteínas y de las grasas, por lo que ayuda en el proceso de la digestión y en el combate a la obesidad. Todas las materias primas anteriores requieren de cuidados extremos que aseguren la inocuidad e idoneidad para su procesamiento, como lo son: el mantenimiento de niveles microbianos bajos; el control de la temperatura y el tiempo de almacenamiento; clasificación y separación, de acuerdo con procedimientos, de las materias primas que no sean idóneas para el proceso; producción primaria de las frutas y de las hortalizas en zonas libres de sustancias posiblemente peligrosas, para lo cual el productor tiene la obligación de: evaluar los usos anteriores de sus parcelas; indagar en los lugares adyacentes a éstas, cualquier posibilidad de que haya otras fuentes de contaminación externa; identificar las fuentes del agua utilizada en la explotación agrícola y evaluar su calidad microbiológica y química y su idoneidad para el uso previsto, y aplicar las medidas correctivas necesarias para prevenir o reducir al mínimo los niveles de contaminación, en caso de que la hubiese.

Al igual que las materias primas, los productos requieren de controles de: identificación por lotes para facilitar el retiro de los productos con posibles afectaciones en la calidad y la rotación eficaz de las existencias; caracterización por medio de etiqueta con información suficiente para que el consumidor pueda manipular, exponer, almacenar, preparar y utilizar el producto de manera inocua y correcta; calidad como el color, el aroma, sabor, propiedades estructurales; empaque y; análisis microbiológicos, por tiempo o por lotes.

El agua es un insumo fundamental y el servicio auxiliar más utilizado en el proceso de congelación de frutas y de hortalizas, de acuerdo con el uso que se le da en este proyecto se clasifica en: agua de proceso, de alimentación a caldera, de enfriamiento y para propósitos generales, cada uno con requerimientos diferentes: el agua de proceso y para consumo humano deberá ser potable; el agua de caldera, de enfriamiento y para propósitos generales requiere niveles bajos de dureza para evitar incrustaciones y sedimentos. Al comparar los resultados del análisis bacteriológico y del fisicoquímico del agua del pozo más cercano al predio donde se ubicaría la planta con: la norma mexicana que establece los límites permisibles de calidad del agua para uso y consumo humano así como los tratamientos a los que debe someterse para su potabilización y; los valores recomendados para el agua de alimentación a caldera y a torre de enfriamiento, se determina que los límites de: turbiedad, nitrógeno amoniacal, sólidos suspendidos, conductividad, bacterias, oxígeno disuelto y, dureza, están excedidos por lo que se propone un sistema de tratamiento para el agua de pozo, conformado por bombas dosificadoras de cloro, un filtro turbidex de lecho profundo, un filtro de carbón activado, un filtro suavizador de agua para remoción de iones de calcio y de magnesio, un equipo purificador de agua por medio de rayos ultravioleta y una lámpara germicida generadora de ozono, lo que asegurará la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua.

Las construcciones de las instalaciones de la nave de producción y los edificios de la planta requieren de atención especial con el fin de asegurar la inocuidad del proceso, algunas de las prácticas meticulosas que se plantean como fundamentales en este trabajo de tesis son las siguientes: evitar la formación de maleza o hierbas en los patios y la instalación de drenajes insuficientes o inadecuados; los pisos deben ser impermeables, homogéneos y con pendiente hacia el drenaje; por ninguna razón están permitidos objetos, partes de equipo o paredes de madera dentro de la nave de producción; se debe impedir la acumulación de suciedad y la formación de condensados en los techos y paredes; los claros de las puertas deben ser provistos de protecciones para impedir la entrada de lluvia, polvo y fauna nociva; se recomienda que los grifos no requieran de accionamiento manual; los drenajes deben estar provistos de trampas contra olores y estar separado del área de proceso y el de los sanitarios; las ventanas deben ser de acrílico para prevenir cualquier posible ruptura; los utensilios de limpieza deben estar clasificados según el área para la que van a dar servicio, para evitar una posible contaminación cruzada.

Dado lo delicado que es el procesamiento de alimentos y la multiplicidad de riesgos que existen de infección y contaminación en las áreas de proceso, es indispensable contar con un control de calidad, que los elimine o los prevenga, en este caso se propone aplicar el sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP), el cual realiza un análisis de riesgos, determina los puntos críticos de control, límites críticos, límites de vigilancia, medidas correctivas, procedimientos de comprobación y un sistema de documentación sobre los procedimientos y registros.

En este trabajo de investigación se propone un programa de producción que toma en cuenta tanto la temporalidad de las cosechas como los meses del año donde el precio de la materia prima es menor, así: el apio, se producirá en los meses de octubre y de noviembre; la manzana, en agosto y en septiembre; la piña, en febrero y en marzo; la uva, en julio y en agosto; el espárrago en diciembre y en enero y; la col de bruselas, en marzo y en abril. Durante los meses de producción se laborará en dos turnos de ocho horas. Los cálculos realizados en el balance de materia, para una producción de 693 kg/h de fruta o de hortaliza de las variedades seleccionadas -cantidad limitada por la capacidad del

túnel de congelamiento de lecho fluidizado- determinaron que: a) el flujo másico para cada una es: uva, 905.26 kg/h; piña, 1 399 kg/h; manzana, 932.63 kg/h; apio, 1 305.77 kg/h; coles de bruselas, 824.70 kg/h y; espárrago, 1 374.50 kg/h y; b) la producción total anual de: 515 592 kg, 482 328 kg, 504 504 kg, 676 368 kg, 504 504 kg, 687 456 kg, respectivamente.

El análisis de: los precios de las distintas materias primas en el periodo 2009-2012; la temporalidad de las cosechas y; el programa de producción, determinaron el precio de compra para cada una de éstas: \$ 6.81/kg, apio; \$ 20.25/kg, manzana; \$ 7.10/kg, piña; \$ 23.47/kg, uva; \$ 75/kg, espárrago y; \$ 49/kg, coles de bruselas.

De la evaluación del proyecto se obtuvieron los costos fijos anuales siguiente: 9.1 millones y 2.4 millones de pesos de mano de obra directa e indirecta, respectivamente; 360 mil pesos por auditorías de calidad y 181 mil pesos por semana por pruebas de laboratorio.

Así mismo se estimaron los costos variables, por kilogramo de producto, de los siguientes rubros: agua, \$0.15; empaques, \$ 1.41 y \$ 0.94, bolsa y caja, respectivamente; energía eléctrica, \$1.10; material de limpieza, \$ 0.37; uniformes y material de protección, \$0.07; control de plagas, \$ 0.02; recolección de residuos, \$ 0.05; servicios auxiliares, \$ 0.13 e; imprevistos, \$ 0.96.

Por lo tanto los costos anuales totales de producción en millones de pesos para cada variedad de fruta y de hortaliza son de aproximadamente: uva, 20.8; piña, 11.6; manzana, 18.6; apio, 15.2; coles de bruselas, 34.3 y; espárrago, 108.9. Cantidades que contabilizan un costo total de producción de 209.2 millones de pesos.

El costo del capital fijo total de este proyecto está integrado por: el costo del equipo de proceso, el de servicios auxiliares y, el de laboratorio de calidad, los que sumados originan un monto de 17.3 millones de pesos. Esta cantidad más el costo de las instalaciones de 7.1 millones de pesos dan como resultado 24.4 millones de pesos, cifra correspondiente al costo total del capital, que se prevee sea cubierta en un 40% con financiamiento y un 60% con capital propio, cuyos intereses se fijan en 10% y en 14%, respectivamente, los cuales deben liquidarse en un plazo de 10 años, condiciones que proporcionan un Costo Promedio Ponderado del Capital (CPPC) calculado de 12.4%.

La evaluación económica realizada en este proyecto contempla 15 años de vida útil de la planta y una inflación del 6%, los criterios de aceptación considerados en este proyecto son: el Valor Actual Neto (VAN) debe ser mayor o igual a cero; la Tasa Interna de Retorno (TIR) debe ser mayor que la Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR), la cual fue calculada en 13.32 %; la relación beneficio-costos debe ser igual a uno; y la TMAR establecida será en la que la TIR calculada sea mayor al CPPC.

El cálculo de los flujos de efectivo toma en consideración egresos e ingresos inflados para los 15 años de vida útil de la planta, una depreciación de los equipos de 10% y una de 6.67% para las instalaciones y edificios que en este caso es acelerada, 28% de impuestos sobre la renta y 10 % de reparto de utilidades. El resultado del análisis del cálculo de los criterios de aprobación, muestra que con el porcentaje de aumento de utilidad de 49.31%, el VAN es igual a 0.009, la razón beneficio costo a 1 y la TIR y la TMAR a 13.32 %, por lo que se cumple con los criterios de aceptación del proyecto al superar el 12.4% de CPPC, estos están expuestos a modificaciones sensibles a la variación de las fracciones de la inversión obtenidas por capital prestado y su tasa de interés, asegurando la factibilidad

con una fracción de 0.5 y una tasa de interés desde 12.20 % hasta 8.60%; una de 0.45 desde 11% a 8.60 %; y la de 0.40 desde 9.80% a 8.60%, por lo que se debe contar con una fuente de financiamiento capaz de otorgar por lo menos el 40% del total de la inversión. La producción anual mínima para cumplir con los criterios de aceptación es de 3 370 752 kg, las disminuciones de esta hasta en 1% causarían la inviabilidad de desarrollo del proyecto.

El aumento del precio de las frutas y de las hortalizas frescas sometidas a congelación que actualmente se encuentran en el mercado, no se encuentran muy desfasados de los calculados para las variedades a congelar en este proyecto, encontrando los más grandes en las variedades que poseen un valor menor cuando están frescos.

## 12. Conclusiones

Los cambios en los hábitos de alimentación y la modificación en la actividad laboral diaria de las personas así como, la industrialización de los alimentos y la incitación mercadológica al consumo de los mismos, en México, han provocado el aumento en el consumo de alimentos precocinados o sujetos a un proceso previo, de ahí que, las frutas y las hortalizas congeladas cubran las necesidades actuales del consumidor, conservando y en muchas ocasiones superando la calidad de los productos frescos que se ofrecen en el mercado.

Desde la década de los sesenta tuvieron presencia las empresas congeladoras de frutas y de hortalizas en el territorio nacional, la instalación de éstas al pasar el tiempo se ha incrementado a medida que ha aumentado la demanda nacional e internacional, las empresas presentes en México son de capital nacional, extranjero y mixto, aún cuando la producción ha aumentado en los últimos años, ésta y el consumo nacional de productos congelados son profusamente menores a las de los no congelados.

La producción y el consumo de frutas y de hortalizas congeladas en el país, presenta condiciones contrarias en el mercado, por un lado, México encabeza las listas de exportaciones de estos productos y por el otro, no aparece en las de importaciones, esto hace suponer que las empresas mexicanas maquilan producto a las distribuidoras, también refleja un consumo interno menor que en otros países, ya sea por la falta de poder de compra o por la facilidad en la adquisición de los productos frescos, sin embargo la tendencia en el consumo de productos congelados se ha incrementado.

Si bien, la situación económica en México y sus perspectivas no son muy alentadoras, debido a los fuertes vínculos comerciales y manufactureros que se tienen con Estados Unidos de América, economía avanzada cuya desaceleración ha tenido un impacto muy fuerte, la industria alimenticia en los últimos años en el país ha incrementado las inversiones en equipo, en la producción y en la participación en el Producto Interno Bruto.

La congelación de frutas y de hortalizas, requieren de atributos tecnológicos específicos, los que pueden variar dependiendo de las necesidades de cada proceso en particular, así lo que en unos puede provocar efectos positivos, en otros tendrá consecuencias adversas. La selección de la tecnología que propicie los mayores beneficios al proceso de congelación se apoya en la utilización de una metodología multicriterio, que toma en cuenta los juicios establecidos en las bibliografías

especializadas, teniendo mayor peso la producción de diseño, la gama posible de materias primas así como, los costos de adquisición y de producción.

El análisis de las tecnologías de congelación de alimentos y la metodología de selección multicriterio muestra que las características del congelador de lecho fluidizado sobresalen de las demás tecnologías consideradas, siendo la óptima, para el proceso en estudio, el beneficio económico que ofrece justifica la inversión de compra de ésta.

Tanto la disposición de proveedores cercanos a la ubicación de la planta como los costos de transportación de las materias primas y del producto a los diferentes centros de distribución son factores determinante para la selección de las potenciales macrolocalizaciones, por un lado la posibilidad de disminuir los tiempos entre cosechas y procesamiento, ya sea por transportación o almacenamiento, determinan en gran medida la calidad del producto y por otro lado, los costos de transportación de las materias primas y del producto influyen en el precio de venta del mismo.

El desarrollo tecnológico y agrícola de la región así como la cercanía de la materia prima, son elementos que benefician al proyecto. La microlocalización óptima de la planta, evita dificultades en la instalación y en el funcionamiento de la misma.

Aún cuando el 100% de la población consultada en la encuesta de opinión sabe que es importante para la salud el consumo de frutas y de hortalizas, un tercio no las incluye diariamente en su dieta, argumentando una preparación entretenida y una perecibilidad corta, el 60% aproximadamente, no conocen las ventajas que ofrece el congelamiento ultrarápido en cuanto a la conservación de sus propiedades se refiere, el aumento del tiempo de perecibilidad y la disminución de la demora en la preparación, sin embargo este mismo porcentaje representado por tres de los cinco grupos poblacionales consultados, están dispuestos a pagar un precio adicional por disfrutar de los beneficios de las frutas y de las hortalizas congeladas.

La apertura de los consumidores de frutas y de hortalizas frescas para cambiar el paradigma de que solamente éstas conservan el sabor y los nutrientes originales, representa una oportunidad de mercado y de mejora continua para el presente proyecto.

La utilización de tecnologías que permiten el congelamiento de diferentes variedades de frutas y de hortalizas, aumenta el costo por adquisición de equipos complementarios e instalaciones adicionales, así mismo, incrementa los beneficios económicos a largo plazo de la inversión, aún con la dificultad en la operación del proceso que conlleva.

La complejidad que implica integrar una línea de producción que tenga las peculiaridades de producir diferentes variedades de frutas y de hortalizas congeladas, que aproveche los equipos comunes en las diferentes etapas del proceso y los que representen la mayor parte de la inversión, derivan en la optimización de los recursos y en la rápida recuperación de la inversión inicial. La programación de la producción depende de la temporalidad y de los proveedores de las materias primas, siendo éste un factor determinante en el margen de utilidad y en el precio final del producto.

La atención meticulosa que se tenga en la calidad de las materias primas, en los insumos y en los servicios auxiliares así como, en las buenas prácticas de higiene y sanidad y en la correcta

construcción de las instalaciones que prevenga cualquier riesgo de contaminación del proceso, garantizan al consumidor la calidad de las frutas y las hortalizas congeladas y facilitan la acreditación de la planta por parte de las empresas auditoras y la venta del producto a empresas con peso en el mercado.

El costo devenido por los cuidados que aseguren un producto de calidad, es el causante -después del correspondiente al del proceso de congelación- de generar parte del aumento en el precio, mismo que se tomó en cuenta en la evaluación económica del proyecto, la que cumple con los criterios de aceptación del proyecto, sin embargo, estos son sensible a la disminución de la fracción del capital prestado y a la producción hasta en pequeñas cantidades y el aumento de la tasa de interés durante el financiamiento, provocando la infactibilidad del proyecto.

El aumento en el precio de las frutas y de las hortalizas frescas inherente a su congelamiento, en proyectos que cumplen con criterios de rentabilidad, como el presente, se encuentra dentro de los porcentajes de incremento a los que se sujetaron los productos congelados existentes en el mercado, pero fuera de las expectativas planteadas en el cuestionario de opinión, sin embargo las frutas y hortalizas congeladas tienen la ventaja de ofrecer un producto de calidad 100 % aprovechable que facilita la preparación de los alimentos y aumenta la perecibilidad, cualidades de las que carecen las frutas y las hortalizas frescas, razones expuestas por las personas entrevistadas como justificación para no incluirlas en su dieta.



### 13. Bibliografía<sup>1</sup>

- 1.- ÁLVAREZ FÚSTER, Constantino. *Diseño de equipo, Tanques y Recipientes*. México, D.F. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. 1995. ISBN: 968-36-4415
- 2.- ATREYUS MAQUINARIA. "Icelander CT". México: 2013.
- 3.- BACA URBINA, G., *Formulación y evaluación de proyectos informáticos*. Quinta Edición. México, D.F.: Ed. McGraw-Hill. 2006. ISBN 970-10-4827-X.
- 4.- BANCO DE MÉXICO. *Tipos de Cambio*. [En línea]. México, D.F. Consulta: [3 de Marzo de 2013]. Disponible en <<http://www.banxico.org.mx/portal-mercado-cambiarior/>>
- 5.- BEHRENS, W., HAWRANECK, P.M.. *Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies*. Editado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Industria. (ONUDI): 1991. ISBN 9211062691.
- 6.- BIOAGRICULTURA. Espárrago, cultivo alternativo. [En línea]. 2013. [Consulta: 25 de Abril de 2013] <<http://bioagricultura.wordpress.com/2012/03/21/esparrago-cultivo-alternativo-2/>>
- 7.- BOHN. "Boletín BZ-03ª (1/03) APM". 2012. pp.5-7.
- 8.- BOHN. *Instalación de sistema de refrigeración*. Noviembre. 2008. No. de parte 25001201. Guía de instalación y mantenimiento.
- 9.- BOTANICAL-ONLINE. *Características y propiedades alimentarias* [en línea]. Última Actualización el 3 de Diciembre de 2012. [Consulta: 19 de Diciembre 2012]. <<http://www.botanical-online.com/alimentosnaturaleslistado.htm>>
- 10.- CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. Ley Federal de Derechos. Secretaría de servicios parlamentarios. 2012.
- 11.- CANAINCA. Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias. *Estructura de la Industria*: [En línea]. México, D.F.: 2011. [Consulta: 15 de octubre de 2011] <<http://www.canainca.org>>
- 12.- COMISIÓN NACIONAL DE AGUA (CONAGUA), *Base de datos que ciclones que afectaron a México durante el periodo de 1970-2009*. [En línea]. 2009. México, D. F. 2009. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. [Consulta: 28 de octubre de 2011] <[http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=38&Itemid=102](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=102)>
- 13.- COMISIÓN NACIONAL DE AGUA (CONAGUA), *Estadística del Agua en México Edición 2008*, Editor Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 2009., M1.3 Regiones Hidrológicas-Administrativas. ISBN 978-968-817-895-9.
- 14.- COMISIÓN NACIONAL DE AGUA (CONAGUA), *Estadística del Agua en México Edición 2008*, Editor Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 2009., Anexo B. ISBN 978-968-817-895-9.
- 15.- COMISIÓN NACIONAL DE AGUA (CONAGUA), *Estadística del Agua en México Edición 2011*, Editor Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F., 2011.
- 16.- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA). *Normales Climatológicas, Morelia, Mich. Periodo 1981-2000*. [En línea]. Sistema Meteorológico Nacional. México, D.F. [Consulta 10 de Agosto de 2011]. <[http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29&Itemid=93](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=29&Itemid=93)>
- 17.- CONGRESO DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO. *Ley de Ingresos del municipio de Zamora, Michoacán, para el ejercicio fiscal del año 2011*. Edición 2011. Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, publicado el 31 de diciembre de 2010, Tomo: CL, Número: 74.
- 18.- CONGRESO DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO. *Ley de Ingresos para los municipios de Michoacán de Ocampo, para el ejercicio fiscal del año 2011*. Edición 2011. Periódico Oficial del Estado, publicado el 27 de diciembre de 2010, Tomo: CL, Número: 70.

- 19.- COMISIÓN DE PROGRAMACIÓN, PRESUPUESTOS Y CUENTA PÚBLICA; Y DE HACIENDA Y DEUDA. *Dictamen de proyecto de decreto que contiene la ley de ingresos del municipio de Apatzingán, Michoacán de Ocampo, para el ejercicio fiscal del año 2011*. Gaceta Parlamentaria, publicado el 8 de diciembre de 2010, Segunda Época, Volumen IX No. 201 B.
- 20.- DOSSAT R. Principios de refrigeración. Primera Edición. 2007. Ed. CECSA. p.216. ISBN 968-26-0201-7.
- 21.- DUCKWORTH, R.B. Oscilaciones de las temperaturas óptimas para la conservación a largo plazo de frutas y verduras individuales. *Frutas y Verduras*. Zaragoza, España. Editoria Acribia. 1968, p.184-187.
- 22.- DURÁN TORRELLARDONA, Sebastián. *Frigoconservación de la fruta*. Ed. Aedos. Barcelona. 1983. ISBN 84-7003-257-7.
- 23.- ECHANOVE HUACUJA, F., 2000. La industria mexicana de hortalizas congeladas y su integración a la economía estadounidense. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. 2000. No. 43. p 105-121.
- 24.- ESPA. "Bombas para piscinas SILEN". 2013.
- 25.- EXPO PACK. *Boletín Informativo*: [En línea]. México, D.F.: 2011. [Consulta: 20 de Septiembre de 2011] <<http://www.expopack.com.mx>>
- 26.- EYZAGUIRRE, N. et al. *Perspectivas Económicas. Las Américas. Vientos cambiantes, nuevos desafíos de política*. Washington, D.C.: Fondo Monetario Internacional, 2011.(Estudios económicos y financieros, 0258-7440) .
- 27.- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). [Consulta: 15 de Septiembre 2010]. Base de datos estadísticos políglota en línea (FAOSTAT). 2008. Disponible en: <<http://faostat.fao.org/site/612/default.aspx#ancor>>
- 28.- FOUST, A.S. Coeficientes globales típicos para la transferencia de calor. *Principios de operaciones unitarias*. Sexta impresión. México, D.F.. Editoria CECSA. 1974. Tabla 15.1,p. 29
- 29.- GLOBAL PREMIER . Nuestros Productos. [en línea]. 2012. [Consulta: 25 de Noviembre 2012]. <<http://www.globalpremier.net/Products.html> >
- 30.- GRUDA, Z., POSTOLSKI, *Tecnología de la congelación de los alimentos*. Zaragoza, España: Ed. Acribia, S.A. 1989. ISBN 84-200-0583-5.
- 31.- INFOAGRO. El cultivo del apio [En línea]. 2013. [Consulta: 25 de Abril de 2013] <<http://www.infoagro.com/hortalizas/apio.htm> >
- 32.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI). Directorio estadístico nacional de unidades económicas (DENUE) [en línea]. Segunda Edición: Marzo de 2011, [Consulta: 15 de diciembre de 2011]. <<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx>>
- 33.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, (INEGI). *Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 2007*. Aguascalientes, México: 2008.
- 34.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, (INEGI). *Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 2010: Importaciones en Dólares*. Aguascalientes, México: 2011.
- 35.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, (INEGI). *Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 2010: Exportaciones en Dólares*. Aguascalientes, México: 2011.
- 36.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, (INEGI). *Censo General de Población y Vivienda 2010*. Aguascalientes, México: 2010.
- 37.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, (INEGI). *Encuesta Industrial Mensual, Resumen Anual 2008*. Aguascalientes, México: 2009.
- 38.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, (INEGI). *Encuesta Industrial Mensual, Resumen Anual 2007*. Aguascalientes, México: 2008.



- 39.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, (INEGI). *Encuesta Industrial Mensual, Resumen Anual 2006*. Aguascalientes, México: 2007.
- 40.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, (INEGI). *Encuesta Industrial Mensual, Resumen Anual 2005*. Aguascalientes, México: 2006.
- 41.- IQF FROST. “*Octofrost, Proven IQF Technology*”. Suecia: 2008.
- 42.- LA HUERTA. Productos. [en línea]. 2012. [Consulta: 25 de Noviembre 2012]. <<http://www.lahuerta.com.mx/categorias.php>>
- 43.- LITTLE DAVID. “*Little David Owner Manual LD-7D CAC-0/CAC60 CARTRIDGES*”. England: 2013
- 44.- LITTLE DAVID. “*Operator’s Manual P/N CPM 200-MJ-LT*”. 2013.
- 45.- LÓPEZ GÓMEZ, Antonio. *Las instalaciones frigoríficas en las industrias agroalimentarias (Manual de diseño)*. Madrid, España. A. Madrid Vicente, Ediciones.1994. ISBN: 84-87440-51-7.
- 46.- MADRID, A. V. et al. *Refrigeración, Congelación y Envasado de los Alimentos*. Madrid, España: Ed. AMV Ediciones. 1994. ISBN 84-87440-58-4.
- 47.- MAGNUSON CORPORATION. “*Washer/ Scrubber Peeler, Model WSP-2000*”. 2012.
- 48.- MANUFACTURERA CENTURY. “*Cotización No. 167/2013*”. México: Febrero, 2013.
- 49.- MCCAIN. Consumidor. [en línea]. 2012. [Consulta: 25 de Noviembre 2012]. <<http://www.mccain.com.mx/>>
- 50.- MULTIVAC. “*Cotización No. MUMX C500 MQ AVOPLUS V1*”. Julio 2010.
- 51.- MUÑIZ, R, *Marketing XXI*. [En línea]. Madrid, España: 2012 .[Consulta: 10 de Enero de 2010] <[www.marketing-xxi.com/siglo-xxi.html](http://www.marketing-xxi.com/siglo-xxi.html)>
- 52.- MYCOM. “*Manual Instrucción Serie W*”. Enero 2002.
- 53.- NORDELL, E. *Tratamiento de agua para la industria y otros usos*. Segunda Edición. México: Ed. Continental.1975. p. 191.
- 54.- PERRY, R. H., GREEN, D. W., MALONEY, J.O. *Manual del Ingeniero Químico*. Tomo 1. Sexta edición (Tercera edición en español). México, D.F.:Ed. McGraw-Hill.1992. ISBN 970-10-0012-9
- 55.- *Perspectivas económicas. Las Américas. Vientos cambiantes, nuevos desafíos de política*. Fondo Monetario Internacional. 2011. Washington, D.C.: Fondo Monetario Internacional, 2006, ISSN 0258-7440.
- 56.- PIMMSA. “*Calderas de vapor modelo cvp verticales*”. México: 2013.
- 57.- PRINJET. “*MAXIMA EZ/EZ+ Operators Manual*”. 2013.
- 58.- RENDÓN TREJO A. Y MORALES ALQUICIRA A. Grupos Económicos de en la Industria de los Alimentos, Crisis alimentaria: Abundancia y hambre. Universidad Autónoma de México. 2008. Argumentos ,Vol. 21, No. 57.
- 59.- REYMSA. “*La torre de enfriamiento de fibra de vidrio serie hrfg*”. México: 2012
- 60.- RODRIGUEZ TARANGO J. *Manual de Ingeniería y diseño de Envase y Embalaje Para la Industria de los Alimentos, Químico, Farmacéutica y Cosméticos*. Instituto Mexicano de Profesionales en Envase y Embalaje, S.C. Novena Edición. México, D.F. 2011. ISBN 970-91972-0-7.
- 61.- ROMERO PEÑALOZA, J. *Agricultura, población y deterioro de recursos naturales en Michoacán*. Universidad Autónoma de Chapingo, Dirección General de Difusión Cultural y Servicio: Dirección de Centros Regionales Universitarios. 2001. ISBN 968-884-659-7.
- 62.- SAETA. “*Cotización COT- 73/2013*”. México. Mayo: 2013.
- 63.- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA). *Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON)* [en línea]. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). México, D.F.: 2010. [Consulta: 20 septiembre 2011]. Disponible en <[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=181&Itemid=426](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=426)>

- 64.- SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. *Rutas punto a punto* [en línea]. Dirección General de Desarrollo Carretero (DGDC).[Consulta: 5 octubre 2011]. Disponible en < [http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac\\_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta](http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta)>
- 65.- SECRETARÍA DE ECONOMÍA Y FOMENTO INDUSTRIAL. *NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida*. 2002.
- 66.- SECRETARÍA DE ECONOMÍA. *Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM)* [En línea]. México, D.F: 2013. [Consulta: 3 de Marzo de 2013]. Disponible en < <http://www.economía-sniim.gob.mx>>
- 67.- SECRETARÍA DE ENERGÍA. *NOM-001-SEDE-1999. Instalaciones eléctricas (Utilización)*. 1999.
- 68.- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. *NOM-CCA-031-ECOL/1993. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal*. 1993.
- 69.- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. *NOM-CCA/032-ECOL/1996. Límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola*. 1996.
- 70.- SECRETARÍA DE SALUD. *NOM-120-SSA1-1994. Buenas prácticas de higiene y sanidad que debe observarse en el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas*. 1994.
- 71.- SECRETARÍA DE SALUD. *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 patabilizacion*. 1994.
- 72.- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). Reglamento de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. Diario Oficial de la Federación. Publicado el 30 de Noviembre de 2006.
- 73.- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. *NOM-001-ECOL-1996. Límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales*.1996.
- 74.- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. *NOM-070-ECOL-1994. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de preparación, conservación y envasado de frutas, verduras y legumbres en fresco y/o congelados*.1994.
- 75.- SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL (STPS). *Tablas de salarios mínimos generales y profesionales por áreas geográficas* [en línea]. Comisión Nacional de los Salarios Mínimos. México, D.F.,1 de enero de 2012.[Consulta: 18 de febrero de 2012].<[http://www.conasami.gob.mx/t\\_sal\\_mini\\_prof.html](http://www.conasami.gob.mx/t_sal_mini_prof.html)>
- 76.- SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL. *NOM-001-STPS-2008. Condiciones de seguridad en edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo*. 2008.
- 77.- SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL. *NOM-0025-STPS-2008 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*. 2008.
- 78.- SISTEMA SISMOLÓGICO NACIONAL (SSN). *Sismicidad histórica* [en línea]. Instituto de Geofísica de la UNAM. México, D.F., [Consulta: 30 de Noviembre de 2012]. <<http://www2.ssn.unam.mx/website/jsp/catalogo1.jsp>>
- 79.- SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERÍA SÍSMICA (SMIS). *Sismos en México* [en línea]. México, D.F., [Consulta: 25 de Noviembre de 2012] <<http://www.smis.org.mx/>>
- 80.- TECNOAGRO.Una pequeña con mucho potencial, la Col de Bruselas. [En línea]. 2013. [Consulta: 25 de Abril de 2013] <<http://tecnoagro.com.mx/revista/no-59/una-pequena-con-mucho-potencial-la-col-de-bruselas>>

- 81.- TRIANTAPHYLLOU, Evangelos Y MANN, Stuart H. Using de Analytic Hierarchy Process for Decision Making In Engineering Applications: Some Challenges.” International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice.1995. Vol. 2, n° 1, p. 35-44. ISSN 1072-4761
- 82.- URSCHEL. “ *How to cut fruit & vegetables productos*”. USA: 2012.
- 83.- VILBRANDT, F.C., DRYEN, C.E., *Ingeniería Química del Diseño de Plantas Industriales*. Traducida por J. Giral Barnes. Primera edición en español. México, D.F.: Ed. Grijalbo. 1963.
- 84.- VITERI, M. L. Fortalezas y debilidades del sector agrolimentario, Hortalizas congeladas. Buenos Aires Argentina: Ninisterio de Economía de la Nación, Secretaría de Política Económica, Unidad de Preinversión (UNPRE). 2003.
- 85.- WATER TREATMENT SOLUTIONS LENNTECH. *Características del agua de calderas* [en línea]. Última Actualización en 2012. [Consulta: 10 de Noviembre 2012]. <<http://www.lenntech.es/aplicaciones/proceso/caldera/agua-de-calderas-caracteristicas.htm>>
- 86.- WEIGHT RIGHT. “*Cotización WEIGHT RIGHT PROPOSAL Q2012-0190*”. Junio. 2012.
- 87.- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO),FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS (FAO). *Código internacional de prácticas recomendado - principios generales de higiene de los alimentos (CAC/RCP 1-1969, REV 4 )*. 2003.
- 88.- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO),FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NOTIONS (FAO). *Código internacional recomendado de prácticas para la elaboración y manipulación de los alimentos congelados rápidamente (CAC/RCP 8-1976)*.
- 89.- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO),FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NOTIONS (FAO). *Código de prácticas de higiene para la frutas y hortalizas frescas. (CAC/RCP 53-2003)*.
- 90.- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO),FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NOTIONS (FAO). *Norma General del Codex para Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985)*.

1.- Las referencias están basadas en la Norma UNE-50-104-94 (equivalencia de la ISO 690:198).

## Anexo A-1. Memoria de cálculo de la macrolocalización por el método AHP

### Representación de problema

Los criterios de evaluación fueron adaptados de los propuestos por Vilbrant (1963)<sup>83</sup>, para la macrolocalización de la planta, estos se muestran en la Figura A-1.1.

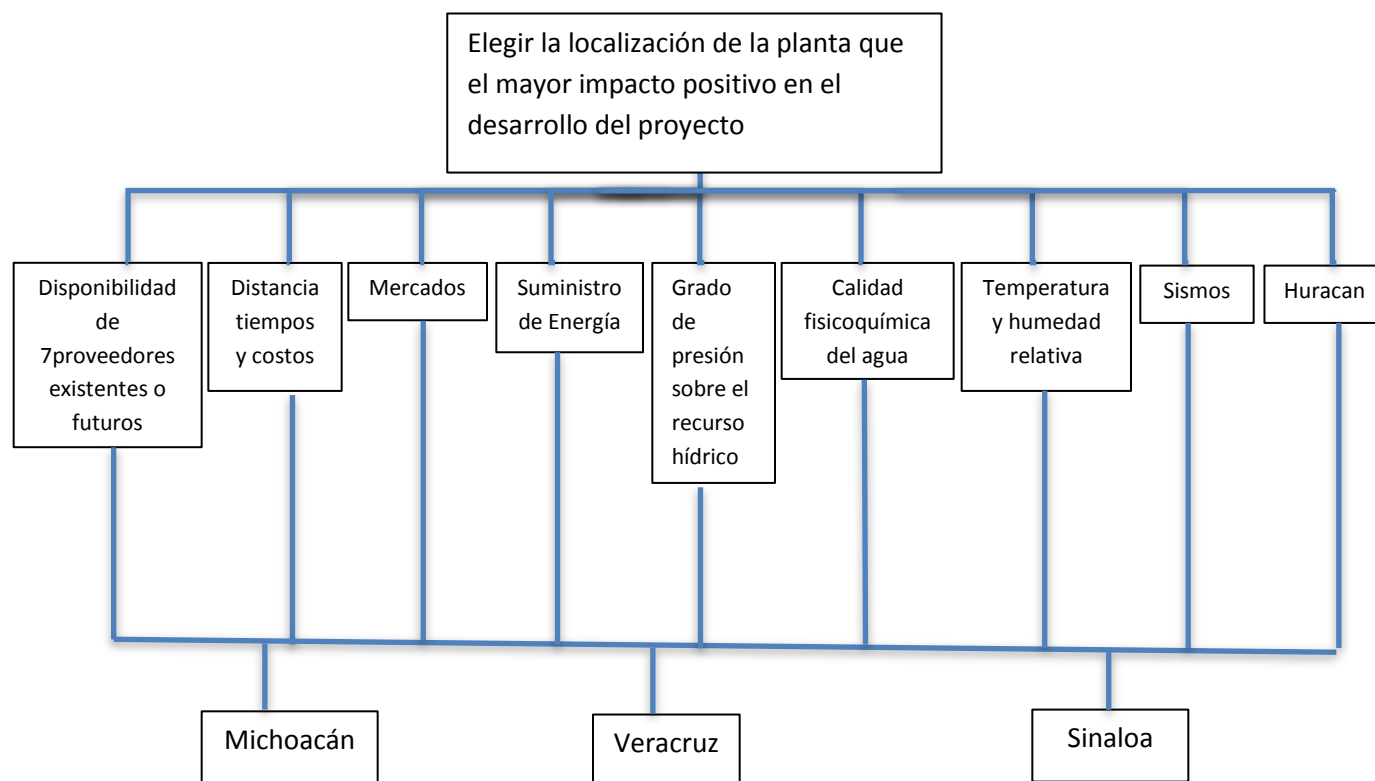


Figura A-1.1. Arreglo jerárquico

El procedimiento que se lleva a cabo para encontrar la macrolocalización por el método AHP, fue el mismo que se desarrolló en el caso de la selección de la tecnología, el cual se expuso en la sección 5.3, debido a la semejanza de los procedimientos, en este apartado sólo se incluyen los resultados de los mismos.

## Evaluación de los criterios de valoración

Tabla A-1.1. Comparación de Criterios

Criterios	Disponibilidad de proveedores existentes o futuros	Distancia tiempos y costos	Mercados	Suministro de energía	Grado de presión sobre el recurso hídrico	Calidad fisicoquímica del agua	Temperatura y humedad relativa	Sismos	Huracanes
Disponibilidad de proveedores existentes o futuros	1	0.67	1	1.5	1	1	5	5	5
Distancia tiempos y costos	1.5	1	1	2	1	1	5	5	5
Mercados	1	1	1	3	1	1	5	5	5
Suministro de energía	0.67	0.5	0.33	1	0.5	0.33	4	4	4
Grado de presión sobre el recurso hídrico	1	1	1	2	1	1	5	5	5
Calidad fisicoquímica del agua	1	1	1	3	1	1	5	5	5
Temperatura y humedad relativa	0.2	0.2	0.2	0.25	0.20	0.2	1	2	2
Sismos	0.20	0.20	0.20	0.25	0.2	0.20	0.5	1	1
Huracanes	0.20	0.20	0.20	0.25	0.2	0.20	0.5	1	1
<b>Total</b>	<b>6.77</b>	<b>5.77</b>	<b>5.93</b>	<b>13.25</b>	<b>6.10</b>	<b>5.93</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>33</b>

Tabla A-1.2. Determinación de la importancia relativa

Crterios	Disponibilidad de proveedores existentes o futuros	Distancia tiempos y costos	Mercados	Suministro de energía	Grado de presión sobre el recurso hídrico	Calidad fisicoquímica del agua	Temperatura y humedad relativa	Sismos	Huracanes	Suma	Importancia relativa
Disponibilidad de proveedores existentes o futuros	0.148	0.116	0.169	0.113	0.164	0.169	0.161	0.152	0.152	1.342	0.149
Distancia tiempos y costos	0.222	0.173	0.169	0.151	0.164	0.169	0.161	0.152	0.152	1.511	0.168
Mercados	0.148	0.173	0.169	0.226	0.164	0.169	0.161	0.152	0.152	1.513	0.168
Suministro de energía	0.099	0.087	0.056	0.075	0.082	0.056	0.129	0.121	0.121	0.826	0.092
Grado de presión sobre el recurso hídrico	0.148	0.173	0.169	0.151	0.164	0.169	0.161	0.152	0.152	1.437	0.160
Calidad fisicoquímica del agua	0.148	0.173	0.169	0.226	0.164	0.169	0.161	0.152	0.152	1.513	0.168
Temperatura y humedad relativa	0.030	0.035	0.034	0.019	0.033	0.034	0.032	0.061	0.061	0.337	0.037
Sismos	0.030	0.035	0.034	0.019	0.033	0.034	0.016	0.030	0.030	0.260	0.029
Huracanes	0.030	0.035	0.034	0.019	0.033	0.034	0.016	0.030	0.030	0.260	0.029
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1</b>

Tabla A-1.3. Razón de inconsistencia

Matriz A									Matriz w	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	RI	Criterio de aceptación RI $\leq 0.10$
1	0.67	1	1.5	1	1	5	5	5	0.149	1.371	9.193	9.184	0.023	1.45	0.016	Cumple
1.5	1	1	2	1	1	5	5	5	0.168	1.547	9.213					
1	1	1	3	1	1	5	5	5	0.168	1.564	9.307					
0.67	0.5	0.33	1	0.5	0.33	4	4	4	0.092	0.848	9.234					
1	1	1	2	1	1	5	5	5	0.160	1.473	9.220					
1	1	1	3	1	1	5	5	5	0.168	1.564	9.307					
0.2	0.2	0.2	0.25	0.2	0.2	1	2	2	0.037	0.339	9.047					
0.2	0.2	0.2	0.25	0.2	0.2	0.5	1	1	0.029	0.262	9.069					
0.2	0.2	0.2	0.25	0.2	0.2	0.5	1	1	0.029	0.262	9.069					

### Evaluación de las alternativas

Tabla A-1.4. Comparación de alternativas para el Criterio 1

Disponibilidad de proveedores existentes o futuros	Sinaloa	Veracruz	Michoacán
Sinaloa	1	0.33	0.5
Veracruz	3	1	1
Michoacán	2	1	1
Total	6	2.33	2.5

Tabla A-1.5. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 1

Disponibilidad de proveedores existentes o futuros	Sinaloa	Veracruz	Michoacán	Suma	Importancia Relativa
Sinaloa	0.167	0.143	0.200	0.510	0.170
Veracruz	0.5	0.429	0.400	1.329	0.443
Michoacán	0.333	0.429	0.400	1.162	0.387
Total	1	1	1	3	1

Tabla A-1.6. Razón de inconsistencia del Criterio 1

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.333	0.5	0.170	0.444	2.667	3.055	0.027	0.58	0.047	Cumple
3	1	1	0.443	1.167	3.500					
2	1	1	0.387	1.000	3.000					

Tabla A-1.7. Comparación de alternativas para el Criterio 2

Distancia, tiempo y costo	Sinaloa	Veracruz	Michoacán
Sinaloa	1	0.5	0.333
Veracruz	2	1	0.33333333
Michoacán	3	3	1
Total	6	4.5	1.667

Tabla A-1.8. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 2

Distancia, tiempo y costo	Sinaloa	Veracruz	Michoacán	Suma	Importancia relativa
Sinaloa	0.167	0.111	0.200	0.478	0.159
Veracruz	0.333	0.222	0.200	0.756	0.252
Michoacán	0.500	0.667	0.600	1.767	0.589
Total	1	1	1	3	1

Tabla A-1.9. Razón de inconsistencia del Criterio 2

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.5	0.333	0.164	0.492	3.004	3.009	0.005	0.580	0.008	Cumple
2	1	0.5	0.297	0.894	3.008					
3	2	1	0.539	1.625	3.015					



Tabla A-1.10. Comparación de alternativas para el Criterio 3

Mercados	Sinaloa	Veracruz	Michoacán
Sinaloa	1	0.33	0.25
Veracruz	3	1	0.25
Michoacán	4	4	1
Total	8	5.33	1.50

Tabla A-1.11. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 3

Mercados	Sinaloa	Veracruz	Michoacán	Suma	Importancia relativa
Sinaloa	0.125	0.063	0.167	0.354	0.118
Veracruz	0.375	0.188	0.167	0.729	0.243
Michoacán	0.5	0.750	0.667	1.917	0.639
Total	1	1	1	3	1

Tabla A-1.12. Razón de inconsistencia del Criterio 3

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.33	0.25	0.120	0.363	3.023	3.074	0.037	0.580	0.064	Cumple
3	1	0.33	0.272	0.835	3.067					
4	3	1	0.608	1.904	3.132					

Tabla A-1.13. Comparación de alternativas para el Criterio 4

Suministro de energía	Sinaloa	Veracruz	Michoacán
Sinaloa	1	4	2
Veracruz	0.25	1	0.5
Michoacán	0.5	2	1
Total	1.75	7	3.5

Tabla A-1.14. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 4

Suministro de energía	Sinaloa	Veracruz	Michoacán	SUMA	Importancia relativa
Sinaloa	0.571	0.571	0.571	1.714	0.571
Veracruz	0.143	0.143	0.143	0.429	0.143
Michoacán	0.286	0.286	0.286	0.857	0.286
Total	1	1	1	3	1

Tabla A-1.15. Razón de inconsistencia del Criterio 4

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	4	2	0.571	1.714	3.000	3	0	0.58	0	Cumple
0.25	1	0.5	0.143	0.429	3.000					
0.5	2	1	0.286	0.857	3.000					

Tabla A-1.16. Comparación de alternativas para el Criterio 5

Grado de presión sobre el recurso hídrico	Sinaloa	Veracruz	Michoacán
Sinaloa	1	0.25	2
Veracruz	4	1	5
Michoacán	0.5	0.2	1
Total	5.5	1.45	8

Tabla A-1.17. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 5

Grado de presión sobre el recurso hídrico	Sinaloa	Veracruz	Michoacán	Suma	Importancia relativa
Sinaloa	0.182	0.172	0.250	0.604	0.201
Veracruz	0.727	0.690	0.625	2.042	0.681
Michoacán	0.091	0.138	0.125	0.354	0.118
Total	1	1	1	3	1

Tabla A-1.18. Razón de inconsistencia del Criterio 5

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.25	2	0.201	0.607	3.016	3.025	0.012	0.580	0.021	Cumple
4	1	5	0.681	2.076	3.050					
0.5	0.2	1	0.118	0.355	3.008					

Tabla A-1.19. Comparación de alternativas para el Criterio 6

Calidad fisicoquímica del agua	Sinaloa	Veracruz	Michoacán
Sinaloa	1	0.5	2
Veracruz	2	1	3
Michoacán	0.5	0.333	1
Total	3.5	1.833	6

Tabla A-1.20. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 6

Calidad fisicoquímica del agua	Sinaloa	Veracruz	Michoacán	Suma	Importancia relativa
Sinaloa	0.286	0.273	0.333	0.892	0.297
Veracruz	0.571	0.545	0.500	1.617	0.539
Michoacán	0.143	0.182	0.167	0.491	0.164
Total	1	1	1	3	1

Tabla A-1.21. Razón de inconsistencia del Criterio 6

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.5	2	0.297	0.894	3.008	3.009	0.005	0.580	0.008	Cumple
2	1	3	0.539	1.625	3.015					
0.5	0.33	1	0.164	0.492	3.004					

Tabla A-1.22. Comparación de alternativas para el Criterio 7

Temperatura y humedad relativa	Sinaloa	Veracruz	Michoacán
Sinaloa	1	1	0.5
Veracruz	1	1	0.5
Michoacán	2	2	1
Total	4	4	2

Tabla A-1.23. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 7

Temperatura y humedad relativa	Sinaloa	Veracruz	Michoacán	Suma	Importancia relativa
Sinaloa	0.25	0.25	0.25	0.75	0.25
Veracruz	0.25	0.25	0.25	0.75	0.25
Michoacán	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5
Total	1	1	1	3	1

Tabla A-1.24. Razón de inconsistencia del Criterio 7

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	1	0.5	0.25	0.75	3	3	0	0.58	0	Cumple
1	1	0.5	0.25	0.75	3					
2	2	1	0.5	1.5	3					

Tabla A-1.25. Comparación de alternativas para el Criterio 8

Sismos	Sinaloa	Veracruz	Michoacán
Sinaloa	1	0.5	0.25
Veracruz	2	1	0.5
Michoacán	4	2	1
Total	7	3.5	1.75

Tabla A-1.26. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 8

Sismos	Sinaloa	Veracruz	Michoacán	Suma	Importancia relativa
Sinaloa	0.143	0.143	0.143	0.429	0.143
Veracruz	0.286	0.286	0.286	0.857	0.286
Michoacán	0.571	0.571	0.571	1.714	0.571
Total	1	1	1	3	1

Tabla A-1.27. Razón de inconsistencia del Criterio 8

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.5	0.25	0.143	0.429	3.000	3	0	0.58	0	Cumple
2	1	0.5	0.286	0.857	3.000					
4	2	1	0.571	1.714	3.000					

Tabla A-1.28. Comparación de alternativas para el Criterio 9

Huracanes	Sinaloa	Veracruz	Michoacán
Sinaloa	1	0.5	0.25
Veracruz	2	1	0.333
Michoacán	4	3	1
Total	7	4.5	1.583

Tabla A-1.29. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 9

Huracanes	Sinaloa	Veracruz	Michoacán	Suma	Importancia relativa
Sinaloa	0.143	0.111	0.158	0.412	0.137
Veracruz	0.286	0.222	0.211	0.718	0.239
Michoacán	0.571	0.667	0.632	1.870	0.623
Total	1	1	1	3	1

Tabla A-1.30. Razón de inconsistencia del Criterio 9

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.5	0.25	0.137	0.413	3.007	3.018	0.009	0.580	0.016	Cumple
2	1	0.333	0.239	0.722	3.014					
4	3	1	0.623	1.891	3.034					

## Jerarquización de las alternativas

Tabla A-1.31. Jerarquización de las Alternativas

Macrolocalización	IMPORTANCIA RELATIVA CRITERIO NO.									JERARQUIZACIÓN ANALÍTICA									Resultados
	1	2	3	4	5	6	7	8	9										
Sinaloa	0.164	0.159	0.118	0.571	0.201	0.297	0.250	0.143	0.137	0.025	0.027	0.020	0.052	0.032	0.050	0.009	0.004	0.004	0.223
Veracruz	0.539	0.252	0.243	0.143	0.681	0.539	0.250	0.286	0.239	0.066	0.042	0.041	0.013	0.109	0.091	0.009	0.008	0.007	0.386
Michoacán	0.297	0.589	0.639	0.286	0.118	0.164	0.500	0.571	0.623	0.057	0.099	0.107	0.026	0.019	0.028	0.019	0.017	0.018	0.390

## Anexo A-2. Memoria de cálculo de la microlocalización por el método AHP

### Representación de problema

De la misma manera que la macrolocalización, los criterios de evaluación fueron adaptados de los propuestos por Vilbrat (1963)<sup>83</sup>, la Figura A-2.1 muestra el arreglo jerárquico de los factores específicos que se considera favorecen a la correcta microlocalización de la planta.

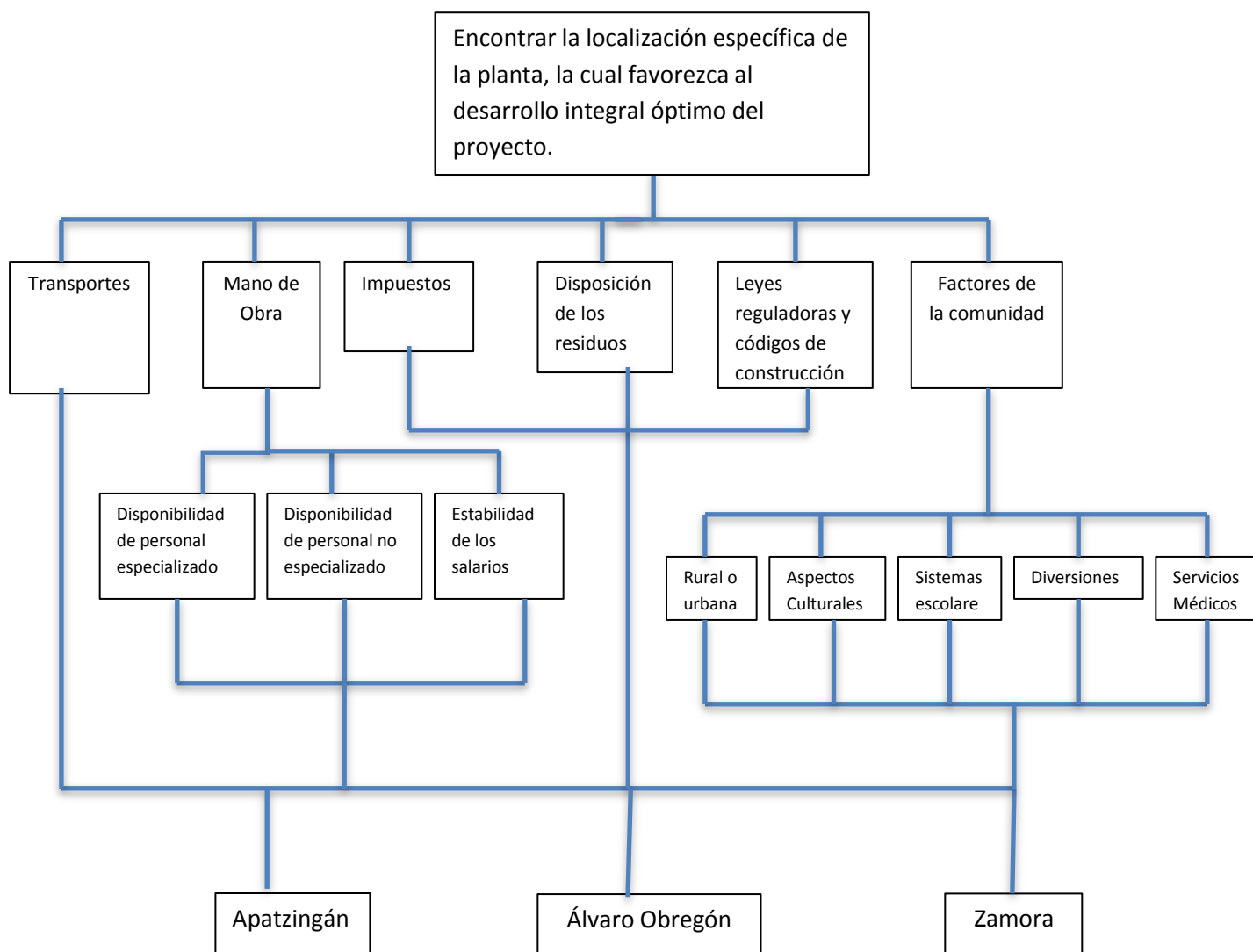


Figura A-2.1 Arreglo jerárquico

La metodología utilizada en la microlocalización es la AHP, la cual sigue el mismo procedimiento que la selección de la tecnología (Sección 5.3) y la macrolocalización (Anexo A-1), con la particularidad de que en este caso los criterios de selección toman en cuenta subcriterios, los cuales son sometidos al mismo sistema de selección.

## Evaluación de los criterios de valoración

Tabla A-2.1. Comparación de criterios

Criterios	Transportes	Mano de Obra	Impuestos	Disposición de los residuos	Leyes reguladoras y códigos de construcción	Factores de la comunidad
Transportes	1	0.5	1	2	2	2
Mano de Obra	2	1	2	2	3	2
Impuestos	1	0.5	1	2	2	2
Disposición de los residuos	0.5	0.5	0.5	1	2	2
Leyes reguladoras y códigos de construcción	0.5	0.333	0.5	0.5	1	2
Factores de la comunidad	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1
Suma	5.5	3.333	5.5	8	10.5	11

Tabla A-2.2. Determinación de la importancia relativa

Criterios	Transportes	Mano de Obra	Impuestos	Disposición de los residuos	Leyes reguladoras y códigos de construcción	Factores de la comunidad	Suma	Importancia relativa
Transportes	0.182	0.15	0.182	0.25	0.190	0.182	1.136	0.189
Mano de Obra	0.364	0.3	0.364	0.25	0.286	0.182	1.745	0.291
Impuestos	0.182	0.15	0.182	0.25	0.190	0.182	1.136	0.189
Disposición de los residuos	0.091	0.15	0.091	0.125	0.190	0.182	0.829	0.138
Leyes reguladoras y códigos de construcción	0.091	0.1	0.091	0.063	0.095	0.182	0.621	0.104
Factores de la comunidad	0.091	0.15	0.091	0.063	0.048	0.091	0.533	0.089
Suma	1	1	1	1	1	1	6	1

Tabla A-2.3. Razón de inconsistencia

Matriz A						Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	RI	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.5	1	2	2	2	0.189	1.185	6.260	6.206	0.041	1.32	0.031	Cumple
2	1	2	2	3	2	0.291	1.813	6.234					
1	0.5	1	2	2	2	0.189	1.185	6.260					

Matriz A						Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	RI	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
0.5	0.5	0.5	1	2	2	0.138	0.858	6.207					
0.5	0.333	0.5	0.5	1	2	0.104	0.637	6.146					
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.089	0.544	6.130					

Tabla A-2.4. Comparación de subcriterios correspondientes a la mano de obra

Mano de obra	Disponibilidad de proveedores existentes o futuros	Disponibilidad de personal no especializado	Estabilidad de los salarios
Disponibilidad de personal especializado	1	1	1
Disponibilidad de personal no especializado	1	1	1
Estabilidad de los salarios	1	1	1
Suma	3	3	3

Tabla A-2.5. Comparación de subcriterios correspondientes a los factores de la comunidad

Factores de la comunidad	Rural o urbana	Aspectos culturales	Sistemas escolares	Diversiones	Servicios Médicos	Centros de suministro comercial
Rural o urbana	1	0.5	0.5	1	0.333	0.333
Aspectos culturales	2	1	0.5	2	0.5	0.5
Sistemas escolares	2	2	1	2	1	1
Diversiones	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5
Servicios Médicos	3	2	1	2	1	1
Centros de suministro comercial	3	2	1	2	1	1
Suma	12	8	4.5	10	4.333	4.333



Tabla A-2.6. Determinación de la importancia relativa de subcriterios correspondientes a la mano de obra

Mano de obra	Disponibilidad de personal especializado	Disponibilidad de personal no especializado	Estabilidad de los salarios	Suma	Importancia relativa
Disponibilidad de personal especializado	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Disponibilidad de personal no especializado	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Estabilidad de los salarios	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.7. Determinación de la importancia relativa de subcriterios correspondientes a los factores de la comunidad

Factores de la comunidad	Rural o urbana	Aspectos culturales	Sistemas escolares	Diversiones	Servicios Médicos	Centros de suministro comercial	Suma	Importancia relativa
Rural o urbana	0.083	0.063	0.111	0.1	0.077	0.077	0.511	0.085
Aspectos culturales	0.167	0.125	0.111	0.2	0.115	0.115	0.834	0.139
Sistemas escolares	0.167	0.250	0.222	0.2	0.231	0.231	1.300	0.217
Diversiones	0.083	0.063	0.111	0.1	0.115	0.115	0.588	0.098
Servicios Médicos	0.250	0.250	0.222	0.2	0.231	0.231	1.384	0.231
Centros de suministro comercial	0.250	0.250	0.222	0.2	0.231	0.231	1.384	0.231
Suma	1	1	1	1	1	1	6	1

Tabla A-2.8. Razón de inconsistencia de subcriterios correspondientes a la mano de obra

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	1	1	0.333	1	3	3	0	0.58	0	Cumple
1	1	1	0.333	1	3					
1	1	1	0.333	1	3					

Tabla A-2.9. Razón de inconsistencia de subcriterios correspondientes a los factores de la comunidad

Matriz A						Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.5	0.5	1	0.333	0.333	0.085	0.515	6.046	6.077	0.015	1.240	0.012	Cumple
2	1	0.5	2	0.5	0.5	0.139	0.844	6.076					
2	2	1	2	1	1	0.217	1.322	6.100					
1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.098	0.592	6.039					
3	2	1	2	1	1	0.231	1.407	6.101					
3	2	1	2	1	1	0.231	1.407	6.101					

### Evaluación de las alternativas

Tabla A-2.10. Comparación de alternativas para el Criterio 1

Transportes	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán
Zamora	1	0.5	2
Álvaro Obregón	2	1	3
Apatzingán	0.5	0.333	1
Suma	3.5	1.833	6

Tabla A-2.11. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 1

Transportes	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia Relativa
Zamora	0.286	0.273	0.333	0.892	0.297
Álvaro Obregón	0.571	0.545	0.5	1.617	0.539
Apatzingán	0.143	0.182	0.167	0.491	0.164
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.12. Razón de Inconsistencia para el Criterio 1

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.5	2	0.297	0.894	3.008	3.009	0.005	0.580	0.008	Cumple
2	1	3	0.539	1.625	3.015					
0.5	0.333	1	0.164	0.492	3.004					

Tabla A-2.13. Comparación de alternativas para el Subcriterio 1 del Criterio 2

Disponibilidad de personal especializado	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán
Zamora	1	0.5	2
Álvaro Obregón	2	1	3
Apatzingán	0.5	0.333	1
Suma	3.5	1.833	6

Tabla A-2.14. Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 1 del Criterio 2

Disponibilidad de personal especializado	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia relativa
Zamora	0.286	0.273	0.33	0.892	0.297
Álvaro Obregón	0.571	0.545	0.5	1.617	0.539
Apatzingán	0.143	0.182	0.167	0.491	0.164
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.15. Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 1 del Criterio 2

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.5	2	0.297	0.894	3.008	3.009	0.005	0.58	0.008	Cumple
2	1	3	0.539	1.625	3.015					
0.5	0.333	1	0.164	0.492	3.004					

Tabla A-2.16. Comparación de alternativas para el Subcriterio 2 del Criterio 2

Disponibilidad de personal no especializado	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán
Zamora	1	0.5	2
Álvaro Obregón	2	1	3
Apatzingán	0.5	0.333	1
Suma	3.5	1.833	6

Tabla A-2.17. Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 2 del Criterio 2

Disponibilidad de personal no especializado	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia relativa
Zamora	0.286	0.273	0.333	0.892	0.297
Álvaro Obregón	0.571	0.545	0.5	1.617	0.539
Apatzingán	0.143	0.182	0.17	0.491	0.164
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.18. Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 2 del Criterio 2

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	0.5	2	0.297	0.894	3.008	3.009	0.005	0.580	0.008	Cumple
2	1	3	0.539	1.625	3.015					
0.5	0.333	1	0.164	0.492	3.004					

Tabla A-2.19. Comparación de alternativas para el Subcriterio 3 del Criterio 2

Estabilidad en los salarios	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán
Zamora	1	1	1
Álvaro Obregón	1	1	1
Apatzingán	1	1	1
Suma	3	3	3

Tabla A-2.20. Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 3 del Criterio 2

Estabilidad de los salarios	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia relativa
Zamora	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Álvaro Obregón	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Apatzingán	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.21. Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 3 del Criterio 2

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	1	1	0.333	1	3	3	0	0.58	0	Cumple
1	1	1	0.333	1	3					
1	1	1	0.333	1	3					

Tabla A-2.22. Comparación de alternativas para el Criterio 3

Impuestos	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán
Zamora	1	1	0.5
Álvaro Obregón	1	1	0.5
Apatzingán	2	2	1
Suma	4	4	2

Tabla A-2.23. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 3

Impuestos	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia relativa
Zamora	0.25	0.25	0.25	0.75	0.25
Álvaro Obregón	0.25	0.25	0.25	0.75	0.25

Impuestos	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia relativa
Apatzingán	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.24. Razón de Inconsistencia para del Criterio 3

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	1	0.5	0.25	0.75	3	3	0	0.58	0	Cumple
1	1	0.5	0.25	0.75	3					
2	2	1	0.5	1.5	3					

Tabla A-2.25. Comparación de alternativas para el Criterio 4

Disposición de los residuos	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán
Zamora	1	1	1
Álvaro Obregón	1	1	1
Apatzingán	1	1	1
Suma	3	3	3

Tabla A-2.26. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 4

Disposición de los residuos	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia relativa
Zamora	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Álvaro Obregón	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Apatzingán	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.27. Razón de Inconsistencia para del Criterio 4

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación (%)
1	1	1	0.333	1	3.000	3	0	0.58	0	Cumple
1	1	1	0.333	1	3.000					
1	1	1	0.333	1	3.000					

Tabla A-2.28. Comparación de alternativas para el Criterio 5

Leyes reguladoras y códigos de construcción	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán
Zamora	1	1	0.5
Álvaro Obregón	1	1	0.5
Apatzingán	2	2	1
Suma	4	4	2

Tabla A-2.29. Determinación de las importancias relativas para el Criterio 5

Leyes reguladoras y códigos de construcción	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia relativa
Zamora	0.25	0.25	0.25	0.75	0.25
Álvaro Obregón	0.25	0.25	0.25	0.75	0.25
Apatzingán	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.30. Razón de Inconsistencia para del Criterio 5

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	1	0.5	0.25	0.75	3	3	0	0.58	0	Cumple

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	1	0.5	0.25	0.75	3					
2	2	1	0.5	1.5	3					

Tabla A-2.31. Comparación de alternativas para el Subcriterio 1 del Criterio 6

Rural o urbana	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán
Zamora	1	1	1
Álvaro Obregón	1	1	1
Apatzingán	1	1	1
Suma	3	3	3

Tabla A-2.32. Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 1 del Criterio 6

Rural o urbana	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia relativa
Zamora	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Álvaro Obregón	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Apatzingán	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.33. Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 1 del Criterio 6

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	1	1	0.333	1	3	3	0	0.58	0	Cumple
1	1	1	0.333	1	3					
1	1	1	0.333	1	3					



Tabla A-2.34. Comparación de alternativas para el Subcriterio 2 del Criterio 6

Aspectos culturales	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán
Zamora	1	1	1
Álvaro Obregón	1	1	1
Apatzingán	1	1	1
Suma	3	3	3

Tabla A-2.35. Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 2 del Criterio 6

Aspectos culturales	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia relativa
Zamora	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Álvaro Obregón	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Apatzingán	0.333	0.333	0.333	1	0.333
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.36. Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 2 del Criterio 6

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	1	1	0.333	1	3	3	0	0.58	0	Cumple
1	1	1	0.333	1	3					
1	1	1	0.333	1	3					

Tabla A-2.37. Comparación de alternativas para el Subcriterio 3 del Criterio 6

Sistemas escolares	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán
Zamora	1	3	2
Álvaro Obregón	0.333	1	0.5
Apatzingán	0.5	2	1
Suma	1.833	6	3.5

Tabla A-2.38. Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 3 del Criterio 6

Sistemas escolares	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia relativa
Zamora	0.545	0.5	0.571	1.617	0.539
Álvaro Obregón	0.182	0.167	0.143	0.491	0.164
Apatzingán	0.273	0.333	0.286	0.892	0.297
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.39. Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 3 del Criterio 6

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	3	2	0.539	1.625	3.015	3.009	0.005	0.58	0.008	Cumple
0.333	1	0.5	0.164	0.492	3.004					
0.5	2	1	0.297	0.894	3.008					

Tabla A-2.40. Comparación de alternativas para el Subcriterio 4 del Criterio 6

Diversiones	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán
Zamora	1	1	3
Álvaro Obregón	1	1	2
Apatzingán	0.333	0.5	1
Suma	2.333	2.5	6

Tabla A-2.41. Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 4 del Criterio 6

Diversiones	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia relativa
Zamora	0.429	0.4	0.500	1.329	0.443
Álvaro Obregón	0.429	0.4	0.333	1.162	0.387
Apatzingán	0.143	0.2	0.167	0.510	0.170
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.42. Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 4 del Criterio 6

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	1	3	0.443	1.340	3.025	3.018	0.009	0.58	0.016	1.578
1	1	2	0.387	1.170	3.020					
0.333	0.5	1	0.170	0.511	3.009					

Tabla A-2.43. Comparación de alternativas para el Subcriterio 5 del Criterio 6

Servicios médicos	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán
Zamora	1	1	3
Álvaro Obregón	1	1	2
Apatzingán	0.333	0.5	1
Suma	2.333	2.5	6

Tabla A-2.44. Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 5 del Criterio 6

Servicios médicos	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia relativa
Zamora	0.429	0.4	0.5	1.329	0.443
Álvaro Obregón	0.429	0.4	0.333	1.162	0.387
Apatzingán	0.143	0.2	0.167	0.510	0.170
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.45. Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 5 del Criterio 6

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	1	3	0.443	1.340	3.025	3.018	0.009	0.580	0.016	1.578
1	1	2	0.387	1.170	3.020					
0.333	0.5	1	0.170	0.511	3.009					

Tabla A-2.46. Comparación de alternativas para el Subcriterio 6 del Criterio 6

Centros de suministro comercial	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán
Zamora	1	2	0.5
Álvaro Obregón	0.5	1	0.5
Apatzingán	2	2	1
Suma	3.5	5	2

Tabla A-2.47. Determinación de las importancias relativas para el Subcriterio 6 del Criterio 6

Centros de suministro comercial	Zamora	Álvaro Obregón	Apatzingán	Suma	Importancia relativa
Zamora	0.286	0.4	0.25	0.936	0.312
Álvaro Obregón	0.143	0.2	0.25	0.593	0.198
Apatzingán	0.571	0.4	0.5	1.471	0.490
Suma	1	1	1	3	1

Tabla A-2.48. Razón de Inconsistencia para el Subcriterio 6 del Criterio 6

Matriz A			Matriz W	Producto de Matrices	$\lambda$ max	$\lambda$ max promedio	IC	CA	IR	Criterio de aceptación $RI \leq 0.10$
1	2	0.5	0.312	0.952	3.053	3.054	0.027	0.580	0.046	Cumple
0.5	1	0.5	0.198	0.599	3.030					
2	2	1	0.490	1.510	3.078					

### Jerarquización de las alternativas

En el caso de la microlocalización es necesario recalcular las Importancias relativas, debido a la existencia de subcriterios, esto se lleva a cabo multiplicando las correspondientes a los criterios por las de los subcriterios, los resultados se presentan en la Tabla A-2.49.

Tabla A-2.49. Recalculo de las Importancias relativas

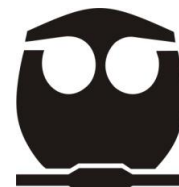
<b>Criterios</b>		<b>Importancia relativa</b>
<b>Criterio 1</b>		0.189
<b>Criterio 2</b>	<b>Subcriterio 1</b>	0.097
	<b>Subcriterio 2</b>	0.097
	<b>Subcriterio 3</b>	0.097
<b>Criterio 3</b>		0.189
<b>Criterio 4</b>		0.138
<b>Criterio 5</b>		0.104
<b>Criterio 6</b>	<b>Subcriterio 1</b>	0.008
	<b>Subcriterio 2</b>	0.012
	<b>Subcriterio 3</b>	0.019
	<b>Subcriterio 4</b>	0.009
	<b>Subcriterio 5</b>	0.020
	<b>Subcriterio 6</b>	0.020

La jerarquización analítica se realiza de la misma manera que en la selección de la tecnología y en la microlocalización, utilizando las Importancias relativas recalculadas expuestas en la Tabla A-2.49, los resultados finales se muestran en la Tabla A-2.50.

Tabla A-2.50. Jerarquización de alternativa

	Criterio 1	Criterio 2			Criterio No.			Criterio 6						Jerarquización analítica														Resultados
		Subcriterio No.			3	4	5	Subcriterio No.																				
		1	2	3				1	2	3	4	5	6															
Zamora	0.297	0.297	0.297	0.333	0.250	0.333	0.250	0.333	0.333	0.539	0.443	0.443	0.312	0.056	0.029	0.029	0.032	0.047	0.046	0.026	0.003	0.004	0.010	0.004	0.009	0.006	0.302	
Álvaro Obregón	0.539	0.539	0.539	0.333	0.250	0.333	0.250	0.333	0.333	0.164	0.387	0.387	0.198	0.102	0.052	0.052	0.032	0.047	0.046	0.026	0.003	0.004	0.003	0.003	0.008	0.004	0.383	
Apatzingán	0.164	0.164	0.164	0.333	0.500	0.333	0.500	0.333	0.333	0.297	0.170	0.170	0.490	0.031	0.016	0.016	0.032	0.095	0.046	0.052	0.003	0.004	0.006	0.001	0.003	0.010	0.315	

### Anexo A-3. Cuestionario del consumidor de frutas y hortalizas



## Universidad Nacional Autónoma de México

### Facultad de Química

### Ingeniería y Administración de Proyectos.

Cuestionario sobre preferencias del consumidor de frutas y de hortalizas.

1.- ¿Cree usted que es importante para su salud el consumo de frutas y de hortalizas?

Sí

No

2.- ¿Cuáles son las frutas y las hortalizas que usted está acostumbrado a consumir con mayor frecuencia?

---

---

3.- ¿Con que frecuencia consume frutas y hortalizas?

Diariamente

Tres veces a la semana

Una vez a la semana

Nunca

Si su respuesta fue “Tres veces a la semana”, “una vez a la semana” o “nunca”, prosiga a contestar la siguiente pregunta, si su respuesta fue “diariamente” no conteste la pregunta cuatro.

4.- ¿Por qué razón no consume frutas y hortalizas más seguido?

La preparación es tardada  Es caro para mí  Perece muy rápidamente

No me gusta el sabor

5.- ¿Qué cantidad de frutas y de hortalizas está acostumbrado a consumir cada que las come?

---

---

6.-¿Sabía que la fruta y las hortalizas congeladas ultrarrápidamente ahorran tiempo al preparar los alimentos, aumentan el tiempo de perecebilidad y garantizan la calidad y limpieza de los alimentos?

Sí

No

7.- ¿Estaría usted dispuesto a pagar más por tener las ventajas descritas en la pregunta anterior?

Sí

No

8.-¿Hasta en que porcentaje?

5

10

15

20

9.- ¿Son de su preferencia las fruta y las hortalizas fresca? ¿Por qué?

Si

No

---

10.- ¿Sabía usted que las frutas y las hortalizas congeladas ultrarrápidamente conservan la mayoría de las propiedades de las frutas y de las hortalizas frescas?

Sí

No

11.- ¿De los productos envasados que usted consume, cuál es el empaque de su preferencia?

Caja

Bolsa

Charola

Recipiente de plástico

Otro

Si su respuesta fue "otro" especifique cuál, en la siguiente línea.

---

12.- ¿Cuál es su preferencia en cuanto al cierre del empaque?

Cierre fácil

Liga

Sellado

Tapa

Otro

Si su respuesta fue "otro" especifique cuál, en la siguiente línea.

---

¿A qué actividades se dedica usted?

---

¿Es usted soltero(a) o casado(a)?

---

¿Usted tiene hijos(as)?

---

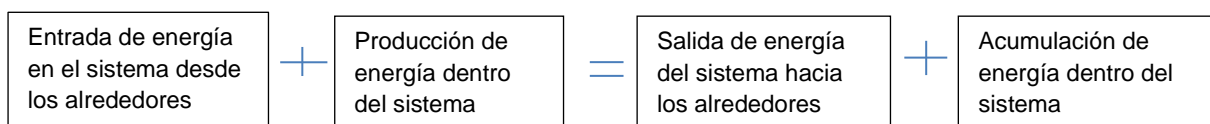


## Anexo A-4. Memoria de cálculo de las cargas térmicas

Los cálculos de las cargas de enfriamiento se calcularon con base en los balances de materia y de energía, siguiendo las recomendaciones y la metodología propuesta por Antonio López en el Manual de Diseño de las Instalaciones Frigoríficas en las Industrias Agroalimentarias (1994)<sup>45</sup>, los cuales se describen en los siguientes apartados.

### A-4.1. Carga de enfriamiento de la cámara de conservación de materias primas

El balance general de energía se puede indicar de la siguiente manera:



$$\text{Acumulación de energía en el sistema} = \Delta U + \Delta E_c + \Delta E_{Py} + \Delta E_{Pe} + \Delta E_{Pm} \quad (\text{A} - 4.1.1)$$

Donde:

$E_{Py}$  = Energía potencial gravitatoria

$E_c$  = Energía cinética

$E_{Pe}$  = Energía potencial eléctrica

$E_{Pm}$  = Energía potencial magnética

$U$  = Energía Interna

El balance general se modifica si hay un sistema donde se genere calor de reacción (de respiración o de fermentación)



Cargas térmicas de distinta naturaleza para congeladores y enfriadores de sólidos:

- Calor que se introduce en el congelador por paredes, suelo y techo.
- Calor introducido por apertura de la puerta de carga y descarga.
- Calor que cede el producto a medida que su temperatura baja, que coincide con la temperatura próxima a 0° C.
- Calor producido por la respiración de frutas y hortalizas.
- Calor cedido por las personas que trabajen eventualmente dentro de la cámara.
- Calor cedido por cualquier equipo situado dentro de la cámara (motores eléctricos, alumbrado, etc.).

#### **Calor que se transfiere a la cámara por paredes, suelo y techo**

$$Q_1 = A \cdot U \cdot \Delta t \quad (A - 4.1.2)$$

Donde:

$Q_1$ = Cantidad de calor transferido, kcal/h.

$A$ = área de la superficie de la pared, m<sup>2</sup>.

$U$ = Coeficiente global de transferencia de calor, kcal/ h m<sup>2</sup> °C.

$\Delta t$  = diferencia de temperatura entre el exterior y el interior de la cámara, °C.

$$\Delta t = t_{me} + t_{mi} \quad (A - 4.1.3)$$

Donde:

$t_{me}$ = temperatura media del exterior.

$t_{mi}$ = temperatura media del interior = -1°C.

$$t_{me} = 0.4t_{min} + 0.6t_{max} \quad (A - 4.1.4)$$

Donde:

$t_{min}$ = valor medio de la temperaturas medias mensuales durante el periodo de trabajo de la cámara.

$t_{max}$ = valor medio de la temperaturas máximas mensuales durante el periodo de trabajo de la cámara.

Para el cálculo de la  $t_{me}$ , se toma como referencia la temperatura media mensual, 18.8 °C, y la temperatura máxima mensual, 26.9 °C, de la ciudad de Morelia (CONAGUA, 2000)<sup>16</sup> debido a la cercanía del terreno donde se ubicaría la planta con esa población.

$$t_{me} = 0.4 \cdot 18.8 \text{ °C} + 0.6 \cdot 26.9 \text{ °C} = 23.66 \text{ °C}$$

Sin embargo López A. (1994)<sup>45</sup> establece algunas consideraciones para el cálculo del valor  $t_{me}$  de acuerdo con la situación de la pared o si se refiere al techo o al suelo. Así en la Tabla A-4.1.1 se determina la temperatura media exterior ( $t_{mes}$ ) -de acuerdo con este criterio- en las diferentes superficies de la cámara y su respectivo gradiente térmico con la temperatura interior.

Tabla A-4.1.1. Temperatura media exterior en las diferentes superficies de la cámara y diferencia de temperaturas, exterior e interior

Superficie	Cálculo de la temperatura media exterior ( $t_{mes}$ )	Gradiente térmico, $\Delta t = t_{mes} - t_{mi}$
Norte	$0.6 \cdot t_{me} = 0.6 \cdot 23.66 \text{ °C} = 14.20 \text{ °C}$	$\Delta t = 14.2 \text{ °C} - (-1 \text{ °C}) = 15.2 \text{ °C}$
Sur	$t_{me} = 23.66 \text{ °C}$	$\Delta t = 23.66 \text{ °C} - (-1 \text{ °C}) = 24.66 \text{ °C}$
Este	$0.8 \cdot t_{me} = 0.8 \cdot 23.66 \text{ °C} = 18.93 \text{ °C}$	$\Delta t = 18.93 \text{ °C} - (-1 \text{ °C}) = 19.93 \text{ °C}$
Oeste	$0.9 \cdot t_{me} = 0.9 \cdot 23.66 \text{ °C} = 21.29 \text{ °C}$	$\Delta t = 21.29 \text{ °C} - (-1 \text{ °C}) = 22.29 \text{ °C}$
Techo	$t_{me} + 12 \text{ °C} = 23.66 \text{ °C} + 12 \text{ °C} = 35.66 \text{ °C}$	$\Delta t = 35.66 \text{ °C} - (-1 \text{ °C}) = 36.66 \text{ °C}$
Suelo	$\frac{t_{me} + 15}{2} = \frac{23.66 \text{ °C} + 15}{2} = 19.33 \text{ °C}$	$\Delta t = 19.33 \text{ °C} - (-1 \text{ °C}) = 20.33$

*Cálculo de espesor de paredes*

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum_{i=1}^n \frac{e_i}{k_i} + \frac{1}{h_e}} \quad (A - 4.1.5)$$

Donde:

U= coeficiente global de transferencia de calor en paredes, suelo y techo, kcal/ h m<sup>2</sup> °C

h<sub>i</sub>= coeficiente de convección aire-pared, techo o suelo interior, kcal/ h m<sup>2</sup> °C

h<sub>i</sub>= 19.60 kcal/ h m<sup>2</sup> °C (para aire en movimiento v=1.78 m/s)

h<sub>e</sub>= coeficiente de convección aire-pared, techo o suelo exterior, kcal/ h m<sup>2</sup> °C

h<sub>e</sub>= 8.08 kcal/ h m<sup>2</sup> °C (para aire en reposo v=0 m/s)

e<sub>1</sub>= espesor de cada una de las capas de material, m<sup>2</sup>

k<sub>1</sub>=conductividad térmica de cada uno de los materiales, kcal/ h m°C

k<sub>1</sub>=se considera un 40% más del comercial, 0.020 W/m°C, por tanto éste se incrementa a 0.028 W/m°C (0.024 kcal/ h m°C) (López A.,1994, pág. 259)<sup>45</sup>.

La cámara se construye con paneles tipo sandwich con nucleos de espuma rígida de poliuretano de densidad igual a 38 kg/m<sup>3</sup> entre dos chapas de acero galvanizado, para el suelo se utilizan placas de poliuretano expandido, de mayor resistencia a la compresión (3 kg/cm<sup>2</sup>) y densidad mínima 35 kg/ m<sup>3</sup>.

Para el cálculo del aislamiento se admite un coeficiente global de transferencia de calor en paredes, suelo y techo de 0.3 kcal/h m<sup>2</sup> °C.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{19.60 \text{ kcal/h m}^2 \text{ °C}} + \frac{e_1}{0.024 \text{ kcal/h m} \text{ °C}} + \frac{1}{8.08 \text{ kcal/h m}^2 \text{ °C}}} = 0.3 \text{ kcal/h m}^2 \text{ °C}$$

$$e_1 = 0.076 \text{ m} \cong 0.1 \text{ m} \text{ (espesor más comercial)}$$

*Recálculo del coeficiente global de transferencia de calor en paredes, suelo y techo*

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum_{i=1}^n \frac{e_i}{k_i} + \frac{1}{h_e}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{19.60 \frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2 \text{ °C}}} + \frac{0.1 \text{ m}}{0.024 \frac{\text{kcal}}{\text{h m} \text{ °C}}} + \frac{1}{8.08 \frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2 \text{ °C}}}} = 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2 \text{ °C}}$$

$$U_{\text{suelo}} = \frac{1}{\frac{1}{4.085 \frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2 \text{ °C}}} + \frac{0.15 \text{ m}}{0.027 \frac{\text{kcal}}{\text{h m} \text{ °C}}} + \frac{1}{8.08 \frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2 \text{ °C}}}} = 0.17 \frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2 \text{ °C}}$$

### Capacidad de la cámara de conservación de materia prima

Aún cuando se proyecta una cámara con capacidad para almacenar 30 toneladas para un poco menos de tres días de producción, es pertinente analizar la situación extrema que puede presentarse en este almacén, así en el balance de materia (Tabla 8.46) se observa que para obtener 693 kg/h de piña congelada se requiere de 1 399 kg/h de piña fresca, representando ésta, la máxima cantidad a almacenar, por lo tanto la capacidad de la cámara de conservación para fines del cálculo de transferencia de energía por la materia prima fresca es:

$$\text{Capacidad de cámara} = 1\,399 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 16 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 22\,384 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Para la selección de las dimensiones de la cámara de conservación de materias primas se toma como referencia los datos de la ingeniería de diseño de una planta de congelación de espárrago verde, Tabla 8.5.

$$\text{Área de cámara} = 14.2 \text{ m} * 10.10 \text{ m} = 143.42 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen de cámara} = 14.2 \text{ m} * 10.10 \text{ m} * 4 \text{ m} = 573.63 \text{ m}^3$$

Tabla A-4.1.2. Área de superficies. Cálculo del calor que se transfiere a la cámara por paredes, techo y suelo

Superficie	Área (m <sup>2</sup> )	Cálculo del calor que se transfiere por área, $Q_1 = A \cdot U \cdot \Delta t$
Norte	56.3	$Q_N = 56.3 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 15.2\text{°C} = 196.82 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Sur	56.3	$Q_S = 56.3 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 24.66\text{°C} = 319.32 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Este	40.40	$Q_E = 40.40 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * 22.3\text{°C} = 207.21 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Oeste	40.40	$Q_O = 40.40 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 19.93\text{°C} = 185.19 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Techo	143.42	$Q_{\text{sue}} = 143.42 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 36.66\text{°C} = 1\,209.28 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Suelo	143.42	$Q_T = 143.42 \text{ m}^2 * 0.17 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 20.33\text{°C} = 495.67 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
		$Q_1 = 2\,613.49 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 41\,815.84 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$

### Calor transferido a la cámara por apertura de la puerta de carga y de la de descarga

$$Q_2 = m_a(h_e - h_i) \quad (\text{A} - 4.1.6)$$

$$m_a = n * \frac{V}{\bar{v}} \quad (\text{A} - 4.1.7)$$

Donde:

$Q_2$  = calor transferido a la cámara por apertura de puertas, kcal/día

$m_a$  = masa de aire que entra en la cámara en 24 h, kg

$h_e$  = entalpía del aire exterior, kcal/kg

$h_i$  = entalpía del aire interior, kcal/kg

$V$  = volumen de la cámara,  $m^3$

$\bar{v}$  = volumen específico medio del aire,  $m^3/kg$

$N$  = número de renovaciones diarias = 2.5 (López A., 1994, Tabla 10.1 pág. 249)<sup>45</sup>

Del diagrama psicrométrico (Figura A-4.1.1), se calculan los valores de las entalpías y de los volúmenes específicos medios del aire, los cuales se indica en la Tabla A-4.1.3.

Tabla A-4.1.3. Propiedades del aire

Condiciones	T, °C	H.R., %	h, kJ/kg	h, kcal/kg	$\bar{v}$ , $m^3/kg$
Exteriores	23.66	58	51	12.18	0.856
Interiores	-1	95	7.3	1.74	0.776

$$m_a = 2.5 \left[ \frac{573.63 m^3}{\left( \frac{0.856 + 0.776}{2} \right) m^3/kg} \right] = 1757.44 kg$$

$$Q_2 = 1757.44 \frac{kg}{día} \left( 12.18 \frac{kcal}{kg} - 1.74 \frac{kcal}{kg} \right) = 18347 \frac{kcal}{día} \quad \text{ó} \quad 1146.68 \frac{kcal}{h}$$

### Calor que cede la fruta o la hortaliza a medida que su temperatura disminuye

$$Q_3 = m_i c_p \Delta t_p \quad (A - 4.1.8)$$

Donde:

$Q_3$  = calor que cede la fruta o la hortaliza, kcal/día

$m_i$  = masa de la fruta o de la hortaliza que se está enfriando, kg/día

$c_p$  = calor específico de la fruta o de la hortaliza, kcal/kg °C

$\Delta t_p$  = diferencia entre temperatura inicial de enfriamiento y temperatura final, °C

Temperatura media = 23.66 °C

Temperatura final = -1 °C

Tabla A-4.1.4. Calores específicos y de respiración de frutas y de hortalizas

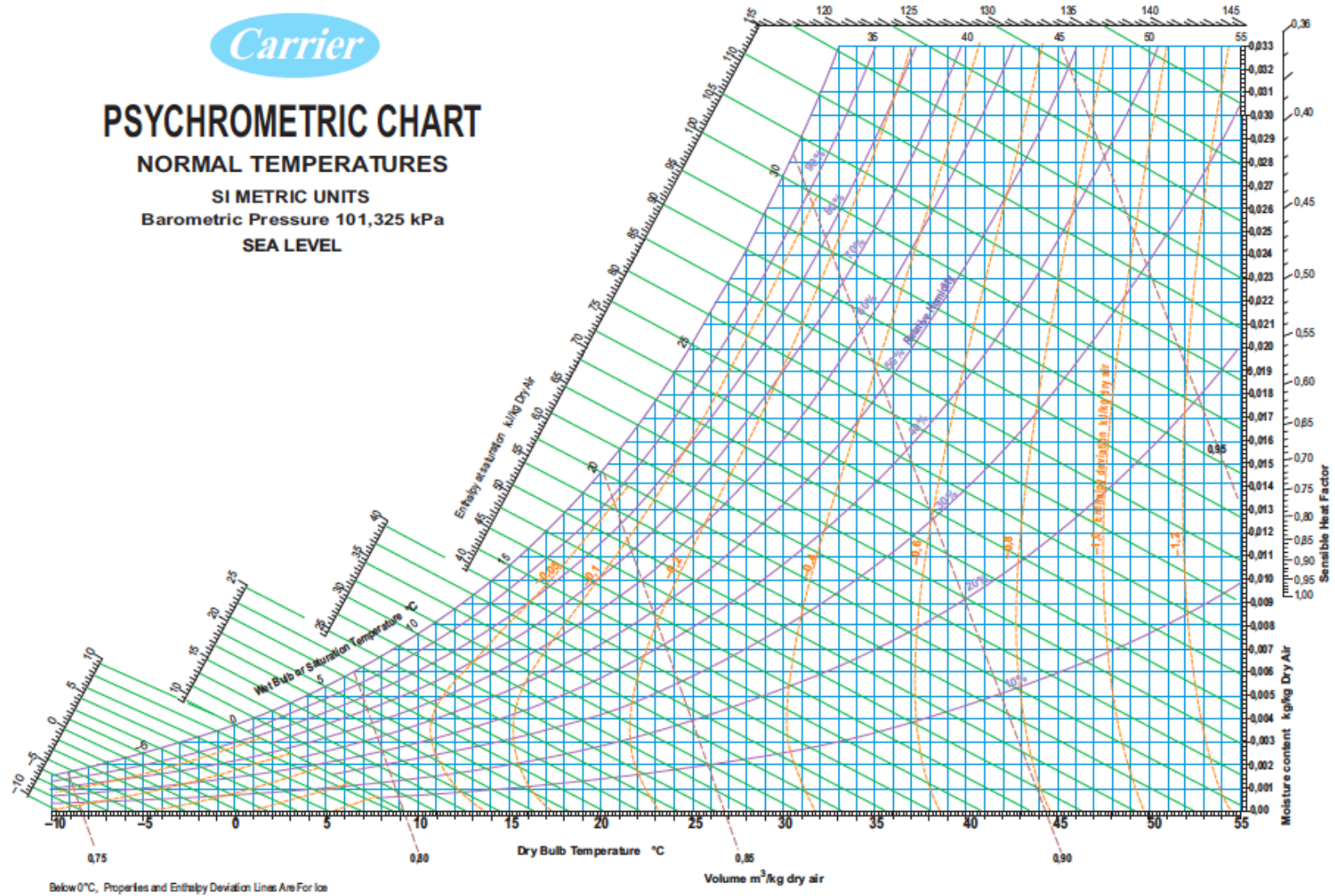
Fruta u hortaliza	Calor específico (kcal/kg°C)	Calor de respiración (kcal/kg día) <sup>1</sup>
Espárrago	0.94	0.467
Col de Brusela	0.88	0.787
Apio	0.95	0.786
Manzana	0.86	0.240
Uva	0.86	0.100
Piña	0.88	0.787

Nota: 1.- A una temperatura de 0 °C.

Para el cálculo del calor que cede la fruta o la hortaliza a medida que su temperatura disminuye,  $Q_3$ , se considera que la máxima transferencia ocurre cuando se almacenan los 1399 kg/h de piña fresca para producir 693 kg/h de producto congelado, por lo tanto el  $Q_3$  máximo es:

$$Q_3 = 1399 \frac{kg}{h} * 0.88 \frac{kcal}{kg} °C [23.66 - (-1°C)] = 30359.42 \frac{kcal}{h}$$

Figura A-4.1.1. Diagrama psicrométrico



**Calor liberado por la respiración de las frutas y de las hortalizas**

$$Q_4 = m * q \quad (A - 4.1.9)$$

Donde:

$Q_4$  = calor liberado por la la respiración de frutas y de hortalizas, kcal/día

$m$  = carga de la cámara, kg/día

$q$  = calor de respiración, kcal/kg día

La carga térmica que se adiciona a la cámara por este concepto,  $Q_4$ , se estima bajo el mismo criterio utilizado para el cálculo de  $Q_3$ , se selecciona el calor de respiración más alto, 0.787 kcal/kg día, que pertenece precisamente a la piña y para la cual se requieren 1 399 kg/h, 22 384 kg/día, para producir lo 693 kh/h de producto congelado de ahí que una vez que entra la piña a enfriar y sale fría, en el almacén de 30 t, permanecerían diariamente 7 616 kg en el proceso de respiración normal.

$$Q_4 = 7\,616\,kg * 0.787 \frac{kcal}{kg\,día} = 5\,993.8 \frac{kcal}{día} \quad \text{ó} \quad 374.61 \frac{kcal}{h}$$

**Calor cedido por las personas que trabajen eventualmente dentro de la cámara**

$$Q_5 = q * i * n \quad (A - 4.1.10)$$

Donde:

$Q_5$  = calor cedido por el personal, kcal/día

$q$  = potencia calorífica liberada por persona = 232 kcal/ h (López A.,1994)<sup>45</sup>

$i$  = número de personas consideradas dentro de la cámara frigorífica= 1 (para estibar)

$n$  = duración de la estancia de las personas = 3 h/día

$$Q_5 = 232 \frac{kcal}{h} * 1 * 3 \frac{h}{día} = 696 \frac{kcal}{día} \quad \text{ó} \quad 43.5 \frac{kcal}{h}$$

**Calor cedido por cualquier equipo situado dentro de la cámara**

Carga térmica de la iluminación

$$Q_6 = P * T * 860 \quad (A - 4.1.11)$$

Donde:

$Q_6$  = calor cedido por las lámparas, kcal/día

$P$  = potencia de todas las lámparas, kW

$T$  = duración del funcionamiento de las lámparas, h/día

$$Q_6 = 0.320\,kW * 16 \frac{h}{día} * 860 \frac{kcal}{kWh} = 4\,403.2 \frac{kcal}{día} \quad \text{ó} \quad 275 \frac{kcal}{h}$$

Cargas por motores eléctricos de ventiladores

$$Q_7 = 15\% \text{ del subtotal} \quad (\text{A} - 4.1.12)$$

$$Q_{ST} = \sum_{i=1-6} Q_i \quad (\text{A} - 4.1.13)$$

$$Q_{ST} = (2\,613.49 + 1\,146.68 + 30\,359.42 + 374.61 + 43.5 + 275) \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 34\,812.7 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_7 = 0.15 * 34\,812.7 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 5\,221.91 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_T = Q_{ST} + Q_7 \quad (\text{A} - 4.1.14)$$

$$Q_T = 34\,812.7 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} + 5\,221.91 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 40\,034.60 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \quad \text{ó} \quad 640\,553.60 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

### **Carga de enfriamiento de la cámara de conservación de materia prima**

Factor de seguridad del 10%

$$Q_{TS} = 1.10 * Q_T \quad (\text{A} - 4.1.15)$$

$$Q_{TS} = 40\,034.60 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * 1.10 = \mathbf{44\,038.06} \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \quad \text{ó} \quad 704\,608.96 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

### **A-4.2. Cálculo de la carga de enfriamiento de la cámaras de conservaciones de producto congelado**

Se proyecta una cámara de medidas iguales a la cámara de refrigeración de materias primas, Tabla 8.5, obviamente, presenta la misma  $t_{me}$  e idénticas  $t_{mes}$ , temperatura de almacenamiento de  $-20^{\circ}\text{C}$  de ahí que, el gradiente entre la exterior y la interior cambie considerablemente respecto a la anterior, Tabla A-4.2.1.

Tabla A-4.2.1. Cálculo del gradiente térmico

Superficie	Gradiente térmico $\Delta t = t_{mes} - t_{mi}$
Norte	$\Delta t = 14.2^{\circ}\text{C} - (-20^{\circ}\text{C}) = 34.2^{\circ}\text{C}$
Sur	$\Delta t = 23.66^{\circ}\text{C} - (-20^{\circ}\text{C}) = 43.66^{\circ}\text{C}$
Este	$\Delta t = 18.93^{\circ}\text{C} - (-20^{\circ}\text{C}) = 38.43^{\circ}\text{C}$
Oeste	$\Delta t = 21.29^{\circ}\text{C} - (-20^{\circ}\text{C}) = 41.30^{\circ}\text{C}$
Techo	$\Delta t = 35.66^{\circ}\text{C} - (-20^{\circ}\text{C}) = 55.66^{\circ}\text{C}$
Suelo	$\Delta t = 19.33^{\circ}\text{C} - (-20^{\circ}\text{C}) = 39.33^{\circ}\text{C}$



### Calor que se transfiere a la cámara por paredes, suelo y techo

En esta cámara se utiliza los mismos materiales que se seleccionaron para la cámara de conservación de materias primas: paneles tipo sandwich con núcleo de espuma rígida de poliuretano de densidad  $38 \text{ kg/m}^3$  entre dos chapas de acero galvanizado; en el suelo, placas de poliestireno extrusionado.

#### Espesor de paredes

El espesor de las paredes de la cámara de conservación de producto congelado se calcula de acuerdo con el procedimiento seguido para la determinación del espesor de las paredes de la cámara de conservación de materias primas partiendo de los mismos datos, por lo tanto éste es:

$$e_1 = 0.076 \text{ m} \cong 0.1 \text{ m} \quad (\text{espesor comercial})$$

#### Recálculo del coeficiente global de transferencia de calor en paredes, suelo y techo

De igual manera las pérdidas en paredes, techo y suelo en esta cámara son iguales a las estimadas en la cámara de materias primas:

$$U = 0.23 \text{ kcal/h m}^2\text{°C}$$

$$U_{\text{suelo}} = 0.17 \text{ kcal/h m}^2\text{°C}$$

El calor que se transfiere a la cámara a través de las paredes, techo y suelo se calcula (Tabla A-4.2.2) de acuerdo con la Ecuación A-4.1.2, considerando las mismas áreas que conforman a la cámara de materias primas y los gradientes de temperatura de la Tabla A-4.2.1.

Tabla A-4.2.2. Cálculo de la transferencia de calor en superficies

Superficie	Cálculo del calor que se transfiere a la cámara en cada área $Q_1 = A \cdot U \cdot \Delta t$
Norte	$Q_N = 56.3 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 34.2\text{°C} = 442.86 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Sur	$Q_s = 56.3 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 43.66\text{°C} = 565.35 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Oeste	$Q_o = 40.40 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * 38.43\text{°C} = 357.10 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Este	$Q_e = 40.40 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} \text{m}^2\text{°C} * 41.3\text{°C} = 383.76 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Techo	$Q_T = 143.42 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 55.66\text{°C} = 1836.03 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Suelo	$Q_{\text{sue}} = 143.42 \text{ m}^2 * 0.17 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 39.33\text{°C} = 969.07 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Total	$Q_1 = 4544.02 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 72704.32 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$

### Calor transferido a la cámara por apertura de la puerta de carga y de la de descarga

Para el cálculo de la energía que se transfiere del exterior al interior de la cámara de conservación de producto congelado cuando se abren las puertas de carga y de descarga de acuerdo con la Ecuación A-4.1.6 se requiere la determinación previa de la masa de aire que entra a la nave por estas actividades, Ecuación A-4.1.7, y a su vez se necesita conocer las entalpías del aire a las condiciones del interior y del exterior de la cámara.

Al ser esta última variable la única diferencia entre la cámara de conservación de materias

primas y la de producto congelado, en la Tabla A-4.2.3 se presentan los datos correspondientes, estimados del diagrama psicrométrico (Figura A-4.1.1) y, subsecuentemente se determina el calor transferido por este concepto.

Tabla A-4.2.3. Propiedades del aire

Condiciones	T °C	H.R. %	h (kcal/kg)	$\bar{v}$ (m <sup>3</sup> /kg)
Exteriores	23.66	58	12.18	0.856
Interiores	-20	95	-4.5	0.715

$$m_a = 2.5 \left[ \frac{573.63 \text{ m}^3}{\left(\frac{0.856 + 0.715}{2}\right) \text{ m}^3/\text{kg}} \right] = 1784.23 \text{ kg}$$

$$Q_2 = 1784.23 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \left[ 12.18 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} - (-4.5) \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right] = 29314.18 \frac{\text{kcal}}{\text{día}} \quad \text{ó} \quad 1832.13 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

### Calor transferido a la cámara por el material de envasado y de embalaje

$$Q_3 = m_i c_p \Delta t_p$$

(A – 4.2.1)

Donde:

$Q_3$  = calor que cede el material de envasado al medio de la cámara, kcal/h

$m_i$  = masa del embalaje, kg/h

$c_p$  = calor específico del envase, kcal/kg °C

$\Delta t_p$  = diferencia entre temperatura inicial del embalaje y temperatura final, °C

Consideraciones:

$m_i$  = 15% de la producción de producto congelado, 693 kg/h

$c_p$  = 0.5 kcal/kg°C (López A., 1994)<sup>45</sup>

Temperatura inicial = 12 °C

Temperatura final = -20°

$$Q_3 = 0.15 \left( 693 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) 0.5 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} [12^\circ\text{C} - (-20^\circ\text{C})] = 1663.2 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \quad \text{ó} \quad 26611.2 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

### **Calor cedido por las personas que trabajen eventualmente dentro de la cámara**

De igual manera que en el caso de las materias primas, el calor cedido al medio de la cámara de conservación de productos,  $Q_4$ , se calcula por medio de la Ecuación A-4.1.10 bajo las siguientes consideraciones:

$q$ = potencia calorífica liberada por persona = 335 kcal/ h (López A., 1994, pág. 253)<sup>45</sup>

$i$ = número de personas dentro de la cámara frigorífica= 2 (para estibar)

$n$ = duración de la estancia de las personas = 2 h/día

$$Q_4 = 335 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * 2 * \frac{\text{h}}{\text{día}} * 2 = 1\,340 \frac{\text{kcal}}{\text{día}} \quad \text{ó} \quad 83.75 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

### **Calor cedido por cualquier equipo situado dentro de la cámara**

Carga térmica de la iluminación

Consideración.- Carga térmica por iluminación = 3.42 BTU/Wh (Dossat, 2007)<sup>20</sup>

$$Q_5 = 320 \text{ W} * 3.42 \frac{\text{Btu}}{\text{Wh}} * 16 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 0.252 \frac{\text{kcal}}{\text{Btu}} = 4\,412.62 \frac{\text{kcal}}{\text{día}} \quad \text{ó} \quad 275.8 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_5 = 17510.4 \text{ Btu/día} = 4412.62 \text{ kcal/día}$$

Cargas por motores eléctricos de ventiladores

Para el cálculo del calor cedido al medio de la cámara de productos por los motores de los ventiladores,  $Q_6$ , se utiliza la Ecuación A-4.12 modificada de acuerdo con el número de conceptos determinados en la cámara de materias primas.

$$Q_6 = 0.15 * 8\,398.9 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 1\,259.84 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_{ST} = \sum_{i=1-5} Q_i = (4\,544.02 + 1\,832.13 + 1\,663.2 + 83.75 + 275.8) \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 8\,398.9 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Por lo tanto, el calor total transferido en la cámara de conservación de productos terminados sin margen de seguridad,  $Q_T$ , es:

$$Q_T = Q_{ST} + Q_6 \quad \text{(A - 4.2.2)}$$

$$Q_T = 8\,398.9 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} + 1\,259.84 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 9\,658.74 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \quad \text{ó} \quad 154\,539.84 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

### Carga de enfriamiento de la cámara de conservación de producto congelado

El calor total cedido con un margen de seguridad del 10%,  $Q_{TS}$ , es:

$$Q_{TS} = 9\,658.74 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * 1.10 = \mathbf{10\,624.61 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} \quad \text{ó} \quad 169\,993.82 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

#### A-4.3. Cálculo de la carga de enfriamiento de la nave de producción

Se proyecta una nave de 13 m de largo, 30 m de ancho y 4 m de alto con una temperatura dentro de la estructura de 12°C y una humedad relativa del aire de 68%. Como en los casos anteriores presenta la misma  $t_{me}$  e idénticas  $t_{mes}$  no así, los gradientes térmicos entre la temperatura interior y las exteriores, Tabla A-4.3.1, siendo para esta nave los más bajos.

#### Calor que se transfiere a la nave de producción por paredes, techo y suelo

En esta cámara se utiliza los mismos materiales que se seleccionaron para las cámaras de conservación: paneles tipo sandwich con núcleo de espuma rígida de poliuretano de densidad 38 kg/m<sup>3</sup> entre dos chapas de acero galvanizado; en el suelo, placas de poliestireno extruido.

Así mismo, se conserva el coeficiente de transferencia de calor por paredes y techo de:

$U = 0.23 \text{ kcal/h m}^2\text{°C}$ , no así el del techo por estimar que no se presenta transferencia de calor por esta superficie dada la temperatura de la nave.

Y se considera:

$$e_1 = 101.6 \text{ mm (para todos los paneles)}$$

Tabla A-4.3.1. Áreas de superficies. Cálculos del gradiente térmico y el calor transferido

Sup.	Gradiente térmico $\Delta t = t_{me} - t_{mi}$		Cálculo del calor que se transfiere a la cámara en cada superficie $Q_1 = A \cdot U \cdot \Delta t$
Norte	$\Delta t = 14.2^\circ\text{C} - (12^\circ\text{C}) = 2.2^\circ\text{C}$	120	$Q_N = 120 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 2.2^\circ\text{C} = 60.72 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Sur	$\Delta t = 23.66^\circ\text{C} - (12^\circ\text{C}) = 11.66^\circ\text{C}$	120	$Q_S = 120 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 11.66^\circ\text{C} = 321.82 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Este	$\Delta t = 18.93^\circ\text{C} - (12^\circ\text{C}) = 6.93^\circ\text{C}$	52	$Q_E = 52 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 6.93^\circ\text{C} = 82.88 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Oeste	$\Delta t = 21.29^\circ\text{C} - (12^\circ\text{C}) = 9.29^\circ\text{C}$	52	$Q_O = 52 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 9.29^\circ\text{C} = 111.11 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
Techo	$\Delta t = 35.66^\circ\text{C} - (12^\circ\text{C}) = 23.66^\circ\text{C}$	390	$Q_T = 390 \text{ m}^2 * 0.23 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{°C}} * 23.66^\circ\text{C} = 2\,122.30 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
			$Q_1 = 2\,698.83 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 43\,181.28 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$

### **Calor transferido a la nave de producción por apertura de la puerta de carga y de la de descarga**

Para el cálculo de la energía que se transfiere del exterior al interior de la nave de producción,  $Q_2$ , se procede de manera similar que en los casos anteriores con el cambio correspondiente a: el volumen propio del recinto,  $1\ 560\ m^3$ , la disminución del número de renovaciones diarias del aire de 2.5 a 1.65 y, las propiedades termodinámicas del aire a las condiciones de la

nave ( $12^\circ C$  y 68% de humedad relativa), Tabla A-4.3.2.

Tabla A-4.3.2. Propiedades del aire

Condiciones	T °C	H.R. %	h (kcal/kg)	$\bar{v}$ ( $m^3/kg$ )
Exteriores	23.66	58	12.18	0.856
Interiores	12	68	6.44	0.815

$$m_a = 1.65 \left[ \frac{1\ 560\ m^3}{\left(\frac{0.856 + 0.815}{2}\right) \frac{m^3}{kg}} \right] = 3\ 080.79\ kg$$

$$Q_2 = 3\ 080.79\ \frac{kg}{día} \left[ 12.18\ \frac{kcal}{kg} - 6.44\ \frac{kcal}{kg} \right] = 17\ 683.73\ \frac{kcal}{día} \quad \text{ó} \quad 1\ 105.23\ \frac{kcal}{h}$$

### **Calor cedido por las personas que trabajen eventualmente dentro de la nave de producción**

Conforme a las cámaras de conservación, el calor cedido al medio de la nave de producción,  $Q_3$ , se calcula por medio de la Ecuación A-4.1o bajo las siguientes consideraciones:

$q$ = potencia calorífica liberada por persona =  $180\ kcal/h$  (López A., 1994, pág. 253)<sup>45</sup>

$i$ = número de personas dentro de la cámara frigorífica= 70/turno

$n$ = duración de la estancia de las personas = 8 h/turno

$$Q_3 = 180\ \frac{kcal}{h} * 8 * \frac{h}{día} * 70 = 100\ 800\ \frac{kcal}{día} \quad \text{ó} \quad 12\ 600\ \frac{kcal}{h}$$

### **Calor cedido por cualquier equipo situado dentro de la nave de producción**

En la nave de producción se proyectan 40 lámparas con dos tubos de 32 W y se estima una potencia total por concepto de motores de 45 945 W, por lo tanto las cargas térmicas por iluminación,  $Q_4$ , y por motores,  $Q_5$ , es de:

$$Q_4 = 2.56\ kW * 16\ \frac{h}{día} * 860\ \frac{kcal}{kWh} = 35\ 225.6\ \frac{kcal}{día} \quad \text{ó} \quad 2\ 201.6\ \frac{kcal}{h}$$

$$Q_5 = 45.945\ kW * 16\ \frac{h}{día} * 860\ \frac{kcal}{kWh} = 632\ 203.2\ \frac{kcal}{día} \quad \text{ó} \quad 39\ 512.7\ \frac{kcal}{h}$$

### **Carga de enfriamiento de la nave de producción**

Por lo tanto el calor total cedido con un margen de seguridad del 10%,  $Q_{TS}$ , es:

$$Q_{TS} = 1.10 \sum_{i=1-5} Q_i \quad (A - 4.3.1)$$

$$Q_{TS} = 1.10 (2\,698.83 + 1\,105.23 + 12\,600 + 2\,201.6 + 39\,512.7) \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 63\,930.2 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_{TS} = 63\,930.2 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \quad \text{ó} \quad 1\,022\,883.14 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

#### A-4.4. Cálculo de la carga de enfriamiento del túnel de congelamiento

*Calor que se transfiere al congelador por paredes, suelo y techo*

De acuerdo con las especificaciones del túnel, Tabla 8.13, se tiene que las áreas para las paredes, el techo y el suelo, así como el volumen, son las siguientes:

$$A_p = (2.9\text{m} * 3.96\text{m} * 2) + (3\text{m} * 3.96\text{m} * 2) \\ = 40.36 \text{ m}^2$$

$$A_{TS} = (3 \text{ m} * 3.96 \text{ m} * 2) = 23.76 \text{ m}^2$$

$$A_T = 40.36 \text{ m}^2 + 23.76 \text{ m}^2 = 64.12 \text{ m}^2$$

$$V = (3\text{m} * 3.96\text{m} * 2.90\text{m}) = 34.452\text{m}^3$$

*Calor transferido al túnel por la apertura de la puerta de carga y de descarga*

Para el cálculo de la energía que se transfiere del exterior al interior del túnel,  $Q_2$ , se procede de manera similar que en los casos anteriores con el cambio correspondiente a: el volumen propio del recinto,  $34.452 \text{ m}^3$ , 12 renovaciones diarias (López A., 1994)<sup>45</sup> y, las propiedades termodinámicas del aire a las condiciones del

$$Q_1 = q_T A \quad (A - 4.4.1)$$

Donde:

$Q_1$  = energía que se transfiere al túnel por las paredes, techo y suelo, kcal/h

$q_T$  = coeficiente de transferencia, kcal/hm<sup>2</sup>.  $q \leq 9.31 \text{ W/m}^2 = 8 \text{ kcal/h m}^2$

$A$  = área de transferencia, m<sup>2</sup>

$$Q_1 = 8 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2} * 64.12 \text{ m}^2 = 512.96 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

túnel (-20°C y 95% de humedad relativa), Tabla A-4.4.1.

Tabla A-4.4.1. Propiedades del aire

Condiciones	T °C	H.R. %	h (kcal/kg)	$\bar{v}$ (m <sup>3</sup> /kg)
Exteriores	17	58	8.35	0.830
Interiores	-20	95	-4.5	0.715

$$m_a = 12 \left[ \frac{34.452 \text{ m}^3}{\left( \frac{0.830 + 0.715}{2} \right) \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} \right] = 535.14 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

$$Q_2 = 535.14 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \left[ 8.35 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} - (-4.5) \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right] = 6\,876.54 \frac{\text{kcal}}{\text{día}} \quad \text{ó} \quad 429.78 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

*Calor cedido por el producto en el enfriamiento y en el congelamiento*

$$Q_3 = (m * C_{p1} * \Delta t_1) + (m * L) + (m * C_{p2} * \Delta t_2) \quad (A - 4.4.2)$$

Donde:

m = masa de fruta o de la hortaliza que se enfría y posteriormente, se congela = 700 kg (Tabla 8.46)

C<sub>p1</sub> = Cp por arriba del punto de congelación, kcal/kg°C

C<sub>p2</sub> = Cp por abajo del punto de congelación, kcal/kg°C

Δt<sub>1</sub> = gradiente de temperatura en el enfriamiento, °C

Δt<sub>2</sub> = gradiente de temperatura en el congelamiento, °C

L = calor latente de fusión, kcal/kg

Substituyendo los valores de la Tabla A-4.4.2 en la Ecuación A-4.4.2 se obtiene la energía que transfiere cada una de las variedades de frutas y de hortalizas seleccionadas en este proyecto al ser congeladas, Tabla A-4.4.3. Para los cálculos de la carga de enfriamiento total se toma el valor más alto que corresponde al calor cedido en el enfriamiento y congelamiento del apio.

Tabla A-4.4.2. Diferencias de temperatura y capacidades caloríficas

Fruta u hortaliza	Δt <sub>1</sub> °C	Δt <sub>2</sub> °C	C <sub>p1</sub> kcal/kg°C	C <sub>p2</sub> kcal/kg°C	Calor latente kcal/kg
Manzana	16.50	18.50	0.86	0.44	67.00
Uva	16.27	18.72	0.85	0.43	64.30
Col de bruselas	15.83	19.16	0.87	0.46	67.63
Espárrago	15.61	19.38	0.93	0.47	74.28
Piña	16.11	18.88	0.87	0.44	67.63
Apio	15.50	19.50	0.94	0.47	74.84

Tabla A-4.4.3. Calor cedido en el enfriamiento y congelación

Fruta u hortaliza	Q <sub>3</sub> , kcal/h
Manzana	62 531.00
Uva	60 325.37
Col de bruselas	63 151.00
Espárrago	68 534.13
Piña	62 967.03
Apio	69 002.50

*Cargas por motores eléctricos*

Según Gruda (1989)<sup>30</sup>, un túnel de lecho fluidizado tiene un equivalente calórico del trabajo de los motores eléctricos del 20 % del calor cedido por el producto en su enfriamiento y congelación.

$$Q_4 = 0.20 * 69\ 002.50 \frac{kcal}{h} = 13\ 800.50 \frac{kcal}{h}$$

**Carga de enfriamiento del túnel de congelamiento**

Por lo tanto el calor total cedido con un margen de seguridad del 20%, Q<sub>TS</sub>, es:

$$Q_{TS} = 1.20 \sum_{i=1-4} Q_i \quad (A - 4.4.3)$$

$$Q_{TS} = 1.20(512.96 + 429.78 + 69\,002.50 + 13\,800.50) \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 100\,494.89 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \text{ ó } 116.87\text{kW}$$

#### A-4.5. Diseño del sistema de compresión

Se va a suponer un ciclo de doble compresión con inyección total en el enfriador intermedio, funcionando con amoníaco como fluido refrigerante.

Temperatura de vaporización= -35 °C

Temperatura de condensación= 35 °C

*Presión en el enfriador intermedio*

La presión en el enfriador intermedio se establece de tal manera que lleve a dimensionar ambos compresores (de baja y alta presión) más o menos de la misma magnitud, lo que resulta por consecuencia más económico.

$$P_i = \sqrt{P_c + P_e} + 0.35$$

$$P_i = \sqrt{14.28 \frac{\text{kg}_f}{\text{cm}^2} + 0.97 \frac{\text{kg}_f}{\text{cm}^2}} + 0.35 = 4.07 \frac{\text{kg}_f}{\text{cm}^2}$$

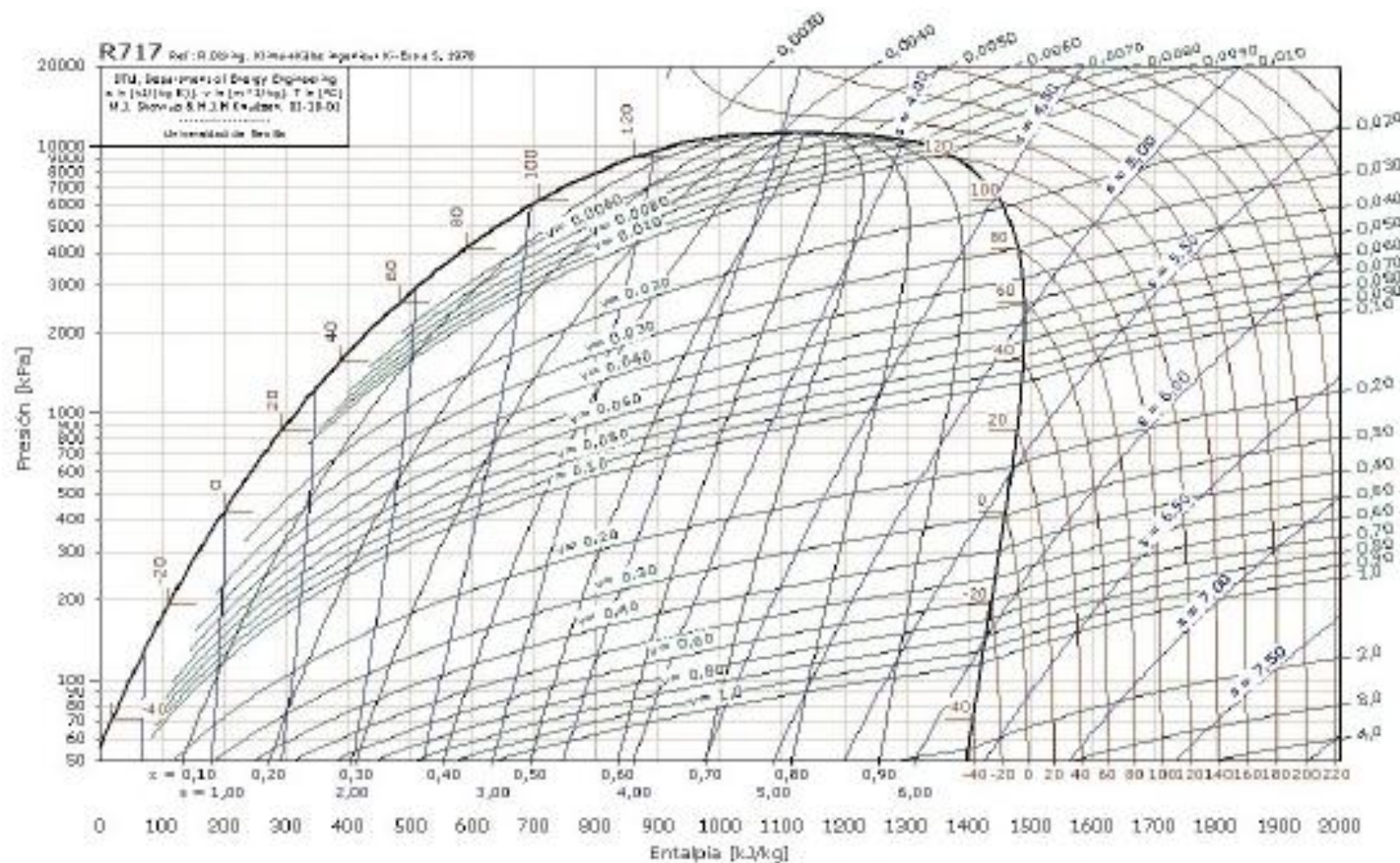
Con las temperaturas y presiones anteriores se estiman, del diagrama de Mollier del amoníaco (Figura A-4.5.1), las entalpías, las presiones y las temperaturas del ciclo de refrigeración, Tabla A-4.5.1. Se supone un sobrecalentamiento después del evaporador de 5°C.

Tabla A-4.5.1. Entalpías estimadas del diagrama de Mollier del amoníaco

Punto	P kg <sub>f</sub> /cm <sup>2</sup>	$\bar{v}$ m <sup>3</sup> /kg	T °C	h kcal/kg
1	0.97	1.2	-30	395
2	4.07		60	440
3	4.07	0.32	-2	403
4	14.28		100	436
5	14.28		35	145
6	4.07		-2	145
7	4.07		-2	95
8	0.97		-35	95



Figura A-4.5.1. Diagrama de Mollier del Amoniaco



**Producción específica frigorífica**

$$q_e = h_1 - h_8 = 395 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} - 95 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} = 300 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

**Flujo másico**

$$G_1 = \frac{Q_e}{q_e} = \frac{100\,494.8 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{300 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}} = 334.98 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

**Producción frigorífica volumétrica**

$$q_v = \frac{q_e}{V_1'} = \frac{300 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{1.2 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} = 250 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}$$

**Flujo volumétrico**

$$V = \frac{Q_e}{q_v} = \frac{100\,494.8 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}{250 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}} = 401.97 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

**Relación de compresión**

$$\frac{P_c}{P_e} = \frac{14.28 \frac{\text{kg}_f}{\text{cm}^2}}{0.97 \frac{\text{kg}_f}{\text{cm}^2}} = 14.92 > 8$$

Debido a que la relación de compresión supera al valor de 8, se utilizará un ciclo de doble compresión

**Caudal que circula por el enfriador intermedio**

Del balance de energía se tiene:

$$G_1 h_2 + G_1 h_5 + G_2 h_6 = G_1 h_7 + (G_1 + G_2) h_3$$

$$G_1 h_2 + G_1 h_5 - G_1 h_7 - G_1 h_3 = G_2 (h_3 - h_6)$$

$$G_2 = \frac{G_1 h_2 + G_1 h_5 - G_1 h_7 - G_1 h_3}{(h_3 - h_6)}$$

**Compresor de baja presión****Equivalente del trabajo de compresión**

$$\tau_B = h_2 - h_1 = (440 - 395) \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} = 45 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

**Eficiencia frigorífica**

$$\varepsilon_B = \frac{q_e}{\tau_B} = \frac{250 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{45 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}} = 5.55$$

**Potencia frigorífica específica**

$$K_{iB} = 860 \frac{\text{kcal}}{\text{kWh}} * \varepsilon_B$$

$$K_{iB} = 860 \frac{\text{kcal}}{\text{kWh}} * 5.55 = 4\,777.77 \frac{\text{kcal}}{\text{kWh}}$$

**Potencia teórica indicada**

$$N_{iB} = \frac{Q_e}{K_{iB}} = \frac{10\,049.8 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}{4\,777.77 \frac{\text{kcal}}{\text{kWh}}} = 2.103 \text{ kW} \quad \text{ó} \quad 28.4 \text{ C}$$

$$N_{iB} = 21.03 \text{ kW} \quad \text{ó} \quad 28.4 \text{ C}$$

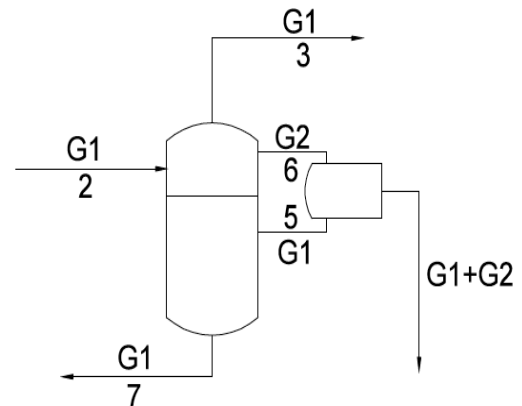


Figura A-4.5.2. Enfriador intermedio de sistema de inyección total

$$G_2 = \frac{112.95 \frac{kg}{h} (440 + 145) \frac{kcal}{kg} - 112.95 \frac{kg}{h} * 95 \text{ kcal/kg} - 112.95 \frac{kg}{h} * 403 \frac{kcal}{h}}{(85.74 - 60.19) \frac{kcal}{h}} = 112.95 \frac{kg}{h}$$

### Compresor de alta presión

*Caudal que entra en el compresor de alta presión*

$$G_1 + G_2 = G_3$$

$$G_3 = 112.95 \frac{kg}{h} + 334.98 \text{ kg/h} = 447.93 \frac{kg}{h}$$

*Flujo volumétrico*

$$V_{tA} = G_3 * V_3 = 447.93 \frac{kg}{h} * 0.32 \frac{m^3}{kg} = 143.34 \frac{m^3}{h}$$

*Equivalente del trabajo de compresión*

$$\tau_A = h_4 - h_3 = 436 \frac{kcal}{kg} - 403 \frac{kcal}{kg} = 33 \frac{kcal}{kg}$$

*Eficiencia frigorífica total*

$$\varepsilon_T = \frac{q_e}{\tau_A + \tau_B}$$

$$\varepsilon_T = \frac{300 \frac{kcal}{kg}}{45 \frac{kcal}{kg} + 33 \frac{kcal}{kg}} = 3.84$$

*Potencia teórica indicada*

$$N_{iA} = \frac{\tau_A * G_3}{860 \frac{kcal}{kWh}} = \frac{33 \frac{kcal}{kg} * 447.93 \frac{kg}{h}}{860 \frac{kcal}{kWh}}$$

$$N_{iA} = 17.18 \text{ kW} \quad \text{ó} \quad 23.35 \text{ CV}$$

*Desviaciones del comportamiento teórico*

*Relación de compresión de baja presión*

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{4.07 \frac{kg_f}{cm^2}}{0.97 \frac{kg_f}{cm^2}} = 4.19$$

Utilizando los ábacos de Linge para amoníaco (López A., 1994, pág. 105)<sup>45</sup> y suponiendo un espacio perjudicial del 4%, se tiene lo siguiente:

$$\frac{\eta_i}{\lambda} = 1.12$$

$$\eta_v = 0.85$$

$$1 - \eta_w = 0.10$$

$$C = 0.92$$

$$\lambda = [\eta_v - (1 - \eta_w)] * C$$

$$\lambda = [0.85 - 0.10] * 0.92 = 0.69$$

$$\eta_i = 1.12 * 0.69 = 0.7728$$

Donde:

$\eta_v$  = rendimiento volumétrico

$\eta_i$  = rendimiento indicado

$\lambda$  = rendimiento volumétrico total

$1 - \eta_w$  = pérdidas por fugas

C = factor de corrección

*Relación de compresión de alta presión*

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{14.28 \frac{kg_f}{cm^2}}{4.07 \frac{kg_f}{cm^2}} = 3.50$$

Utilizando los ábacos de Linge para amoníaco (López A., 1994, pág. 105)<sup>45</sup> y suponiendo un espacio perjudicial del 4%, se tiene lo siguiente:

$$\frac{\eta_i}{\lambda} = 1.08$$

$$\eta_v = 0.87$$

$$1 - \eta_w = 0.09$$

$$C = 1$$

$$\lambda = [\eta_v - (1 - \eta_w)] * C$$

$$\lambda = [0.87 - 0.09] * 1 = 0.78$$

$$\eta_i = 1.08 * 0.78 = 0.8424$$

$$\eta_i = 0.73$$

*Cálculo del ciclo real*

$$N_{irB} = \frac{N_{iB}}{\eta_i} = \frac{21.03 \text{ kW}}{0.7728} = 27.21 \text{ kW}$$

$$N_{irA} = \frac{N_{iA}}{N_i} = \frac{17.18 \text{ kW}}{0.8424} = 20.39 \text{ kW}$$

*Potencia de los compresores*

$$P_{rB} = \frac{N_{riB}}{\eta_m} = \frac{27.21 \text{ kW}}{0.85} = 32.01 \text{ kW}$$

### Dimensionado del enfriador intermedio

López A. (1994)<sup>45</sup>, menciona que para el dimensionado del enfriador intermedio se supone que el vapor no ha de sobrepasar la velocidad de 0.5-1 m/s en el interior del mismo. Además se considera que: el vapor está dos segundos en el enfriador intermedio y, la altura es como mínimo 4 veces el diámetro, sin superar los 2.5 m.

$$V = A * v$$

$$v = 2.4 \frac{d_i}{2}$$

$$V = 143.34 \frac{m^3}{h}$$

$$d_i = 66.6 \sqrt[3]{V} \quad (\text{en mm})$$

$$d_i = 66.6 \sqrt[3]{143.34} = 348.54 \text{ mm}$$

$$v = 2.4 \left( \frac{0.34854 \text{ m}}{2 \text{ s}} \right) = 0.4182 \frac{m}{s}$$

$$h = 4 * 348.58 \text{ mm} = 1394.16 \text{ mm} = 1.39416 \text{ m} < 2.5$$

$$\text{Toma de vapor} = 2.4 * d_i = 2.4 * 348.58 \text{ mm} = 836.5 \text{ mm}$$

$$P_{rA} = \frac{N_{riA}}{N_m} = \frac{20.39 \text{ kW}}{0.85} = 23.98 \text{ kW}$$

*Eficacia real de la instalación*

$$\epsilon_r = \frac{Q_e}{P_{rB} + P_{rA}} = \frac{100494.8 \frac{kcal}{kg} * 0.001163 \frac{kWh}{kcal}}{32.01 \text{ kW} + 23.98 \text{ kW}} = 2.08$$

*Potencia absorbida del transformador*

$$\eta_t = \text{rendimiento en la transmisión} = 0.90$$

$$\eta_{elec} = \text{rendimiento eléctrico} = 0.85$$

$$\cos\varphi = \text{Factor de potencia} = 0.85$$

$$N_{Trans} = \frac{P_{rA} + P_{rB}}{\eta_t + \eta_{elec} + \cos\varphi}$$

$$N_{Trans} = \frac{(32.01 + 23.98) \text{ kW}}{0.9 + 0.85 + 0.85} = 86.10 \text{ kW}$$

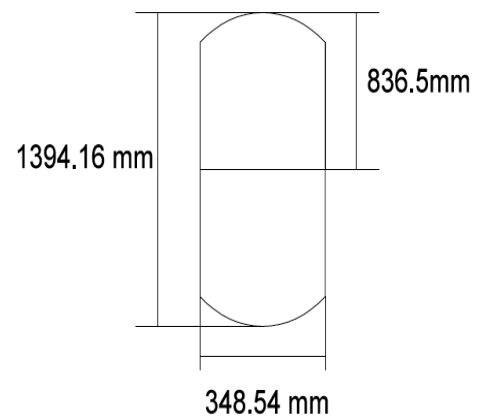


Figura A-4.5.3. Dimensiones del enfriador intermedio

## Dimensionamiento del compresor

### Compresor de baja presión

$$V_{rB} = \frac{V_{tB}}{\lambda_B} = \frac{401.97 \frac{m^3}{h}}{0.69} = 582.56 \frac{m^3}{h}$$

$$V_{rB} = N * \frac{\pi D^2}{4} * I * n * 60$$

Donde:

I = carrera del émbolo o pistón (m)

n = velocidad de giro (rpm)

D = diámetro del cilindro

N = Número de cilindros

$V_{rB}$  = caudal volumétrico real

Para la selección del compresor se varía la velocidad de giro y el número de cilindros, se supone igual la carrera del pistón y el diámetro del cilindro según la recomendación de López A. (1994)<sup>45</sup> para compresores comerciales.

$$V_{rB} = N * \frac{\pi}{4} * D^3 * n * 60$$

$$D^3 = \frac{V_r}{N * \frac{\pi}{4} * n * 60}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{V_{rB}}{N * \frac{\pi}{4} * n * 60}}$$

Los resultados obtenidos con la ecuación anterior variando la velocidad de giro se presentan en las Tablas A-4.5.2, A-4.5.3 y A-4.5.4.

Tabla A-4.5.2. Selección del compresor con velocidad de giro de 1 000 rpm

Valor supuesto de n = 1 000 rpm		
N	D (m)	$C = \frac{I * n}{30}$ (m/s)
1	0.2312	7.70
2	0.1835	6.11
4	0.1456	4.85
6	0.1272	4.24
8	0.1156	3.85
10	0.1073	3.57

Tabla A-4.5.3. Selección del compresor con velocidad de giro de 1 450 rpm

Valor supuesto de n = 1 450 rpm		
N	D (m)	$C = \frac{I * n}{30}$ (m/s)
1	0.2042	9.86
2	0.1621	7.83
4	0.1287	6.22
6	0.1129	5.43
8	0.1021	4.93
10	0.0948	4.58

Tabla A-4.5.4. Selección del compresor con velocidad de giro de 1 800 rpm

Valor supuesto de n = 1 800 rpm		
N	D (m)	$C = \frac{I * n}{30}$ (m/s)
1	0.1900	11.400
2	0.1508	9.048
4	0.1197	7.182
6	0.1046	6.276
8	0.0950	5.700
10	0.0882	5.292

La velocidad lineal del émbolo está comprendida en torno a los 3 m/s, por lo tanto, la velocidad de rotación es de 1 000 rpm con un diámetro del cilindro de 107.3 mm, velocidad lineal del émbolo de 3.57 m/s y 10 cilindros.

La selección teórica del compresor que se muestra en la Tabla A-4.5.2, A-4.5.3 y A-4.5.4, no corresponde a la del compresor comercial seleccionado que se muestra en la Tabla 8.14, el cual fue elegido con los resultados de todos los cálculos previos.

### Compresor de alta presión

$$V_{rA} = \frac{V_{tA}}{\lambda_A} = \frac{143.34 \frac{m^3}{h}}{0.78} = 183.77 \frac{m^3}{h}$$

$$V_{rA} = N * \frac{\pi D^2}{4} * I * n * 60$$

$$D^3 = \frac{V_{rA}}{N * \frac{\pi}{4} * n * 60}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{V_{rA}}{N * \frac{\pi}{4} * n * 60}}$$

Igual que para el compresor de baja se suponen 1 000 rpm, 1 450 rpm y 1 800 rpm, para escoger el compresor más conveniente.

Tabla A-4.5.5. Selección del compresor con velocidad de giro de 1 000 rpm

Valor supuesto de n = 1 000 rpm		
N	D (m)	$C = \frac{I * n}{30}$ (m/s)
1	0.1574	5.240
2	0.1249	4.169
4	0.0991	3.303
6	0.0866	2.886
8	0.0787	2.623
10	0.0730	2.430

Tabla A-4.5.6. Selección del compresor con velocidad de giro de 1 450 rpm

Valor supues de n = 1 450 rpm		
N	D (m)	$C = \frac{I * n}{30}$ (m/s)
1	0.13900	6.7183
2	0.11030	5.3311
4	0.08760	4.2340
6	0.07653	3.6980
8	0.06953	3.3606
10	0.06454	3.1194

Tabla A-4.5.7. Selección del compresor con velocidad de giro de 1 800 rpm

Valor supuesto de n = 1 800 rpm		
N	D (m)	$C = \frac{I * n}{30}$ (m/s)
1	0.1293	7.758
2	0.1027	6.162
4	0.0815	4.89
6	0.0712	4.272
8	0.0647	3.882
10	0.06	3.6

La velocidad líneal del émbolo está comprendida en torno a los 3 m/s, por lo tanto, la velocidad de rotación es de 1 000 rpm con un diámetro del cilindro de 99.10 mm, la velocidad líneal del émbolo de 3.546 m/s y 10 cilindros.

La selección teórica del compresor que se muestra en la Tabla A-4.5.5, A-4.5.6 y A-4.5.7, no corresponde a la del compresor comercial seleccionado que se muestra en la Tabla 8.14, el cual fue elegido con los resultados de todos los cálculos previos.

### Cálculo del condensador

El condensador será de tipo de casco y tubos aletados de alto rendimiento termodinámico, la condensación del refrigerante se efectua en el exterior de los tubos por donde fluye el agua, las temperaturas en este equipo se muestran en la Tabla A-4.5.8.

Tabla A-4.5.8. Temperaturas en el condensador

Corriente	Temperatura (°C)
Entrada al condensador	21.5
Salida del condensador	26.5
Condensación del amoniaco	40
Salida de amoniaco	40

$$Q_e = 100\,494.8 \frac{kcal}{h}$$

$$Q_c = Q_e + (860 \frac{kcal}{kWh} * N_{ir})$$

$$Q_c = 100\,494.8 \frac{kcal}{h} + \left(860 \frac{kcal}{kWh} * 25.52kW\right)$$

$$Q_c = 122\,442 \frac{kcal}{h}$$

$$\Delta t_{ml} = \frac{\Delta t_e - \Delta t_s}{\ln \frac{\Delta t_e}{\Delta t_s}}$$



$$\Delta t_{ml} = \frac{(40^{\circ}\text{C} - 21.5^{\circ}\text{C}) - (40^{\circ}\text{C} - 26.5^{\circ}\text{C})}{\ln \frac{(40^{\circ}\text{C} - 21.5^{\circ}\text{C})}{(40^{\circ}\text{C} - 26.5^{\circ}\text{C})}}$$

$$\Delta t_{ml} = 15.86^{\circ}\text{C}$$

$$Q_c = A_c * U * \Delta t_{ml}$$

Donde:

A=área de condensación

U=coeficiente global de transmisión de calor del condensador =  $571.25 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$

$\Delta t_{ml}$ = temperatura media logarítmica

$$A_c = \frac{122\,442 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}{571.25 \frac{\text{kcal}}{\text{h}^{\circ}\text{C}} * 15.86^{\circ}\text{C}}$$

$$A_c = 13.51 \text{ m}^2$$

Caudal másico del fluido de condensación (Agua)

$$m_R = \frac{Q_c}{C_{p\text{H}_2\text{O}} * \Delta t} = \frac{122\,442 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} * (26.5 - 21.5)^{\circ}\text{C}}$$

$$m_R = \frac{122\,442 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}{1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} * (26.5 - 21.5)^{\circ}\text{C}} = 24\,488.4 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

#### A-4.6. Determinación de parámetros básicos de la caldera

Necesidad de vapor = 8 a 12 kg de producto/kg de vapor

Capacidad de la planta = 700 kg/h

$$m_v = \frac{700 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{8 \text{ kg producto/kg de vapor}}$$

$$m_v = 87.5 \frac{\text{kg de vapor}}{\text{h}}$$

Datos sobre el vapor saturado a una presión de 0.86 atm, Tabla A-4.6.1.

Tabla A-4.6.1. Características del vapor saturado

Presión del vapor saturado (atm)	0.86
Temperatura del vapor saturado (°C)	95
Entalpía del vapor saturado (kcal/kg)	637.21

$$Q_o = \left[ 87.5 \frac{\text{kg de vapor}}{\text{h}} * 637.21 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right]$$

$$Q_o = 55\,756 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Utilizando un factor de seguridad del 10%

$$Q_o = 55\,756 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * 1.10 = 61\,331.84 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Potencia de la caldera en hp

$$P = 61\,331.84 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ hp}}{8\,510 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 7.2 \text{ hp}$$

Todas las calderas pequeñas se basan en 0.93 m<sup>2</sup> de superficie de calefacción por hp de caldera

$$\text{Superficie} = 7.2 \text{ hp caldera} * \frac{1 \text{ Hp}}{8\,510 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}} = 6.70 \text{ m}^2$$

Alimentación de agua a caldera

Según Nordell (1975)<sup>53</sup>, la alimentación máxima a calderas es de 4.25 gal/h por cada hp de potencia, por lo tanto se tiene lo siguiente:

$$C_{\text{cal}} = \frac{4.25 \frac{\text{gal}}{\text{h}}}{1 \text{ hp}} * 7.2 \text{ hp}$$

$$C_{\text{cal}} = 30.6 \frac{\text{gal}}{\text{h}} = 115.86 \frac{\text{L}}{\text{h}}$$

#### A-4.7. Determinación de parámetros básicos de la torre de enfriamiento

##### Cálculo de los flujos másicos del agua y del aire

$$Q_{CT} = Q_{C3}$$

$Q_{C3}$  = Calor de condensación del túnel de congelación

$$Q_3 = 122\,442 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

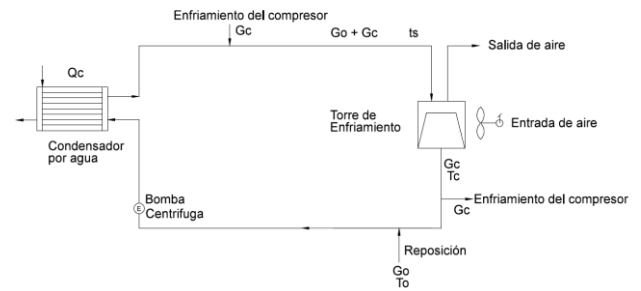


Figura A-4.7.1. Diagrama de flujo de la torre de enfriamiento

##### Balance de energía del agua

$$Q_C + Q_A = G_o * C_{PH2O} * (t_s - t_o) + G_c * C_{PH2O} * (t_s - t_c) \quad (A - 4.7.1)$$

En la torre de enfriamiento se tiene que:

$$(G_o + G_c) * C_{PH2O} * t_s + G * h_{1aire} = G_c * C_{PH2O} * t_c + (G + G_o) * h_{2aire}$$

$$G_o C_{PH2O} t_s + G_c C_{PH2O} t_s + G h_{1aire} = G_c C_{PH2O} t_c + G h_{2aire} + G_o h_{2aire}$$

$$G_o C_{PH2O} t_s + G_c C_{PH2O} (t_s - t_c) = G (h_{2aire} - h_{1aire}) + G_o h_{2aire} \quad (A - 4.7.2)$$

$$C_{PH2O} = 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \text{ sustituyendolo en 1 y 2 se tiene}$$

Substituyendo el valor del  $C_{PH2O}$  en la Ecuación A-4.7.1 y en la A-4.7.2 se tiene:

$$Q_C + Q_A = G_o(t_s - t_o) + G_c(t_s - t_c) \quad (A - 4.7.3)$$

$$G_o t_s + G_c(t_s - t_c) = G(h_{2aire} - h_{1aire}) + G_o h_{2aire} \quad (A - 4.7.4)$$

$$G(X_2 - X_1) = G_o(g) \quad (A - 4.7.5)$$

$$X_1 = \frac{\text{g de vapor de agua}}{\text{kg de aire fresco}} \quad (\text{entrada})$$

$$G_o + G_c = M_R + G_{EC} \quad (\text{flujo de enfriamiento del compresor})$$

$$G_o + G_c = 24\,488.4 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + 1\,920 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 26\,408.4 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$Q_{EC} = G_{EC} * C_{PH2O} (t_{max} - t_c)$$

$$Q_{EC} = 1\,920 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (26.5^\circ\text{C} - 21.5^\circ\text{C}) = 9\,600 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$



$$(122\,442 + 9\,600) \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = G_0(26.5 - 23.66)^\circ\text{C} + G_c(26.5 - 21.5)^\circ\text{C}$$

$$132\,042 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 2.84^\circ\text{C}G_0 + 5^\circ\text{C}G_c \quad (\text{A} - 5.7.6)$$

$$G_c(26.5 - 21.5)^\circ\text{C} = G(h_{2\text{aire}} - h_{1\text{aire}})$$

$$5^\circ\text{C}G_c = G(19.82 - 12.18) \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$5G_c = 7.64 G \quad (\text{A} - 4.7.7)$$

Del diagrama psicrométrico (Figura A-4.1.1) se obtienen los datos siguientes:

$$H_1R_2 = 100\% \quad (\text{supuesto})$$

$$H_2 = 19.82 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

$$X_2 = 0.022 \frac{\text{kg de agua}}{\text{kg de aire seco}} = 22 \frac{\text{g de agua}}{\text{kg de aire seco}}$$

$$t_2 = 26.5^\circ\text{C}$$

$$H_1R_1 = 58\%$$

$$h_1 = 12.18 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

$$X_2 = 0.018 \frac{\text{kg de agua}}{\text{kg de aire seco}}$$

$$X_2 = 22 \frac{\text{g de agua}}{\text{kg de aire seco}}$$

$$t_2 = 23.66^\circ\text{C}$$

$$G(0.022 - 0.018) \frac{\text{kg de agua}}{\text{kg de aire seco}} = G_0$$

$$0.004 \frac{\text{kg de agua}}{\text{kg de aire seco}} = G_0 \quad (\text{A} - 4.7.8)$$

Substituyendo la Ecuación A-4.7.8 en la A-4.7.6 y en la A-4.7.7 se tiene el valor de G y de G<sub>0</sub>

$$132\,042 = 2.84(0.004 G) + 5G_c$$

$$G = \frac{132\,042 - 5G_c}{0.011\,36}$$

$$5G_c = 7.64 * \frac{132\,042 - 5G_c}{0.011\,36}$$

$$G_c = 26\,369.2 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Por lo tanto:

$$G = \frac{132\,042 - 5(26\,369.2)}{0.011\,36} = 17\,253.52 \frac{kg}{h}$$

$$G_o = 0.004G = 0.004(17\,253.52 \frac{kg}{h})$$

$$G_o = 69.01 \frac{kg}{h}$$

Comprobación

$$G_o + G_c = 26\,408.4 \frac{kg}{h}$$

$$69.01 \frac{kg}{h} + 26\,369.2 \frac{kg}{h} = 26\,438.21 \frac{kg}{h}$$

$$26\,438.21 \frac{kg}{h} \approx 26\,408.4 \frac{kg}{h}$$

Por lo tanto, se conocen los flujos máxicos del:

Agua caliente que entra a la torre =  $26\,438.21 \frac{kg}{h}$

Agua de reposición =  $69.01 \frac{kg}{h}$

Agua fría que sale de la torre =  $26\,369.2 \frac{kg}{h}$

Aire que entrada a la torre =  $17\,253.52 \frac{kg}{h}$

Aire que sale de la torre = 17908.48 kg/h

### **Rango de enfriamiento y acercamiento**

El rango es la diferencia entre la temperatura del agua caliente,  $t_s$ , y la del agua fría,  $t_c$ , y el acercamiento es la aproximación de la temperatura del agua fría,  $t_c$ , a la temperatura de bulbo húmedo del aire que entra a la torre de enfriamiento,  $t_{BH}$ , siendo ésta, la temperatura

más baja a la que teóricamente se podría enfriar el agua sin embargo, en la práctica se consiguen acercamientos de  $7^\circ\text{C}$  a  $10^\circ\text{C}$  (López A., 1994)<sup>45</sup>.

Se considera que para la selección de la torre de enfriamiento del proyecto en estudio, la temperatura de bulbo húmedo promedio de los meses más cálidos, del periodo 1981- 2000, de la ciudad de Morelia, Michoacán de  $14.5^\circ\text{C}$  (CONAGUA, 2000)<sup>16</sup> es un valor confiable.

Así mismo se sabe que la variación entre la temperatura del agua que entra y sale del condensador del refrigerante de las unidades de refrigeración de las cámaras de conservación y de producción es de  $5^\circ\text{C}$  a  $12^\circ\text{C}$  (López A., 1994)<sup>45</sup>.

Consecuentemente, el rango de enfriamiento, R, y el acercamiento, A, de la torre de enfriamiento de la planta congeladora serían los valores mínimos de los recomendados,  $5^\circ\text{C}$  y  $7^\circ\text{C}$ , respectivamente.

Por lo tanto:

$$t_c = t_{BH} + 7^\circ\text{C} = 14.5^\circ\text{C} + 7^\circ\text{C} = 21.5^\circ\text{C}$$

$$t_s = 21.5^\circ\text{C} + 5^\circ\text{C} = 26.5^\circ\text{C}$$

### **Área de la pileta**

Se determina con el flujo volumétrico,  $F_c$ , de agua en galones por minuto y la relación de gasto por unidad de área recomendada por los fabricantes de torres de enfriamiento.

$$5 \frac{GPM}{ft^2} = \text{Relación de gasto por unidad de área}$$

$$F_c = \frac{G_c}{\rho_{H_2O}} = \frac{26\,369.2 \frac{kg}{h}}{1\,000 \frac{kg}{m^3}} \left( 4.4 \frac{GPM}{\frac{m^3}{h}} \right) = 116.02 \text{ GPM}$$

$$\text{Área de pileta} = \frac{116.02 \text{ GPM}}{5 \frac{GPM}{ft^2}} = 23.2 \text{ ft}^2 \text{ ó } 2.15 \text{ m}^2$$

#### A-4.8. Balance de materia con base inicial de 700 kg/h de producto congelado

##### Proceso de congelación de la piña

###### Congelado

En esta etapa del proceso se supone que se pierde el 1% del peso

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Pérdida de peso}$$

$$\text{Entrada} = 700 \frac{kg}{h} + (0.01 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{700 \frac{kg}{h}}{(1 - 0.01)} = 707.07 \frac{kg}{h}$$

$$\text{Pérdida de peso} = 707.07 \frac{kg}{h} - 700 \frac{kg}{h}$$

$$\text{Pérdida de peso} = 7.07 \frac{kg}{h}$$

###### Pelado y descorazonado

La masa de la cáscara, el corazón y el penacho de la piña corresponde, aproximadamente al 44% de la masa total de la fruta.

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 707.07 \frac{kg}{h} + (0.44 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{707.07 \frac{kg}{h}}{(0.56)} = 1\,262.625 \frac{kg}{h}$$

###### Selección

Se estima que un 5%, de la masa total de la fruta almacenada pudiese estar en mal estado.

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 1\,262.625 \frac{kg}{h} + (0.05 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{1\,262.625 \frac{kg}{h}}{(0.95)} = 1\,329 \frac{kg}{h}$$

$$\text{Desperdicio} = 1\,329 \frac{kg}{h} - 1\,262.625 \frac{kg}{h}$$

$$\text{Desperdicio} = 66.45 \frac{kg}{h}$$

###### Preselección

Se considera que un 5% de la masa de la fruta fresca no está en condiciones para almacenarse.

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 1\,329 \frac{kg}{h} + (0.05 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{1\,329 \frac{kg}{h}}{(0.95)} = 1\,399 \frac{kg}{h}$$

$$\text{Desperdicio} = 1\,399 \frac{kg}{h} - 1\,329 \frac{kg}{h} = 70 \frac{kg}{h}$$

###### Selección 2

Es esperada que no más del 1% del producto congelado pueda presentar algún tipo de daño (adherencias, entre otros).

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Producto dañado}$$

$$700 \frac{kg}{h} = \text{Salida} + (0.01 * 700 \frac{kg}{h})$$

$$\text{Salida} = 693 \frac{kg}{h}$$

$$\text{Producto dañado} = 700 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 693 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 7 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

### Proceso de congelación de la manzana

#### Congelado

$$\text{Entrada} = 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Pérdida de peso} = 7.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

#### Pelado y descorazonado

La masa de la cáscara y del corazón de la manzana corresponde alrededor del 16% de la masa total de la fruta.

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.16 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{0.84} = 841.7 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 841.7 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 134.63 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

#### Selección

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 841.7 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.05 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{841.7 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.95)} = 886 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 886 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 841.7 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 44.3 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

#### Preselección

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 886 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.05 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{886 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.95)} = 932.63 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 932.63 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 886 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 46.63 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

#### Selección 2

$$\text{Salida} = 693 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Producto dañado} = 7 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

### Proceso de congelación del apio

#### Congelado

$$\text{Entrada} = 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Pérdida de peso} = 7.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

#### Selección

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.05 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.95)} = 744.29 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 744.29 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 37.21 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

#### Preselección y deshojado

Se estima que el 5% del apio que se recibe no está en condiciones para ser almacenado y, el 40% de éste se pierde en el despatado y deshojado.

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio1} + \text{Desperdicio2}$$

$$\text{Entrada} = 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + 0.5 \text{ Entradas} + 0.95 \text{ Entrada} * 0.4$$

$$\text{Entrada} = \frac{744.29 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.57)} = 1\,305.77 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 1\,305.77 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 744.29 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 522.3 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

### Selección 2

$$\text{Salida} = 693 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Producto dañado} = 7 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

### Proceso de congelación de uva

#### Congelado

$$\text{Entrada} = 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Pérdida de peso} = 7.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

#### Pelado

La piel de la uva corresponde al 9% de la fruta.

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.09 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.91)} = 777 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 777 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 69.93 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

#### Calibrado

En el calibrado, se contempla que solamente el 5% de la uva se encuentre fuera del tamaño especificado.

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Fruta de mayor tamaño}$$

$$\text{Entrada} = 777 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.05 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{777 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.95)} = 817.9 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Fruta de mayor tamaño} = 817.9 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 777 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Fruta de mayor tamaño} = 40.9 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

### Selección

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 817.9 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.05 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{817.9 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.95)} = 860.95 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 860.95 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 817.9 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 43.047 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

### Preselección

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 860.95 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.05 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{860.95 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.95)} = 905.26 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 905.26 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 860.95 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 44.31 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

### Selección 2

$$\text{Salida} = 693 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Producto dañado} = 7 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

**Proceso de congelación del espárrago****Congelado**

$$\text{Entrada} = 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Pérdida de peso} = 7.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

**Descole**

Las colas del espárrago corresponden al 43% de la hortaliza.

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.43 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.57)} = 1\,240 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 1\,240.47 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 533.9 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

**Selección**

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 1\,240.47 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.05 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{1\,240.47 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.95)} = 1\,305.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 1\,305.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 1\,240.47 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 64.78 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

**Preselección**

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 1\,305.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.05 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{1\,305.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.95)} = 1\,374.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 1\,374.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 1\,305.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 68.75 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

**Selección 2**

$$\text{Salida} = 693 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Producto dañado} = 700 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 693 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 7 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

**Proceso de congelación de coles de bruselas****Congelado**

$$\text{Entrada} = 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Pérdida de peso} = 7.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

**Calibrado**

En el calibrado se proyecta que únicamente el 5% de las coles de Bruselas esté fuera del tamaño especificado.

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Fruta de mayor tamaño}$$

$$\text{Entrada} = 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.05 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.95)} = 744.28 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Col de mayor tamaño} = 744.28 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 707.07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Col de bruselas de mayor tamaño} = 37.21 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

**Selección**

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 744.28 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.05 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{744.28 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.95)} = 783.46 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 783.46 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 744.28 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 39.18 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Preselección

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Desperdicio}$$

$$\text{Entrada} = 783.46 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + (0.05 * \text{Entrada})$$

$$\text{Entrada} = \frac{783.46 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(0.95)} = 824.7 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Desperdicio} = 824.7 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 783.43 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 41.23 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Selección 2

$$\text{Salida} = 693 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Producto dañado} = 7 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

#### A-4.9. Dimensionamiento del recibidor de amoniaco

Este equipo almacena a alta presión el amoniaco proveniente de los compresores antes de pasar al condensador.

Consideraciones:

- Tiempo de residencia = 10 min (Álvarez, 1995)<sup>1</sup>
- Presión de diseño = 0.97 kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>
- G<sub>1</sub> = 447.93 kg/h
- V = 143.34 m<sup>3</sup>/h
- El material de construcción del tanque es acero al carbón SA-285-C, con un esfuerzo permisible de 970.14 kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>

Cálculo del factor de dimensionamiento

El diámetro del recipiente se determina gráficamente en función del volumen real, V<sub>r</sub>, y del factor de dimensionamiento, F, (Ecuación A-4.9.1) bajo el criterio de diseño de que la relación entre la longitud y el diámetro del recipiente debe ser: 1 < L/D < 5.

$$F = \frac{P}{C * S * E} \quad (A - 4.9.1)$$

Donde:

F = Valor del factor (cm<sup>-1</sup>)

P = Presión de diseño (kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>)

S = Esfuerzo permisible del material de construcción

C = Corrosión permisible (cm)

E = Eficiencia de la soldadura

$$F = \frac{0.97 \frac{kg_f}{cm^2}}{0.3175 cm * 970.14 \frac{kg_f}{cm^2}} = 0.0038 cm^{-1} \quad \text{ó} \quad 0.0014 in^{-1}$$

Volumen real,  $V_r$

$$V_r = V * t$$

$$V_r = 143.34 \frac{m^3}{h} * 10 \text{ min} \left( \frac{1h}{60 \text{ min}} \right)$$

$$V_r = 23.89 m^3 \quad \text{ó} \quad 843.55 ft^3$$

De la gráfica de Abakians (Figura A-4.9.1) se tiene que el diámetro es igual a 8 ft (2.43 m), los cabezales serán elípticos y su volumen es el siguiente:

Volumen de los cabezales,  $V_c$

$$V_c = 2 * \frac{\pi * r^3}{6}$$

$$V_c = 2 \left( \frac{3.1416 * 1.21^3}{6} \right) = 1.31 m^3$$

Volumen del cilindro,  $V_{cil}$

$$V_{cil} = V_r - 2V_c$$

$$V_{cil} = 23.89 m^3 - 2(1.31 m^3) = 21.27 m^3$$

Área transversal del cilindro,  $A_{cil}$

$$A_{cil} = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A_{cil} = \frac{3.1416 * 2.43^2}{4} = 4.63 m^2$$

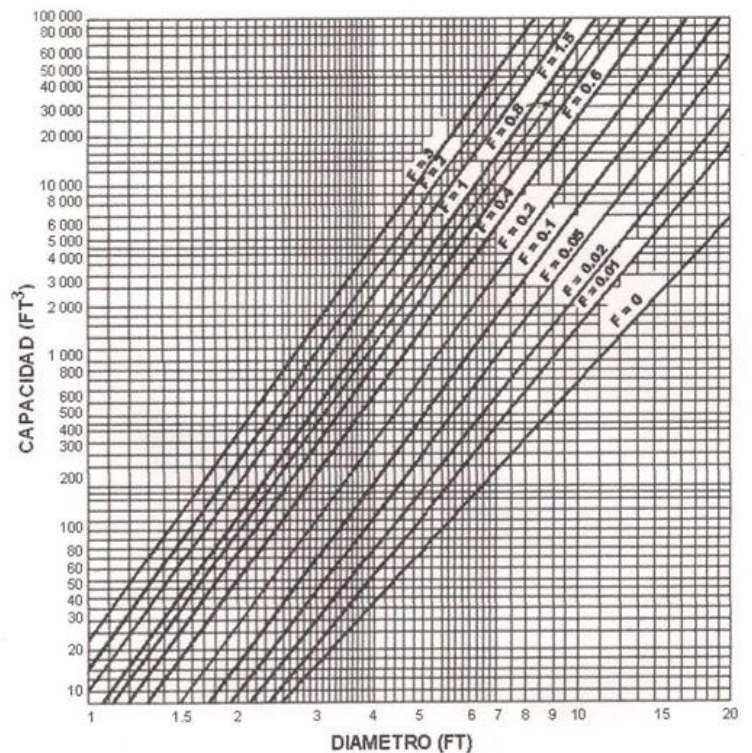
Longitud del cilindro,  $L_{cil}$

$$L_{cil} = \frac{V_{cil}}{A_{cil}} = \frac{23.89 m^3}{4.63 m^2} = 5.15 m$$

$$\frac{L}{D} = \frac{5.15 m}{2.43 m} = 2.11$$

Por lo que se cumple con el criterio de diseño

Figura A-4.9.1. Gráfica de Abakians





#### A-4.10. Cálculo del flujo volumétrico de agua

EL requerimiento de agua se realiza primeramente, considerando que en la planta congeladora se llevan a cabo todas las operaciones unitarias (las que necesitan agua) presentadas en la Tabla 8.1: a) lavado y desinfección, b) lavado por inmersión y c) pelado-lavado así como, todos los servicios –que requieren agua- (Tabla 8.22): a) generación de vapor, b) enfriamiento de agua, c) uso personal de empleados y c) limpieza de equipo. Sin embargo, de acuerdo con el programa de producción (Tabla 8.44) se observa que solamente en el periodo de producción de la uva y de la manzana congelada (julio a septiembre) operaría el pelador pero no funcionaría el escaldador y, consecuentemente la caldera, en cambio, en los meses de producción del apio, del espárrago y de las coles de bruselas congeladas (octubre a enero y marzo a abril) la situación sería a la inversa y, en el mes de febrero, que se produciría únicamente piña congelada, no operaría el pelador, el escaldador y la caldera, presentándose el requerimiento mínimo de agua.

##### *Lavado y desinfección en tina*

- Volumen tina de lavado:  $2.35 \text{ m} * 1.37 \text{ m} * 0.40 \text{ m} = 1.3 \text{ m}^3$  (Tabla 8.2)
- Volumen tina de desinfección:  $2.59 \text{ m} * 1.13 \text{ m} * 0.40 \text{ m} = 1.2 \text{ m}^3$  (Tabla 8.3)
- Reemplazamiento del agua de cada una de las tinas:  $1 \frac{\text{vez}}{\text{turno}}$
- Volumen total diario de agua:  $(2 * 1.3 \text{ m}^3) + (2 * 1.2 \text{ m}^3) = 5.0 \text{ m}^3$
- **Flujo volumétrico total de agua:**  $5.0 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} * \frac{1000 \text{ dm}^3}{1 \text{ m}^3} * \frac{1 \text{ L}}{1 \text{ dm}^3} * \frac{1 \text{ d}}{16 \text{ h}} = 312.5 \frac{\text{L}}{\text{h}}$

##### *Lavado por inmersión*

- Flujo volumétrico agua lavado:  $6 \frac{\text{L}}{\text{kg}} * 700 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 4200 \frac{\text{L}}{\text{kg}}$
- Flujo volumétrico agua enjuagado:  $2.5 \frac{\text{L}}{\text{kg}} * 700 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 1750 \frac{\text{L}}{\text{h}}$
- **Flujo volumétrico total agua:**  $8.5 \frac{\text{L}}{\text{kg}} * 700 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 5950 \frac{\text{L}}{\text{h}}$  (Tabla 8.10)

##### *Pelado-lavado*

- **Flujo volumétrico agua:**  $0.75 \frac{\text{L}}{\text{s}} * 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} = 2700 \frac{\text{L}}{\text{h}}$  (Tabla 8.9)

##### *Generación de vapor*

**Flujo volumétrico agua caldera:**  $117.4 \frac{\text{L}}{\text{h}}$  (Tabla 8.23)

##### *Enfriamiento de agua*

- Flujo másico purga para disminuir concentración de minerales:  $0 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$
- Flujo másico perdido por evaporación:  $69.01 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$  (Balances de materia y energía, Anexo A-4.7)
- **Flujo volumétrico reposición:**  $69.01 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 1 \frac{\text{L}}{\text{kg}} = 69.01 \frac{\text{L}}{\text{h}} \cong 69 \frac{\text{L}}{\text{h}}$

*Agua para propósitos generales*

- Número de empleado por dos turnos de trabajo:  $182 \frac{p}{d}$  (Apartado 8.6)
- Número de personas en el área administrativa:  $22 \frac{p}{d}$  (Tabla 8.35)
- Consumo diario recomendado para oficinas en general:  $50 \frac{L}{p}$
- **Flujo volumétrico total agua:**  $\left(182 \frac{p}{d} + 22 \frac{p}{d}\right) 50 \frac{L}{p} * \frac{1d}{16h} = 637.5 \frac{L}{h}$

*Agua para limpieza de planta*

$$\text{Flujo volumétrico, 15\% del consumo total: } \frac{\left(312.5 \frac{L}{h} + 5950 \frac{L}{h} + 2700 \frac{L}{h} + 117.4 \frac{L}{h} + 69 \frac{L}{h} + 637.5 \frac{L}{h}\right) 0.15}{0.85} = 1727.0 \frac{L}{h}$$

$$\text{Flujo vol. máx. tot.: } 312.5 \frac{L}{h} + 5950 \frac{L}{h} + 2700 \frac{L}{h} + 117.4 \frac{L}{h} + 69 \frac{L}{h} + 637.5 \frac{L}{h} + 1727.0 \frac{L}{h} = 11513.4 \frac{L}{h}$$

*Pelador-lavador, escaldador y caldera fuera de servicio*

$$\text{Flujo volumétrico, 15\% del consumo total: } \frac{\left(312.5 \frac{L}{h} + 5950 \frac{L}{h} + 69 \frac{L}{h} + 637.5 \frac{L}{h}\right) 0.15}{0.85} = 1229.8 \frac{L}{h}$$

$$\text{Flujo volumétrico total: } 312.5 \frac{L}{h} + 5950 \frac{L}{h} + 69 \frac{L}{h} + 637.5 \frac{L}{h} + 1229.8 \frac{L}{h} = 8198.8 \frac{L}{h}$$

*Pelador- lavador fuera de servicio*

$$\text{Flujo volumétrico, 15\% del consumo total: } \frac{\left(312.5 \frac{L}{h} + 5950 \frac{L}{h} + 117.4 \frac{L}{h} + 69 \frac{L}{h} + 637.5 \frac{L}{h}\right) 0.15}{0.85} = 1250.5 \frac{L}{h}$$

$$\text{Flujo volumétrico total: } 312.5 \frac{L}{h} + 5950 \frac{L}{h} + 117.4 \frac{L}{h} + 69 \frac{L}{h} + 637.5 \frac{L}{h} + 1250.5 \frac{L}{h} = 8336.9 \frac{L}{h}$$

*Escaldador y caldera fuera de servicio*

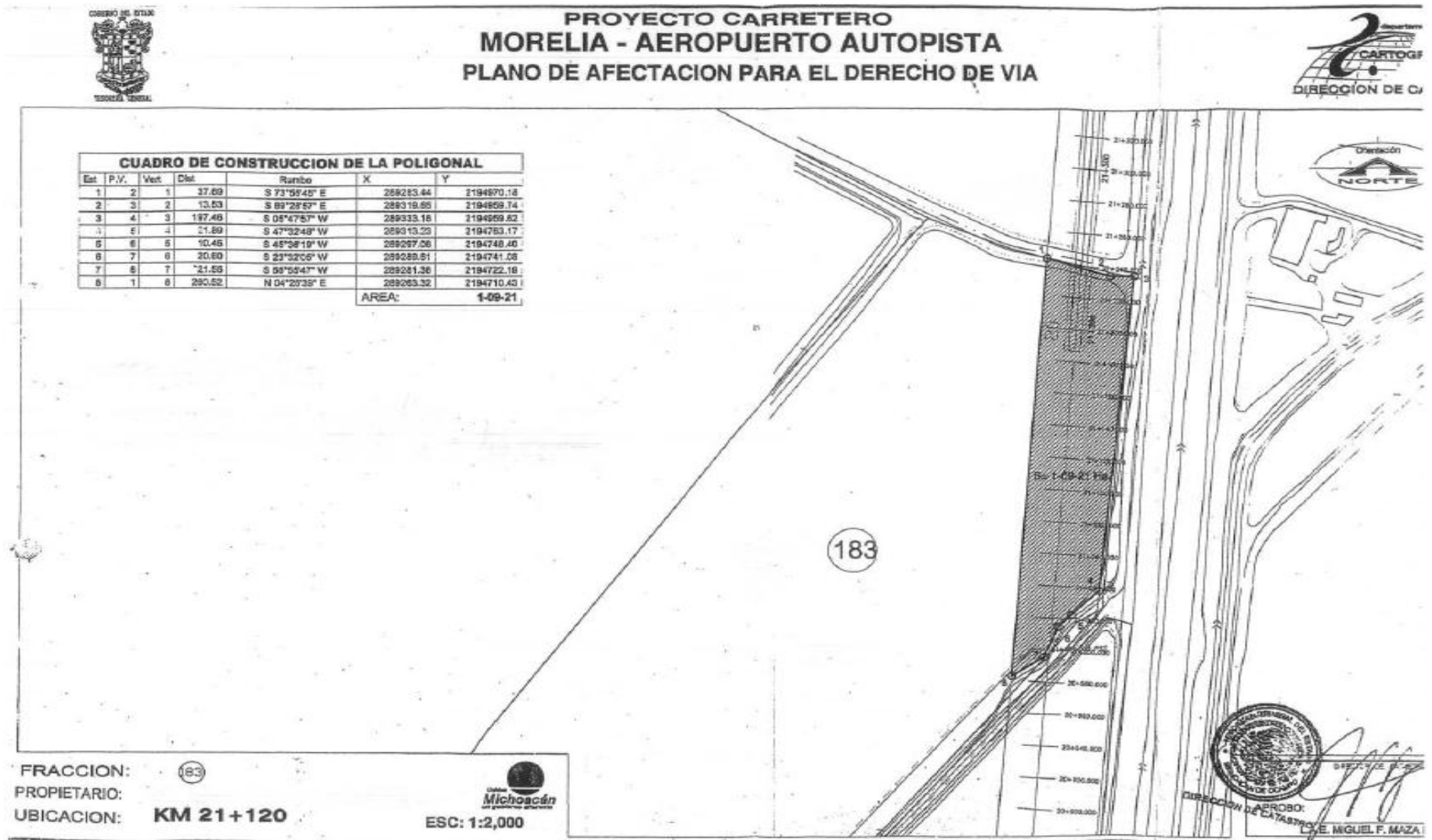
$$\text{Flujo volumétrico, 15\% del consumo total: } \frac{\left(312.5 \frac{L}{h} + 5950 \frac{L}{h} + 2700 \frac{L}{h} + 69 \frac{L}{h} + 637.5 \frac{L}{h}\right) 0.15}{0.85} = 1706.3 \frac{L}{h}$$

$$\text{Flujo vol. máx. tot.: } 312.5 \frac{L}{h} + 5950 \frac{L}{h} + 2700 \frac{L}{h} + 69 \frac{L}{h} + 637.5 \frac{L}{h} + 1706.3 \frac{L}{h} = 11375.3 \frac{L}{h}$$

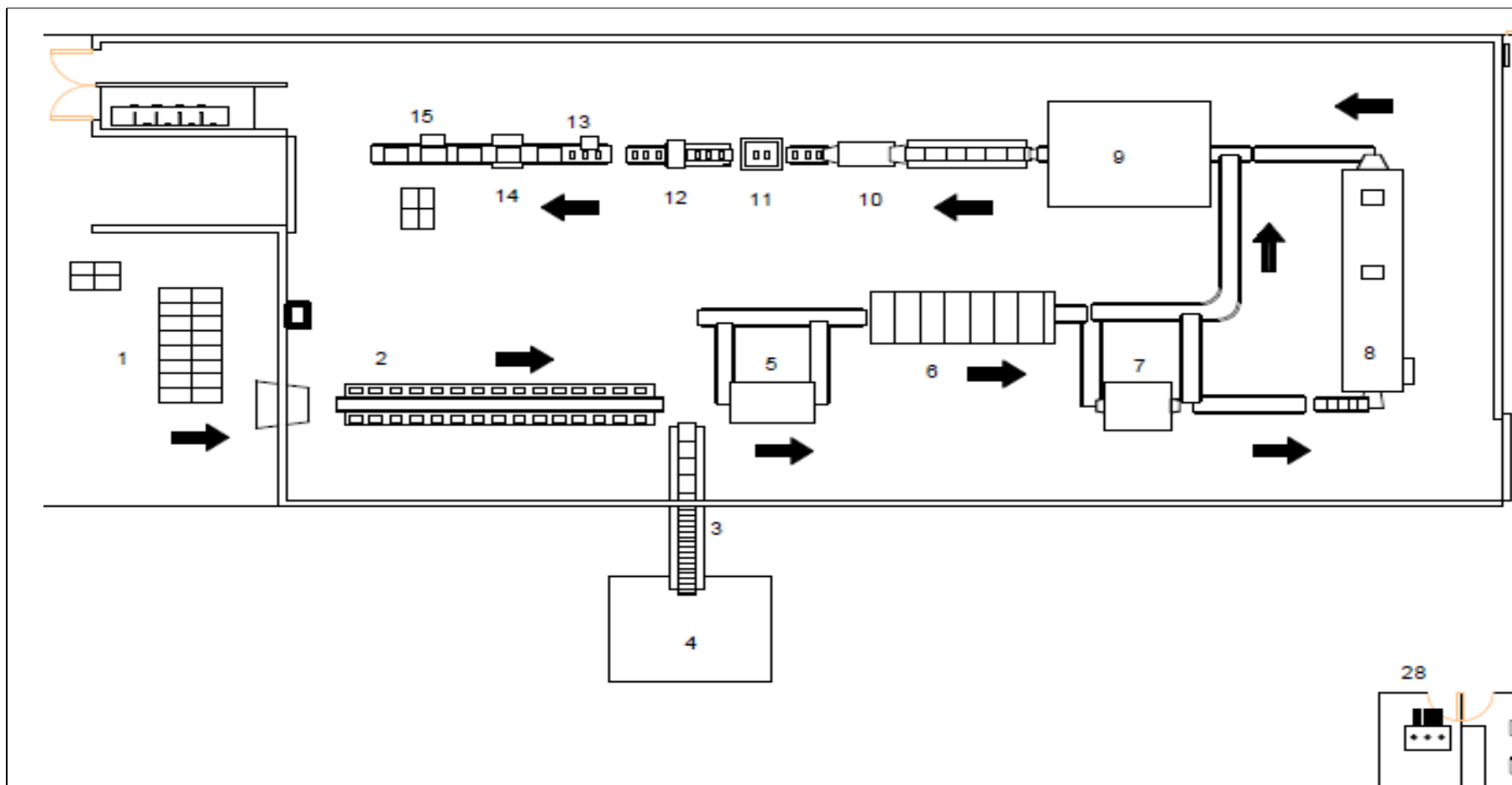
De acuerdo con los cálculos anteriores se observa que el flujo volumétrico del agua varía de 11 513.4 L/h a 8 198.8 L/h, en relación con las operaciones unitarias que se requieran para el congelamiento de una u otra variedad de fruta o de hortaliza.

## Anexo A-5. Planos y diagramas

## Anexo A-5.1. Plano de la microlocalización del proyecto



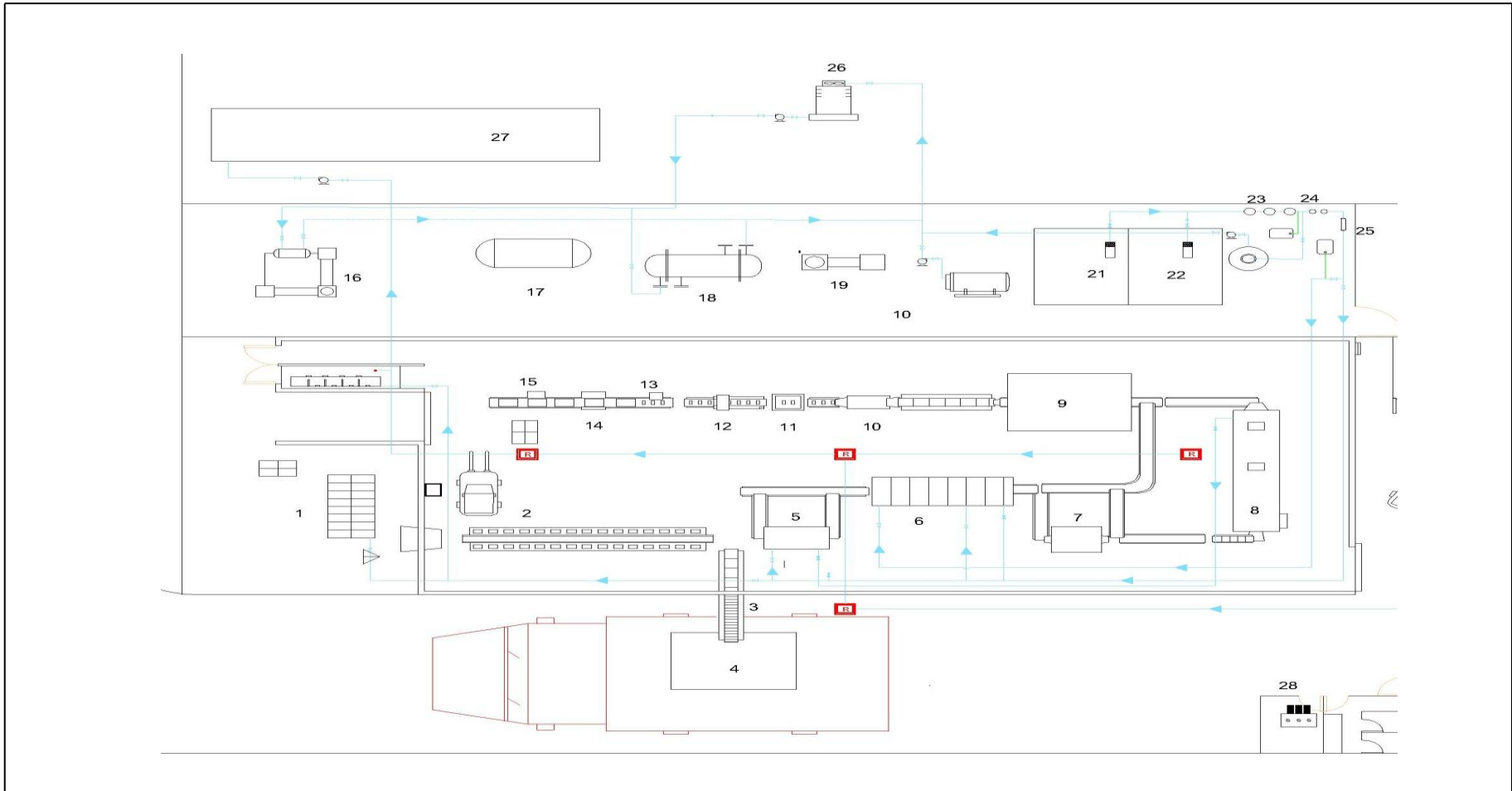
## Anexo A-5.2. Diagrama de flujo de proceso



## Lista de equipos:


1-Tina de desinfección, 2- Banda de selección, 3- Elevador de cangilones, 4-Tolva de residuos, 5- Pelador, 6- Lavadora por inmersión, 7- Cortador, 8- Escaldador, 9- Túnel de Lecho Fluidizado, 10- Envasadora, 11- Selladora de Bolsas, 12- Detector de metales, 13- Codificador de bolsas, 14- Cerradora de cajas, 15- Codificador de cajas, 16- Compresor de doble etapa, 17- Tanque receptor de amoníaco, 18- Condensador de casco y tubos, 19- Compresor de aire, 20- Caldera, 21- Bomba sumergible 1, 22- Bomba sumergible 2, 23- Tren de filtración, 24- Filtros pulidores, 25- Purificador de rayos ultravioleta, 26- Torre de enfriamiento, 27- Bioreactor A/S, 28- Transformador.

## Anexo A-5.3. Diagrama de flujo del agua de proceso



## Simbología

 Rejilla de drenaje de agua de proceso

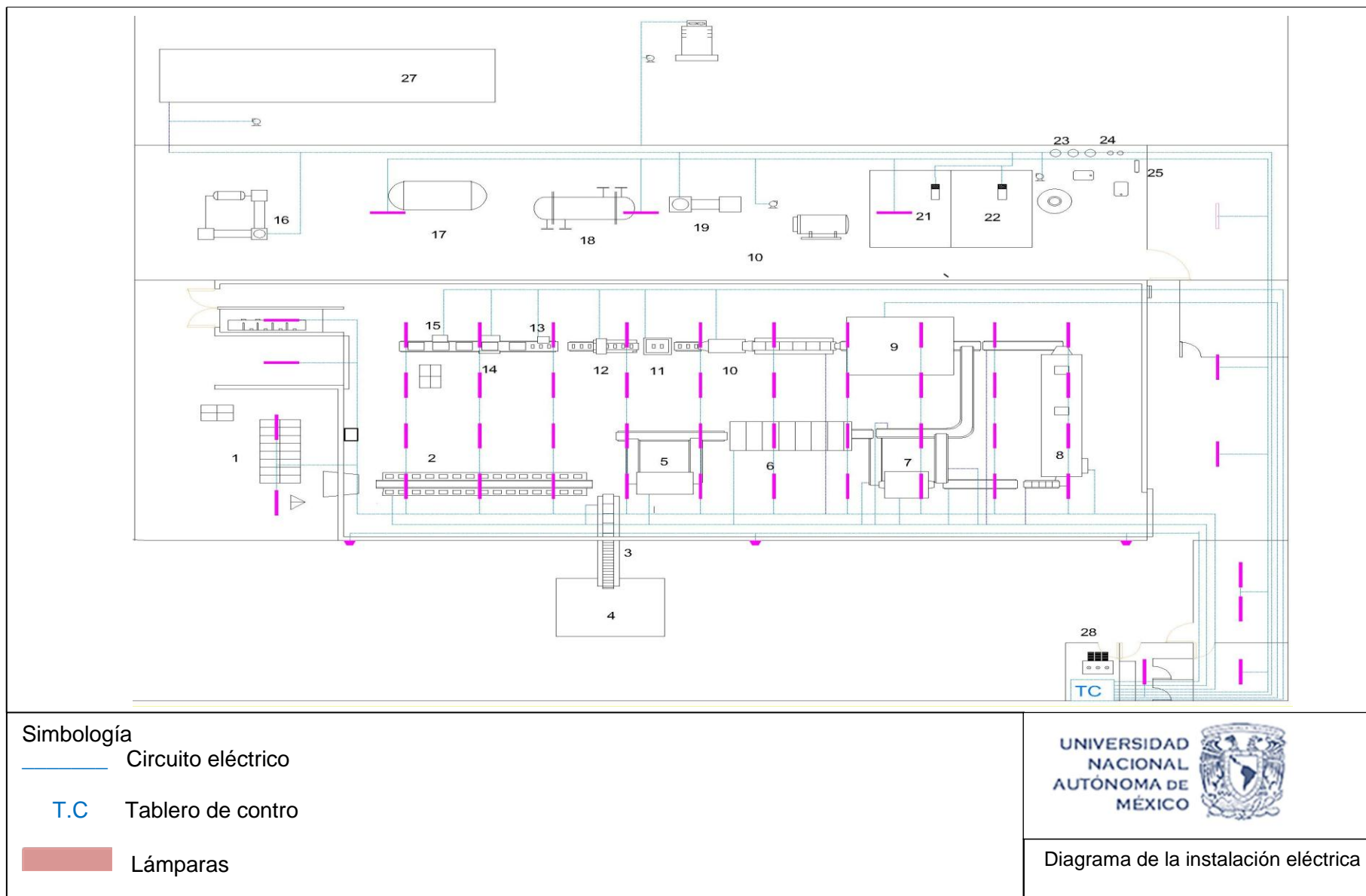
 Agua de proceso

UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO



Diagrama de flujo del agua de  
proceso

## Anexo A-5.4. Diagrama de la instalación eléctrica



## Anexo A-5.5. Diagrama de flujo de servicios auxiliares

