



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

<b>1. Contenido</b>	
2. Introducción al proyecto .....	10
2.1 Introducción .....	10
2.2 Objetivos .....	10
2.3 Objetivos específicos.....	11
2.4 Definición y características del producto.....	11
2.4.1 Dextrinas .....	11
2.4.2 Maltodextrina.....	12
2.5 Usos del producto .....	13
2.6 Materia Prima.....	14
2.6.1 Almidón .....	15
2.7 Disponibilidad de Materia Prima.....	16
2.8 Bibliografía .....	16
3. Estudio de Mercado .....	19
3.1 Introducción .....	19
3.2 Posición Arancelaria .....	19
3.3 Oferta .....	19
3.4 Importaciones .....	19
3.5 Exportaciones.....	21
3.6 Demanda Argentina .....	23
3.7 Importaciones de dextrina CHILE.....	23
3.7.1 Proyección de las importaciones del precio por tonelada de Chile.....	24
3.8 Importaciones de dextrina BRASIL.....	25
3.8.1 Proyección de las importaciones del precio por tonelada de Brasil.....	26
3.9 Exportaciones de dextrina CHILE y BRASIL.....	27
3.10 Demanda CHILE Y BRASIL.....	28
3.10.1 Demanda Acumulada del mercado potencial. (Incluye Chile y Brasil).....	32
3.11 Análisis FODA .....	34



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

3.11.1	Conclusión del FODA .....	36
4.	Localización de planta .....	38
4.1	Objetivo específico .....	38
4.2	Importancia de la localización de una planta.....	38
4.3	El estudio de la localización.....	38
4.3.1	Factores de localización .....	39
4.3.2	Macro localización.....	41
4.3.3	Microlocalización.....	47
5.	Capacidad Productiva de Planta.....	50
5.1	Introducción .....	50
5.2	Determinación de tamaño óptimo.....	50
5.2.1	Estimación de la capacidad óptima.....	50
5.2.2	Capacidad optima y materia prima disponible .....	52
5.2.3	Capacidad óptima y equipamiento de planta .....	53
5.3	Conclusión .....	53
5.4	Bibliografía .....	53
6.	Descripción y Selección del Proceso .....	55
6.1	Introducción .....	55
6.1.1	Etapa de Acondicionamiento y Concentración de la materia prima .....	55
6.1.2	Etapa de Conversión del Almidón .....	55
6.1.3	Etapa de Acondicionamiento de la Solución de Maltodextrina .....	58
6.1.4	Etapa de Obtención del Producto Final.....	58
6.1.5	Selección del Proceso .....	59
6.2	Producción industrial de maltodextrina por vía enzimática .....	59
6.2.1	Diagrama de bloques del proceso seleccionado .....	59
	El equipo utiliza membranas en forma de espiral, que a causa de su diseño compacto y su magnitud de área de membrana por elemento, se utilizan típicamente para aplicaciones de alto flujo con cantidades mínimas de sólidos en suspensión. Su ventaja reside en su bajo material y costo operativo. ....	60



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

6.3	Conclusión del proceso seleccionado .....	66
6.4	Bibliografía .....	66
7.	Balances de Materia y Energía .....	69
7.1	Introducción .....	69
7.2	Balance de Materia y Energía.....	69
7.2.1	Etapa I: Filtración de la Corriente de Ingreso.....	69
7.2.2	Etapa II: Concentración de Solución Acuosa Filtrada.....	70
7.2.3	Etapa III: Regulación de pH I.....	72
7.2.4	Etapa IV: Acondicionamiento Térmico - Gelatinización y Licuefacción .....	74
7.2.5	Etapa V: Enfriamiento de Solución de Maltodextrina.....	77
7.2.6	Etapa VI: Centrifugado de Solución de Maltodextrina.....	78
7.2.7	Etapa VII: Filtración de Solución de Maltodextrina Libre de Borra .....	79
7.2.8	Etapa VIII: Enfriamiento pre-ingreso a filtro de Solución Rica en Maltodextrina .....	81
7.2.9	Etapa IX: Filtración de Solución Rica en Maltodextrina .....	82
7.2.10	Etapa X: Regulación del pH II.....	84
7.2.11	Etapa XI: Evaporación de Solución Pura de Maltodextrina Regulada.....	85
7.2.12	Etapa XII: Secado por atomización de Solución de Maltodextrina Concentrada.....	86
8.	Ingeniería de Procesos – Diseño de Equipos.....	93
8.1	Introducción .....	93
8.2	Equipos de proceso .....	93
8.3	Diseño y Adopción.....	94
8.3.1	Diseño de Tanques de almacenamiento. ....	94
8.3.2	Diseño de Silo de Almacenamiento para maltodextrina. SL-001 .....	106
8.3.3	Diseño de Tanques Mezcla Agitados ME-001 y ME-002 .....	114
8.3.4	Diseño de Reactor enzimático.....	124
8.3.5	Diseño Tanques Pulmón de Almacenamiento T-005 y T-006 .....	130
8.3.6	Diseño de Intercambiadores de Calor E-001 y E-002 .....	132
8.3.7	Diseño de Hidrociclón. HC-001.....	134



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

8.3.8	Diseño del Evaporador de Doble Efecto.....	138
8.3.9	Diseño del Secadero por Atomización S-001. ....	148
8.3.10	Adopción de Filtros .....	153
8.3.11	Adopción de Envasadora P-001.....	158
8.3.12	Bombas.....	159
8.3.13	Transporte de Maltodextrina por Cangilón y Tornillo Sinfín. CG-001.....	187
	TRSF-100.....	189
8.4	Bibliografía .....	189
	Harriot, M. C. S., s.f. <i>Operaciones Unitarias de Ingeniería Química</i> . 4 ta Edición ed. s.l.:s.n.....	189
9.	Organización del Proyecto .....	191
9.1	Introducción .....	191
9.2	Principios de la Organización Empresarial .....	191
9.3	Estructura Organizativa.....	192
9.3.1	Características .....	192
9.3.2	Ventajas de la Organización Lineal.....	192
9.3.3	Desventajas de la Organización Lineal .....	193
9.4	Estructura Organizativa de la Empresa .....	193
9.5	Organización de la Planta.....	197
9.6	Asignación de Personal .....	200
9.7	Convenio Colectivo de Trabajo .....	202
9.8	Bibliografía .....	202
10.	CONTROL DE CALIDAD .....	204
10.1	Introducción .....	204
10.2	Objetivos .....	204
10.3	Definiciones.....	204
10.4	Principios Higiénicos de las Materias Primas y productos terminados.....	205
10.4.1	Almacenamiento y transporte de materias y productos terminados.....	205
10.5	Condiciones generales de las instalaciones .....	205



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

10.5.1	Instalaciones.....	206
10.5.2	Iluminación e instalaciones eléctricas.....	207
10.5.3	Ventilación.....	207
10.5.4	Evacuación de aguas residuales.....	208
10.5.5	Almacenamiento de residuos y materiales no comestibles.....	208
10.5.6	Abastecimiento de agua.....	208
10.5.7	Instalaciones sanitarias.....	208
10.5.8	Estación de lavado de manos.....	209
10.6	Equipos y utensilios.....	209
10.6.1	Materiales.....	209
10.6.2	Diseño, construcción y mantenimiento.....	209
10.7	Requisitos de higiene del establecimiento.....	210
10.7.1	Conservación.....	210
10.7.2	Limpieza y desinfección.....	210
10.7.3	Programa de limpieza y desinfección.....	210
10.7.4	Ausencia de animales domésticos.....	210
10.7.5	Sistema de control de plagas.....	210
10.7.6	Almacenamiento de sustancias peligrosas.....	211
10.7.7	Ropa y efectos personales.....	211
10.8	Higiene Personal y Requisitos Sanitarios.....	211
10.8.1	Capacitación sobre higiene.....	211
10.8.2	Higiene personal.....	211
10.8.3	Estado de salud.....	212
10.8.4	Heridas.....	212
10.8.5	Lavado de manos.....	212
10.8.6	Visitas.....	212
10.8.7	Conducta personal.....	213
10.9	Requerimientos de higiene en la elaboración.....	214



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

10.9.1	Materias primas e insumos .....	214
10.9.2	Elaboración.....	215
10.9.3	Contaminación cruzada.....	220
10.9.4	Envasado .....	220
10.9.5	Documentos y registros .....	222
10.9.6	Trazabilidad e información al consumidor.....	222
10.10	Dirección y Supervisión .....	222
10.10.1	Responsabilidades.....	222
10.11	Almacenamiento y Distribución .....	222
10.11.1	Almacenamiento y transporte de materias primas y productos terminados.....	222
10.12	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control .....	223
10.12.1	Identificación de los peligros, análisis de riesgos y determinación de las medidas para su control .....	223
10.12.2	Identificación de los puntos críticos.....	224
10.12.3	Límites críticos para cada punto crítico. ....	224
10.12.4	Procedimientos de vigilancia y control .....	225
10.12.5	Medidas correctoras que deberán tomarse en cada caso.....	225
10.12.6	Documentación correspondiente a los procedimientos y registros .....	225
10.12.7	Procedimientos de comprobación y revisión.....	225
10.13	ANEXO 1 .....	237
10.14	ANEXO 2 .....	241
10.15	ANEXO 3 .....	247
10.16	ANEXO 4 .....	259
11.	Obras Civiles .....	269
11.1	Introducción .....	269
11.2	Layout de la planta y equipo de producción.....	269
11.2.1	Materiales .....	270
11.2.2	Maquinaria .....	270
11.2.3	Mano de obra.....	270



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

11.2.4	Movimiento .....	271
11.2.5	Esperas .....	271
11.2.6	Servicios auxiliares .....	271
11.2.7	Edificio .....	271
11.2.8	Cambios futuros .....	272
11.3	Descripción general de la distribución de la planta .....	272
11.4	Descripción detallada de los sectores de la planta .....	275
11.4.1	Estructura y características de los principales materiales empleados.....	275
11.4.2	Sala de acondicionamiento de materia prima, producción, purificación y acondicionamiento y concentración .....	277
11.4.3	Sala de envasado .....	277
11.4.4	Sala de almacenamiento de producto terminado .....	277
11.4.5	Sala de almacenamiento de ácido sulfúrico.....	278
11.4.6	Sala de calderas .....	278
11.4.7	Oficinas de administración, sala de control, laboratorio, taller de mantenimiento, recepción, cocina/comedor y vestuarios .....	278
11.4.8	Baños .....	278
11.5	Layout de equipos de proceso .....	278
12.	Servicios Auxiliares .....	281
12.1	Introducción .....	281
12.2	Suministro de vapor de agua .....	281
12.3	Suministro de agua.....	283
12.4	Tratamiento de efluentes.....	284
12.5	Servicio de electricidad .....	284
12.5.1	Elementos de la instalación eléctrica .....	284
12.5.2	Requerimientos de energía eléctrica .....	287
12.6	Servicio de Gas Natural .....	295
12.7	Bibliografía .....	296
13.	Estudio Económico - Financiero .....	298



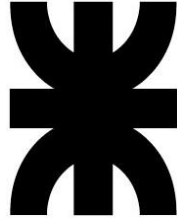
*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

13.1	Introducción .....	298
13.2	Capacidad instalada .....	298
13.3	Inversión total .....	299
13.3.1	Activos fijos .....	300
13.3.2	Activos intangibles .....	305
13.3.3	Capital de trabajo .....	307
13.3.4	Resumen de inversión total del proyecto .....	308
13.4	Costos totales de fabricación .....	308
13.4.1	Costos directos de fabricación .....	309
13.4.2	Costos indirectos de producción .....	312
13.4.3	Costos fijos .....	314
13.4.4	Costos generales .....	315
13.5	Composición de los costos .....	316
13.5.1	Costo de producción unitario de Maltodextrina.....	316
13.6	Ingresos por ventas .....	317
13.7	Financiación del proyecto .....	317
13.8	Evaluación económica.....	319
13.8.1	Estado de resultados.....	319
13.8.2	Indicadores.....	320
13.8.3	Análisis de sensibilidad.....	323
13.9	Conclusiones.....	327
14.	CONCLUSIONES FINALES .....	328



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA**

**Año 2018**

**Proyecto Final: Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

***CAPÍTULO 1:***

***Introducción, Objetivos y Características del Producto Final.***

**COCHI, Florencia**

**MOITRE, Malena**

**MUZZIO, Mariana Elizabeth**



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **2. Introducción al proyecto**

#### **2.1 Introducción**

En la actualidad, la reutilización de desechos es una alternativa viable por el potencial ahorro en energía, agua potable y materias primas indispensables para favorecer una economía de desarrollo sostenible. Las industrias tienen el compromiso de preservar el medio ambiente por lo cual están forzadas a generar nuevos cambios para evitar el impacto que provocan sus efluentes.

En este proyecto se estudia específicamente la reutilización de los efluentes líquidos generados por plantas procesadoras de papas ya que los mismos contienen grandes cantidades de sustancias orgánicas (entre ellas almidón) que generan elevados valores tanto de DQO (Demanda Química de Oxígeno) como de DBO (Demanda Biológica de Oxígeno). (Mc Cain Foods, 2008).

Cabe mencionar que la DBO, es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos. En cuanto a la DQO, es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos. Ambas son indicadores del grado de contaminación de un efluente.

Para generar el vertido de un efluente a cursos hídricos, sistema de drenajes, etc., se deben practicar sobre los mismos tratamientos previos exigidos por organismos tales como la Constitución Nacional, Código Civil, Ley general de Ambiente, Organismos Federales y Provinciales, entre otros. Los procesos de tratamientos de estos efluentes generan grandes costos a la empresa razón por la cual muchas veces no se practican, por ello en este proyecto se toma como una alternativa sustentable la reutilización de efluentes como materia prima, en primer lugar para minimizar la contaminación ambiental y en segundo término para la obtención de un nuevo producto.

#### **2.2 Objetivos**

Se determina la viabilidad económica - financiera de un proyecto de inversión en una planta de producción de maltodextrina destinada a ser comercializada en el mercado interno y externo. La misma se obtiene a partir de los efluentes líquidos de una fábrica de procesamiento de papa, situada en Argentina.

Se integran los conocimientos y habilidades profesionales del ingeniero químico adquiridos durante la carrera para poder llevar a cabo las tareas involucradas en el proyecto.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **2.3 Objetivos específicos**

Realizar un estudio de mercado para determinar las características del comercio nacional e internacional de la maltodextrina incluyendo precio, consumo, tendencias a futuro, la estructura del mercado y disponibilidad de materias primas.

Determinar la ubicación óptima para radicar el proyecto, teniendo en cuenta las industrias que manipulen papa y los porcentajes de almidón que se encuentren en sus desechos.

Determinar la tasa óptima de producción tomando como base los efluentes líquidos.

Diseñar, haciendo uso de las ingenierías básica y de detalle, los equipos e instalaciones involucrados a lo largo de todo el proceso.

Generar conciencia sobre la importancia que puede acaparar una industria como la del proyecto al evitar una potencial fuente de contaminación.

### **2.4 Definición y características del producto**

#### **2.4.1 Dextrinas**

Según Artículo 688, Código Alimentario Argentino:

Con la denominación de Dextrina comestible, se entiende el producto obtenido por hidrólisis incompleta del almidón. Debe presentarse como un polvo blanco ligeramente amarillo, inodoro, soluble en agua. No debe contener ácido oxálico, ni más del 13% de sustancias reductoras expresadas como glucosa, ni más de 0,5% de cenizas a 500°-550°C calculadas sobre sustancia seca.

Las dextrinas son sólidos de colores blancos hasta levemente amarillo, solubles en agua, ópticamente activas y pertenecen a un grupo de oligosacáridos de poco peso molecular que tienen la misma fórmula general que los polisacáridos pero son de una longitud de cadena más corta. Analíticamente, las dextrinas se pueden detectar con la solución de yodo, dando una coloración roja.

La producción industrial es realizada generalmente por la hidrólisis ácida del almidón de papa. Encuentran un uso extenso en la industria, debido a su falta de toxicidad y a su precio bajo, entre ellos como pegamentos solubles en agua, agentes de espesamiento en la transformación de los alimentos, y agentes aglutinantes en productos farmacéuticos. En pirotecnia se agregan a las fórmulas de fuegos de colores, para que solidifiquen como gránulos o “estrellas.”



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Las dextrinas cíclicas se conocen como ciclodextrinas, poseen estructuras toroidales formadas por 6-8 residuos de la glucosa y son obtenidas mediante la degradación enzimática del almidón por ciertas bacterias, por ejemplo con *Bacillus macerans*. Encuentran uso adicional en química analítica como matriz para la separación de sustancias hidrofóbicas, y como excipientes en formulaciones farmacéuticas. No todas las formas de dextrina son digeribles y la dextrina indigerible se utiliza a veces en suplementos de fibra dietética.

### 2.4.2 Maltodextrina

La maltodextrina es un polisacárido moderadamente dulce (carbohidrato), sin relación con la malta de cebada, de fórmula  $C_{6n}H_{(10n+2)}O_{(5n+1)}$  que se obtiene por hidrólisis del almidón en proceso enzimático, por lo que es un aditivo que aunque se ha procesado, es de origen natural. Es fácilmente digerible, siendo absorbida tan rápidamente como la glucosa. Generalmente se obtiene del maíz, sobre todo en Estados Unidos, mientras que en Europa es más habitual que se produzca a partir del trigo o la cebada, aunque también hay maltodextrina obtenida del almidón de la patata y de la tapioca.

En la siguiente Tabla 1.1, se observa la composición del aditivo:

Tabla 1.1 – Composición de Maltodextrina

Composición	Valor (%)
Dextrosa	1 %
Maltosa	3 %
Triosas y Polisacáridos	96 %
Estado	Sólido
Color	Blanco

Fuente: Alimentos Argentinos

Como se puede observar, este aditivo está compuesto por una mezcla de varios carbohidratos con diferentes grados de polimerización que en conjunto proporcionan un equivalente de dextrosa (DE) menor al 20%. La composición de los jarabes de maltodextrina se asocia comúnmente al DE, de tal forma que un DE inferior a 20 se denomina dextrina y un DE superior a 20, y menor de 100, se denomina glucosa.

$$DE(\%) = \frac{\text{glucosa}}{\text{PesoTotalSeco}} \cdot 100$$

A continuación, en la Figura 1.1, se puede apreciar las uniones entre cadenas por medio de enlaces glicosílicos alfa(1-4).



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

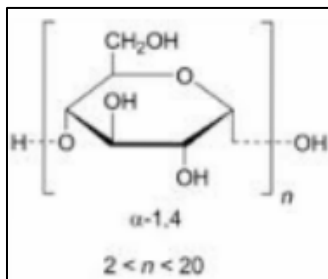


Figura 1.1 – Estructura molecular de maltodextrina.

Fuente: Alimentos Argentinos

El número CAS de la maltodextrina es 9050-36-6. El número CE: 232-940-4.

### 2.5 Usos del producto

La maltodextrina se utiliza en la industria como aditivo alimentario, humectante y espesante, para estabilizar alimentos con muchas grasas, dispersar ingredientes secos, favorecer el secado por aspersión de sabores de jugos de frutas u otros productos difíciles de secar, y como fuente de carbohidratos en bebidas energéticas ya que proporciona tantas calorías como el azúcar actuando como agente aglomerante, ayudan a crear los cristales de azúcar que es luego agregado a los envases. Sus cualidades están referidas a su baja higroscopicidad, buena solubilidad y bajo poder edulcorante. Aunque la maltodextrina no tiene un marcado sabor dulce, es un sacárido, lo que significa que tiene propiedades químicas similares al azúcar y crea volumen en los alimentos líquidos o gelatinosos. Cuando se agrega a aderezos o postres instantáneos, ayuda a reducir la viscosidad, haciéndolos más espesos. Otros alimentos que pueden contener maltodextrina con este fin son las frutas enlatadas, postres, batidos de proteínas y salsas.

Cabe destacar que los alimentos con el agregado de maltodextrina pueden contener rastros de ácido glutámico como subproducto del proceso de fabricación.

En la siguiente Figura 1.1, se pueden apreciar los usos de la maltodextrina en términos generales:



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

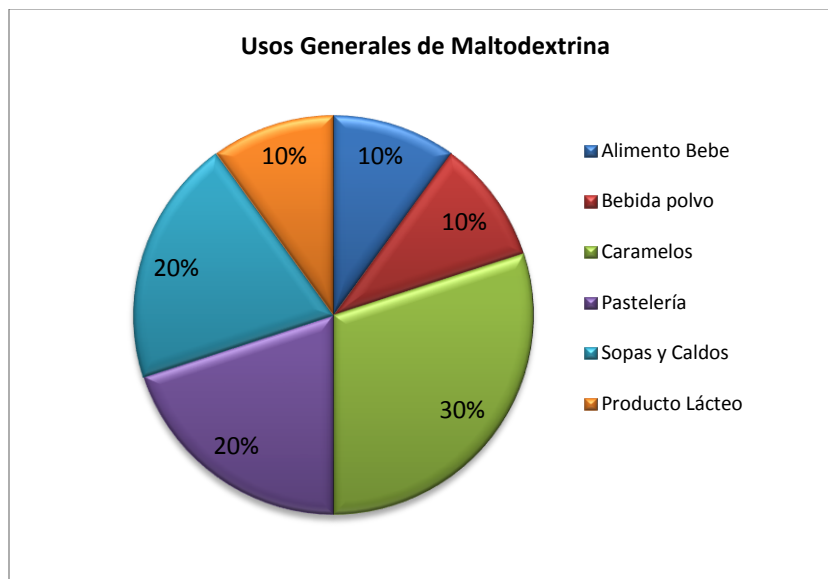


Figura 1.1 – Usos de maltodextrina  
Fuente: Alimentos Argentinos

### 2.6 Materia Prima

En Argentina existen plantas procesadoras que utilizan como materia prima la papa a la cual se les quita el almidón junto con agua generando de esta manera un efluente posible de ser reutilizado para obtener un nuevo producto. De este desecho, el almidón es la materia prima principal necesaria para este proyecto, obtenido en forma de solución en una concentración del 6% al 35% p/v. Así, se beneficia la planta generadora de efluentes que ya no tiene la necesidad de tratarlos para ser desechados y la planta proyectada para la obtención de maltodextrina reduciendo el costo de la materia prima inicial.

Las industrias líderes procesadoras de papa utilizan para su producción variedades tales como: Kennebeck, Russet Burbank, Markies, Shepody e Innovator, las cuales presentan un porcentaje de almidón entre un 18 - 28 %. (Indoagro, 2010)

Las papas son utilizadas para la producción de bastones de papas pre-fritas congeladas con una capacidad de 27 t/h (170.000 t/año) (McCain Web, 2013). En tal proceso, existe una etapa llamada blanqueo (Figura 1.2), que es el proceso de extracción del almidón y otros azúcares naturales antes del procedimiento de pre-fritura de los bastones; La separación se produce por contacto con agua calentada por vapor a 65°C/95°C, en una relación 2:1 Agua-Sólido, para solubilizar el almidón contenido en las papas. (McCain Foods, 2008).



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

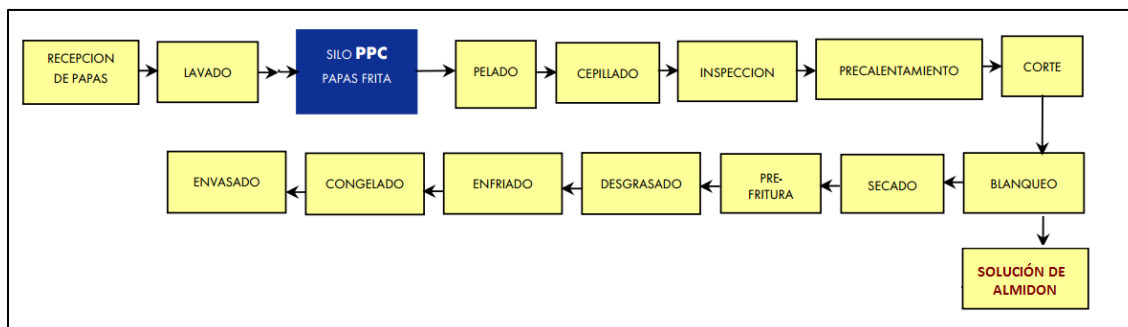


Figura 1.2 – Diagrama de Flujo de la Elaboración de Bastones Pre-fritos Congelados - McCain  
Fuente: McCain Foods, 2008

Como resultado de la etapa de blanqueo, se genera como efluente una solución de almidón con una concentración del 12%. Esta solución se usará como materia prima del proyecto.

### 2.6.1 Almidón

Como se mencionó anteriormente, el almidón es la materia prima principal del proyecto a partir del cual se obtiene la maltodextrina. En los párrafos siguientes, se describirán las generalidades del mismo.

El almidón es la principal fuente de almacenamiento de energía en los vegetales ya que se encuentra en grandes cantidades en las diversas variedades de plantas, como, por ejemplo, en los granos de cereales, los cuales contienen entre 60 y 75% de su peso seco de almidón; en los tubérculos, cuyo contenido es del 80% en materia seca o del 18% de la papa completa, así como también en semillas de leguminosas y en algunas frutas, y su concentración varía con el estado de madurez de los mismos (THOMAS; ATWELL, 1999).

En general, los almidones se encuentran presentes en los tejidos vegetales, bajo la forma de gránulos intracelulares compactos (de 1–100  $\mu\text{m}$  de diámetro); su aspecto físico y sus propiedades varían ampliamente de una planta a otra. Los gránulos son esferocristales y prácticamente insolubles en agua fría, están constituidos por monómeros de glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), formando estructuras largas conocidas como amilosa y amilopectina.

La amilosa es un polímero lineal de unidades de glucosa unidas por enlaces  $\alpha$  (1-4), en el cual algunos enlaces  $\alpha$  (1-6) pueden estar presentes (a mayor cantidad de amilosa, mayor temperatura de gelatinización). Esta molécula no es soluble en agua, pero puede formar micelas hidratadas por su capacidad para enlazar moléculas vecinas por puentes de hidrógeno y generar una estructura helicoidal (KNUTZON; GROVE, 1994). Mientras que la amilopectina es un polímero ramificado de unidades de glucosa unidas en un 94-96% por enlaces  $\alpha$  (1-4) y en un 4-6% con uniones  $\alpha$  (1-6).



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Dichas ramificaciones se localizan aproximadamente a cada 15-25 unidades de glucosa. La amilopectina es parcialmente soluble en agua caliente (GUAN; HANNA, 2004).

Los almidones nativos de las diferentes especies de vegetales tienen como característica fundamental que sus propiedades fisicoquímicas y funcionales estarán influenciadas por sus estructuras granular y molecular (WANG; WHITE, 1994a). Las propiedades más importantes a considerar para determinar la utilización del almidón en la elaboración de alimentos y otras aplicaciones industriales incluyen las fisicoquímicas: gelatinización y retrogradación; y las funcionales: solubilidad, hinchamiento, absorción de agua, sinéresis y comportamiento reológico de sus pastas y geles (WANG; WHITE, 1994b).

Los gránulos de almidón se encuentran en un sistema polimérico semicristalino, donde la cristalinidad varía de 15 a 45%, y es atribuida a las cadenas cortas lineales de la amilopectina, que forman dobles hélices organizadas en una estructura cristalina tridimensional (ZOBEL, 1988; EERLINGEN; DELCOUR, 1995). Durante el proceso de gelatinización, el orden molecular dentro de los gránulos es destruido gradual e irreversiblemente, por esto la temperatura de gelatinización es característica para cada tipo de almidón y depende fundamentalmente de la transición vítrea de la fracción amorfa del almidón (EERLINGEN; DELCOUR, 1995).

Los gránulos del almidón de papa contienen menor porcentaje de sustancias grasas comparado con los almidones de los cereales (maíz y arroz), lo cual lo favorece, ya que estos lípidos forman un complejo con la amilosa que tiende a reprimir el hinchamiento y la solubilización de los gránulos, requiriendo temperaturas más altas (<125°C) para romper la estructura amilosolípido y solubilizar la fracción de amilosa. (Mónica Ruiz C., 2009)

### **2.7 Disponibilidad de Materia Prima**

La Planta Procesadora de Bastones Pre-fritos congelados posee una capacidad de 27 tn/h de productos terminados (McCain Web, 2015), motivo por el cual existe un volumen de desecho (solución de almidón al 12%) de 54 tn/h que representan una cantidad de 6480 kg/h de almidón.

Los 6480 kg/h de almidón antes mencionados, es la cantidad teórica que tiene el proyecto para trabajar en la nueva planta de producción de maltodextrina.

### **2.8 Bibliografía**

1. Mónica Ruiz C., 2009. Obtención de Jarabes de glucosa a partir de almidón de yuca por medios de hidrólisis enzimática, para ser usados como sustrato en la producción de Bioetanol. Bucaramanga 2009. Tesis de Pregrado en Química. Facultad de Ciencias.



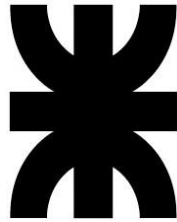


*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

2. Casella, Carrasco, Mesa, 2011. Presencia de jarabe de maíz de alta fructosa en snacks. Universidad Adventista del Plata, Facultad de Ciencias de la Salud.
3. Código Alimentario Argentino. Capítulo X: Alimentos azucarados y Capítulo IX: Alimentos farináceos
4. McCain Web 2013.  
[http://www.mccain.com.ar/mcinstitucional/conozcanos/materiaPrima/materiaPrima.axx?  
&cmsId=7&categoryId=26](http://www.mccain.com.ar/mcinstitucional/conozcanos/materiaPrima/materiaPrima.axx?&cmsId=7&categoryId=26)
5. McCain Foods, 2008. Proyecto de Planta McCain Freire, declaración de impacto ambiental. Abril 2008. Inversiones IAL Ambiental Ltda.
6. IndoAgro, 2010. Tomado de la Revista Agroecologica "INDOAGRO" año 1. N° 5. Lima, Perú.
7. [www.AlimentosArgentinos.gov.ar](http://www.AlimentosArgentinos.gov.ar)

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA**

**Año 2018**

**Proyecto Final: Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

***CAPÍTULO 2:***

***Estudio de Mercado***

**COCHI, Florencia**

**MOITRE, Malena**

**MUZZIO, Mariana Elizabeth**



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 3. Estudio de Mercado

#### 3.1 Introducción

En este capítulo se lleva a cabo el análisis de mercado de la maltodextrina teniendo en cuenta la oferta y la demanda insatisfecha, y considerando una proyección a futuro de su producción, ya que sus usos son cada vez más extendidos en la industria por las propiedades que presenta y sus diversas aplicaciones mencionadas en el capítulo anterior.

#### 3.2 Posición Arancelaria

Para poder analizar este producto en el comercio se tomó en cuenta las siguientes posiciones arancelarias del Nomenclador Común Mercosur (NCM).

#### **Producto: 1702.90.00.920Z Maltodextrina incluidos sus jarabes**

Descripción: Maltodextrina incluidos sus jarabes. Los demás, incluidos el azúcar invertido. Los demás azúcares, incluidas la lactosa, maltosa, glucosa y fructosa (levulosa) químicamente puras, en estado sólido; jarabe de azúcar sin adición de aromatizante ni colorante; sucedáneos de la miel, incluso mezclados con miel natural; azúcar y melaza caramelizados. Azúcares y artículos de confitería.

Se considera sólo el producto maltodextrina y se realiza el análisis de mercado con los datos del mismo.

#### 3.3 Oferta

Hoy en día las industrias que producen maltodextrina en Argentina se describen en la siguiente tabla con su respectiva capacidad.

Tabla 2.1 – Plantas procesadoras de Maltodextrina en Argentina.

Empresa	Planta	Provincia	Capacidad (t/día)
Ingredion	Chacabuco	Buenos Aires	1000
Ingredion	Baradero	Buenos Aires	840
GLUCOVIL (70% Ledesma S.A y 30% Cargill)	Villa Mercedes	San Luis	550
Total	3		2.390

Fuente: Dir. Promoción Calidad Prod. Agrícolas y Forestales con datos CAFAGDA y J.J. Hinrichsen S.A 2015

#### 3.4 Importaciones

A continuación, en la Tabla 2.2 se presentan las importaciones de Maltodextrina en Argentina.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 2.2. – Importaciones Maltodextrina período 2007-2015

Año	Volumen (kg)	Valor FOB (Miles USD)	Valor Unitario (USD/t)
2015	1.693.328,04	2.182.650,35	307.920,87
2014	1.691.330,19	1.629.134,65	240.283,02
2013	2.325.761,12	2.092.271,18	291.692,67
2012	3.527.698,51	3.167.141,96	438.177,54
2011	4.016.624,24	3.108.243,74	423.808,22
2010	4.521.990,39	2.451.566,45	418.402,20
2009	3.484.957,48	1.770.771,99	295.828,60
2008	3.003.777,30	1.954.067,35	365.089,05
2007	2.308.600,90	1.006.094,23	184.879,10

Fuente: Dir. Promoción Calidad Prod. Agrícolas y Forestales con datos CAFAGDA y J.J. Hinrichsen S.A

En la Figura 2.1 se puede observar que las importaciones de maltodextrina comenzaron con un crecimiento en los años correspondientes desde 2007 hasta 2010 tanto en volumen (t) como en valor (miles de USD). En 2011 los volúmenes de importaciones arrojaron cantidades muy bajas, esto se le atribuye a las restricciones de importaciones impuestas por el gobierno argentino (Fundación INAI, Boletín 96 y 113, año 2011). Todo este elenco de disposiciones ha afectado principalmente a Brasil, China y la UE y como se muestra en la tabla 2.3 en 2011 el país de procedencia del mayor volumen de importaciones fue Brasil. En el año 2014 se produjo la liberación parcial de las importaciones de muchas posiciones arancelarias (Boletín 144, 145, 146, 148, año 2015).

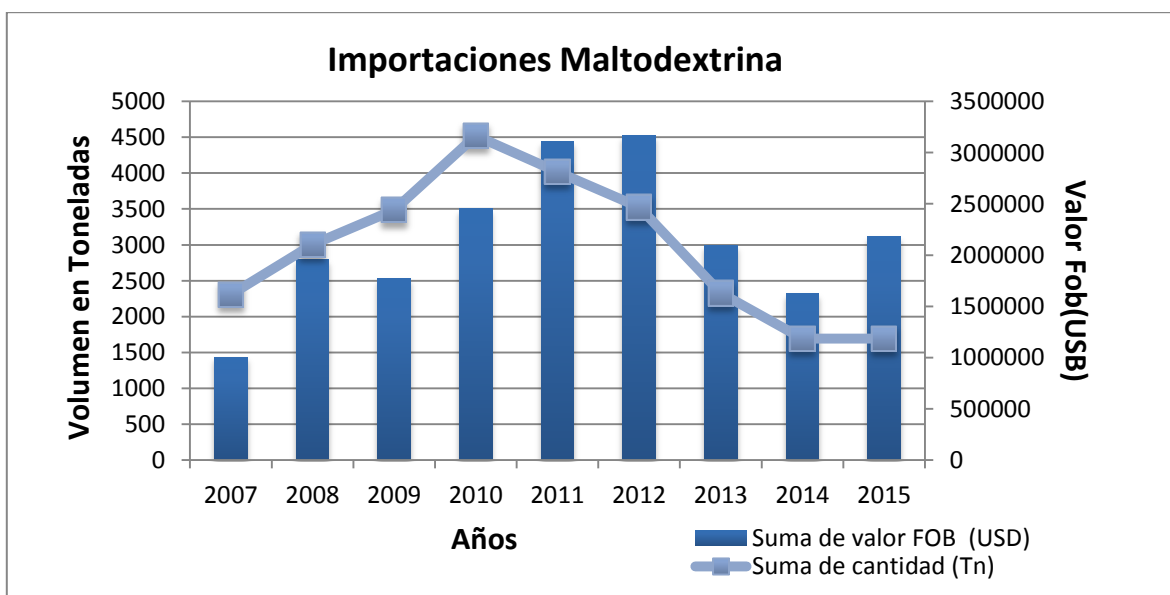


Figura 2.1 – Importaciones Maltodextrina en periodo de análisis 2007 a 2015.

Fuente: Propia – Tabla 2.2



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

En la siguiente Tabla 2.3, podemos observar tanto los países de donde provienen las importaciones de Maltodextrina como los volúmenes ingresados de la misma.

Tabla 2.3 – Países de origen de las importaciones de Maltodextrina año 2015

País procedencia Importaciones	Volumen (kg)	Valor FOB (miles de USD)	Valor unitario (USD/t)
Brasil	3.188.598,00	2.361.340,55	343.354,63
Francia	649.300,00	404.651,38	55.952,22
Holanda	96.100,00	207.156,15	5.348,00
Estados Unidos	31.251,24	100.441,77	11.762,52
China	50.000,00	31.136,40	5.368,00
México	850,00	1.964,90	1.937,07
Italia	500,00	1.527,59	35,21
Chile	25,00	25,00	50,57

Fuente: Dir. Promoción Calidad Prod. Agrícolas y Forestales con datos CAFAGDA y J.J. Hinrichsen S.A

### 3.5 Exportaciones

A continuación en la Tabla 2.4 se presentan las exportaciones de Maltodextrina al País.

Tabla 2.4 – Exportaciones de Maltodextrina Período 2007-2015

Año	Volumen (kg)	Valor FOB (Mill. USD)	Valor Unitario (USD / t)
2015	6.113.750,00	3.923.963,25	356.132,24
2014	5.776.570,00	3.484.171,75	516.466,18
2013	5.386.850,00	3.291.710,50	565.365,84
2012	4.858.750,00	2.963.240,00	477.292,75
2011	4.136.225,00	2.160.090,49	346.079,93
2010	6.385.500,00	2.868.543,75	543.798,00
2009	3.800.067,00	1.648.632,25	298.924,96
2008	1.239.975,00	560.456,75	54.027,59
2007	1.898.950,00	791.402,80	84.024,53

Fuente: Dir. Promoción Calidad Prod. Agrícolas y Forestales con datos CAFAGDA y J.J. Hinrichsen S.A

En la Figura 2.2 se observa el crecimiento brusco de las exportaciones en el año 2010 la cual se debe al proyecto de ley: baja y eliminación de retenciones, establecimiento y eliminación de derechos de exportación a productos agropecuarios, agroindustriales y de maquinaria agrícola. Dictado en 2010 que aplica como se observa a continuación en el artículo 24 (Pregón Agropecuario



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

2010).

**ARTICULO 24º.- Derecho de exportación a la molienda seca y húmeda.** No se aplicarán derechos de exportación a las distintas variedades de molienda seca y húmeda (almidones y fécula de trigo y maíz, jarabes, fructosa, glucosa, maltodextrina, almidones y féculas modificados) comprendidas en las posiciones arancelarias de la Nomenclatura Común del MERCOSUR (N.C.M) 2302. 10.00, 2302 30.00, 1108 0811, 1108 08 12, 1702 1100, 1702 1900, 1702 2000 y 3505 10 00. (Agropecuario, s.f.)



Figura 2.2 – Exportaciones de Maltodextrina en periodo de análisis 2007 a 2015.

Fuente: Propia - Tabla 2.4

En la Tabla 2.5 se puede apreciar los países de destino de exportaciones de Argentina los cuales son tomados en cuenta como mercados potenciales.

Tabla 2.5 – Países de destino de las Exportaciones de Maltodextrina año 2015

País Destino de Exportaciones	Volumen (t)	Valor FOB (miles de USD)	Valor unitario (USD/t)
Chile	27.266.612,00	13.319.678,05	2.275.133,25
Bolivia	7.647.875,01	4.130.747,75	22.400,00
Brasil	7.278.825,00	2.985.287,75	146.750,00
Colombia	4.282.250,00	2.375.868,50	402.838,25
Uruguay	3.743.175,00	1.819.679,13	206.558,32
Israel	2.895.750,00	928.620,00	38.659,50
Perú	1.715.075,00	876.692,97	156.911,76

Fuente: Dir. Promoción calidad Prod. Agrícolas y Forestales con datos INDEC y Scavage



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 3.6 Demanda Argentina

En el tiempo que dura el proyecto la Maltodextrina presenta una demanda interna totalmente satisfecha, de hecho, esta tendencia era previsible ya que los volúmenes importados son relativamente pequeños. Se considera que la producción nacional abastece y abastecerá al mercado interno durante el horizonte de 10 años que dura este proyecto.

En cuanto a las exportaciones, los volúmenes presentan valores significativos y como consecuencia se debe dirigir el análisis hacia mercados extranjeros puesto que la producción de maltodextrina será potencialmente de exportación. Para definir los posibles destinos se analizan los mercados de Chile y Brasil, según los datos arrojados en la Tabla 2.5. Bolivia no se considera ya que sus curvas a lo largo del tiempo son muy dispares.

Para realizar el análisis de estos mercados, se toman los valores de importaciones y exportaciones de dextrina por falta de datos de maltodextrina a los que luego, calculando la demanda, se evaluara su porcentaje de participación dentro de este grupo para así determinar su volumen y poder tomarlo como referencia para este proyecto.

### 3.7 Importaciones de dextrina CHILE

A continuación, en la Figura 2.3, se presentan las importaciones de Dextrina en Chile

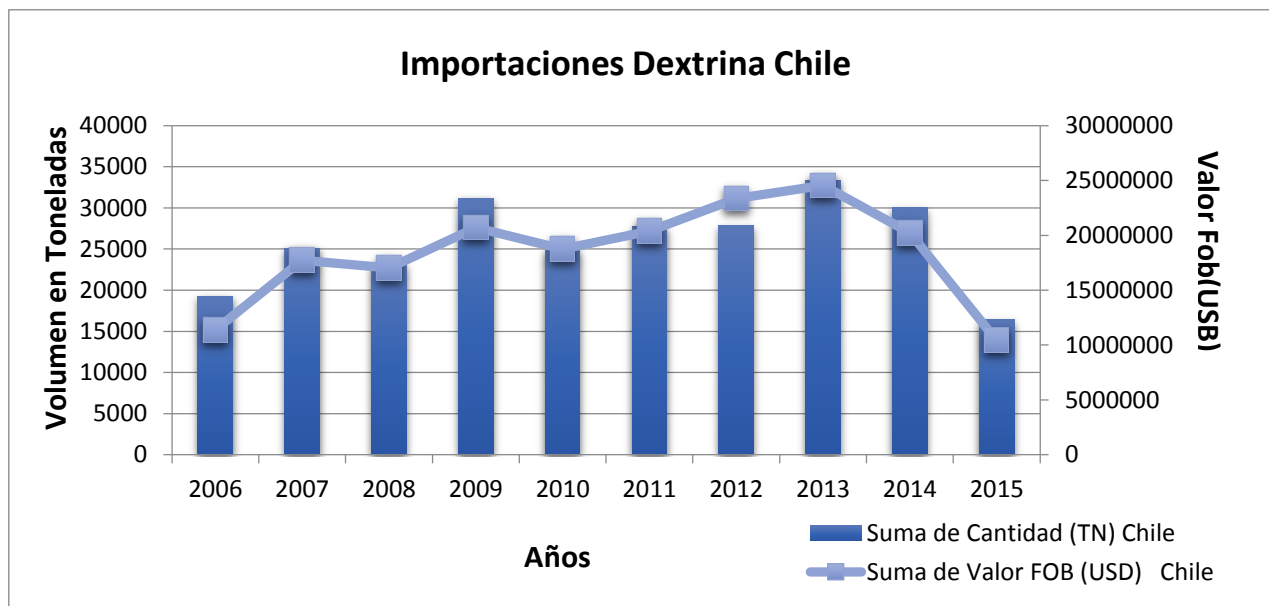


Figura 2.3 –Importaciones Dextrina Chile en periodo de análisis 2006 a 2015.

Fuente: Observatory of Economic Complexity y Trade Nosis



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

En la Tabla 2.6 se muestran los valores diferenciados provenientes de Argentina, los cuales dan la pauta del grado de importancia que tiene nuestro país en sus importaciones.

Tabla 2.6 – Importaciones de Dextrina desde Argentina a Chile

IMPORTACIONES DESDE ARGENTINA A CHILE			
Período	Cantidad (kg)	Cantidad (t)	FOB valor (USD)
2007	6.911.646,19	6911,65	2.669.817,13
2008	8.811.563,00	8811,56	4.579.042,31
2009	7.320.897,95	7320,90	4.251.217,03
2010	11.052.684,15	11052,68	5.952.653,31
2011	12.037.597,92	12037,60	7.001.105,72
2012	13.161.229,03	13161,23	7.871.945,33
2013	12.784.399,84	12784,40	7.827.451,22
2014	12.388.351,92	12388,35	7.335.315,93
2015	9.921.170,16	9921,17	5.510.659,63

Fuente: [www.Scavage.com](http://www.Scavage.com)

#### 3.7.1 Proyección de las importaciones del precio por tonelada de Chile

En la Figura 2.4, se observa visiblemente como evolucionaron los volúmenes importados de Dextrina en Chile tomando como periodo de análisis del 2006 al 2015, y extrapolando diez años en el futuro hacia 2025. Estos valores se estiman considerando que los volúmenes importados siguen la tendencia que tienen en la actualidad, arrojando un volumen importado para el año 2025 de 1170 USD/Toneladas de Dextrina.





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

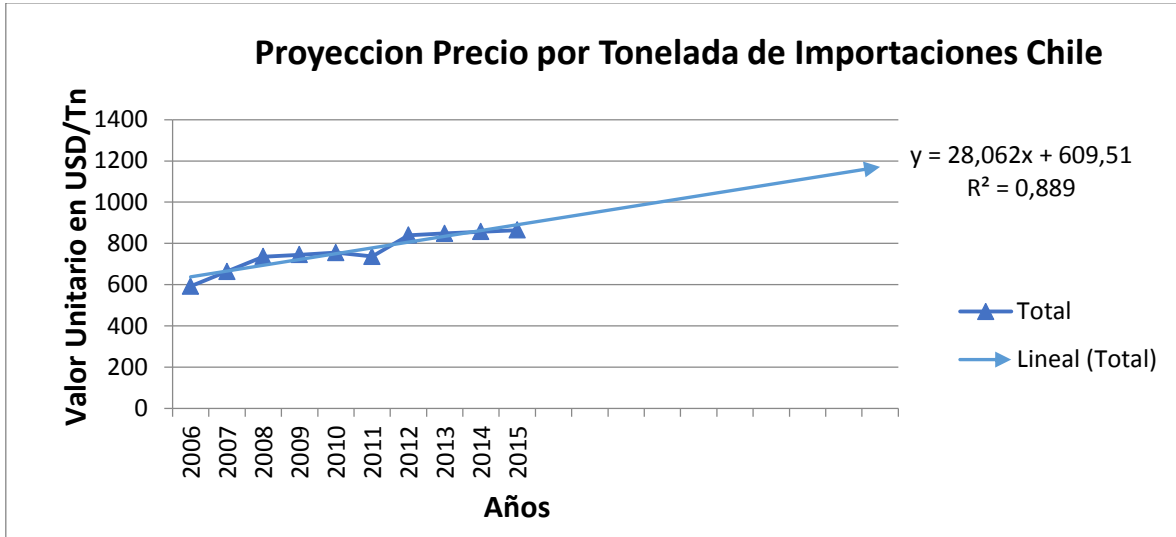


Figura 2.4 – Proyección de las Importaciones de Chile del Valor Unitario USD/t periodo de extrapolación 2025  
 Fuente: Propia

### 3.8 Importaciones de dextrina BRASIL

A continuación en la Figura 2.5 se presentan las importaciones de Dextrina en Brasil

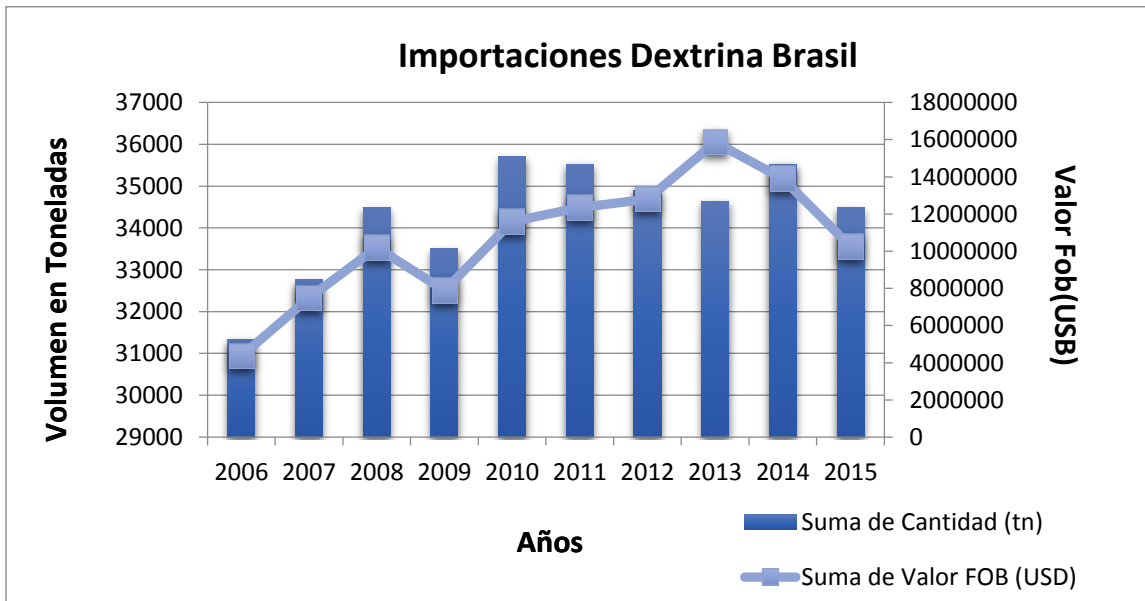


Figura 2.5 – Importaciones Dextrina Brasil en periodo de análisis 2006 a 2015.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Fuente: Observatory of Economic Complexity y Trade Nosis

A continuación, en la Tabla 2.7, se muestran los valores de importaciones diferenciados provenientes de Argentina.

Tabla 2.7 – Importaciones de Dextrina desde Argentina a Brasil

IMPORTACIONES DESDE ARGENTINA A BRASIL			
Período	Cantidad (kg.)	Cantidad (t)	FOB valor (USD)
2006	26.600,00	26,6	61.810,00
2008	1.225,00	1,23	9.683,00
2009	6.000,00	6,00	14.161,06
2010	71.250,00	71,25	73.743,69
2011	6.535,20	6,54	17.907,12
2012	12.824,52	12,82	34.958,64
2013	5.716,00	5,72	17.157,62
2014	12.340,00	12,34	34.578,88
2015	10.256,00	10,26	28.098,97
2016	11.422,00	11,42	26.564,26

Fuente: www.Scavage.com

#### 3.8.1 Proyección de las importaciones del precio por tonelada de Brasil

En la Figura 2.6, se observa visiblemente como evolucionaron los volúmenes importados de Dextrina en Brasil tomando como periodo de análisis del 2006 al 2015, y extrapolando diez años en el futuro hacia 2025. Estos valores se estiman considerando que los volúmenes importados siguen la tendencia que tienen en la actualidad, arrojando un volumen importado para el año 2025 de 539 USD/Toneladas de Dextrina.

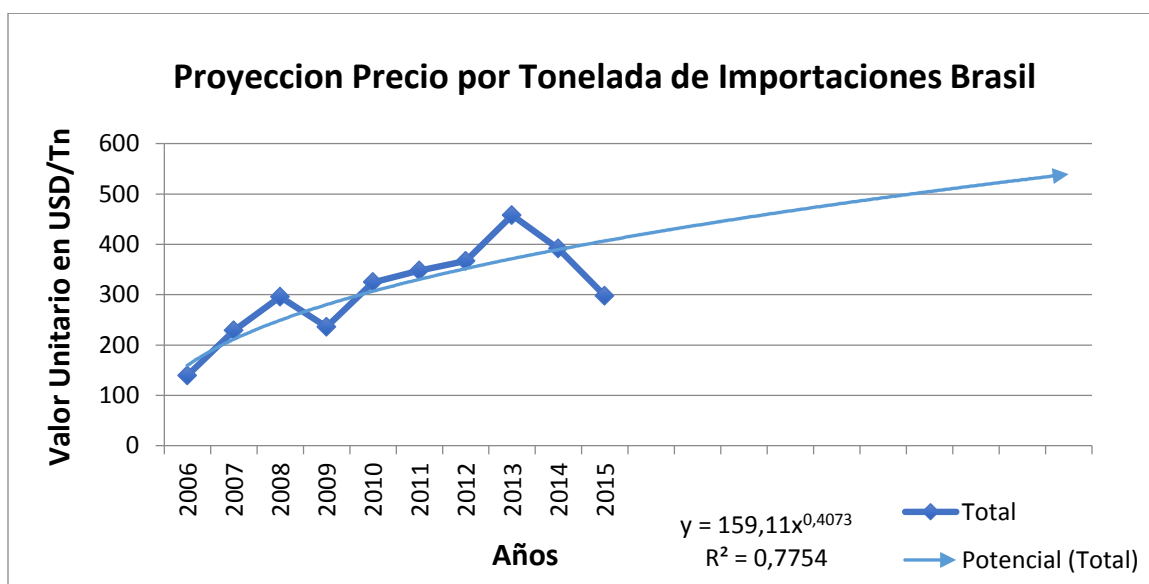


Figura 2.6 – Proyeccion de las Importaciones de Brasil del Valor Unitario USD/Tn periodo de extrapolacion 2025



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Fuente: Propia

#### 3.9 Exportaciones de dextrina CHILE y BRASIL

En la Figura 2.7 y 2.8, se presentan las exportaciones de Dextrina de Chile y Brasil respectivamente.



Figura 2.7 – Exportaciones Dextrina Chile en periodo de análisis 2006 a 2015.

Fuente: Observatory of Economic Complexity y Trade Nosis

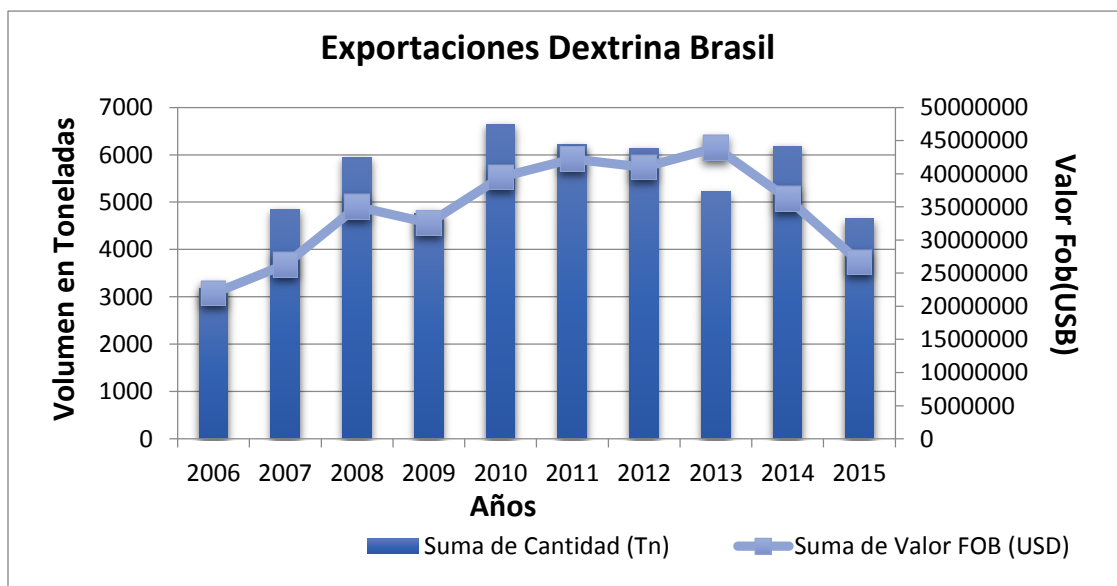


Figura 2.8 – Exportaciones Dextrina Brasil en periodo de análisis 2006 a 2015.

Fuente: Observatory of Economic Complexity y Trade Nosis



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

#### 3.10 Demanda CHILE Y BRASIL

El consumo o demanda de dextrina en estudio se calculó a partir de los valores de, importaciones y exportaciones de Chile y Brasil independientes para luego generar la curva de demanda agregada. Los resultados se indican en las Tablas 2.8 y 2.9 y las Figuras 2.9 y 2.11 para Chile y Brasil respectivamente, los cuales se tomaron como mercado global sin tener en cuenta la fluctuación de importaciones y exportaciones que realizan entre ellos, para posteriormente realizar un análisis sobre los volúmenes globales.

#### **Demanda = Importación – Exportación**

Tabla 2.8 – Demanda Dextrina en Chile

Período	Chile Dextrina (t)
2006	16390,30
2007	19160,02
2008	20950,19
2009	23105,27
2010	23962,98
2011	24781,14
2012	27604,87
2013	27739,61
2014	28875,49
2015	29985,84

Fuente: Propia

En la determinación de la demanda de dextrina en Chile (Figura 2.9), se tuvieron en cuenta los sucesos ocurridos en tal país en el año 2008, debido a la crisis financiera que sufrió el gobierno en agosto de 2007 por la sobre valorización de los productos a la cual se sumó la sequía que tuvo lugar a fines de ese año. En el año 2010 las exportaciones experimentaron un fuerte deterioro, tanto en los volúmenes exportados como en los precios. Si bien las exportaciones repuntaron hacia fines del año, en términos porcentuales se redujeron entre un 4% y un 6%, y las importaciones en un 20%. (Chilena, 2010).

Estos datos fueron ajustados en la Figura 2.10 para eliminar la perturbación que sufrió el mercado y de este modo obtener datos sólidos para calcular la extrapolación.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

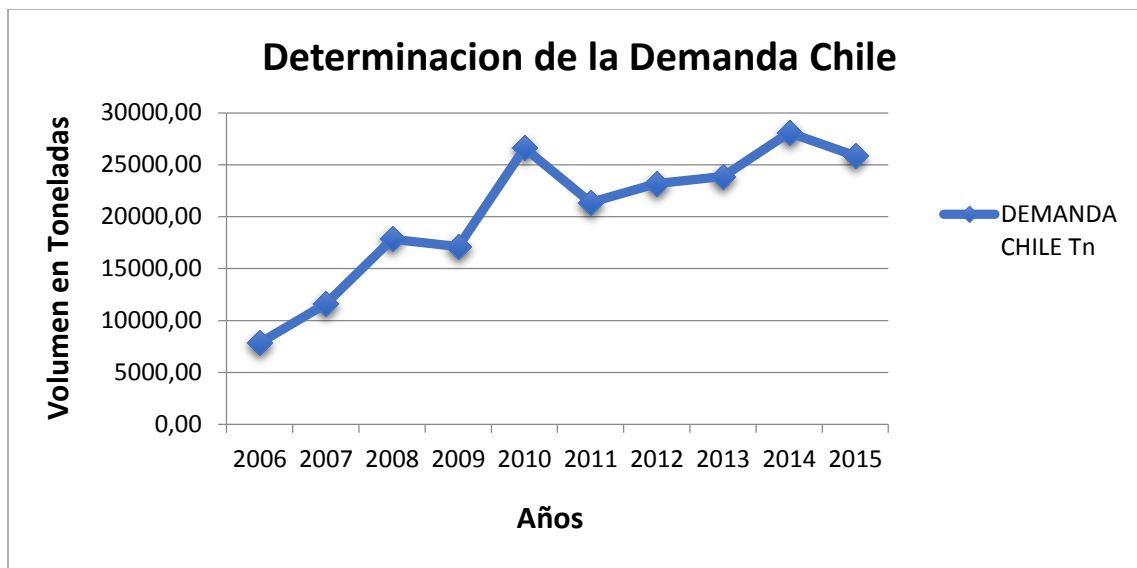


Figura 2.9 –Determinacion de la demanda de Dextrina en Chile.

Fuente: Propia

En el siguiente gráfico (Figura 2.10), se puede ver que la demanda fue creciendo a lo largo de los años, debiéndose posiblemente a que estos recursos son utilizados como materia prima en numerosos procesos industriales y además los progresivos avances en I+D de éstos productos para innovar en procesos y productos, los han convertido en insumos indispensables para muchas empresas. Considerando entonces, el período de análisis comprendido entre los años 2006 a 2015 y extrapolando diez años en adelante, se estima que la demanda futura seguirá la misma tendencia que tiene en la actualidad, arrojando un volumen hipotético de 45.227 toneladas de Dextrina para el año 2025 en Chile.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María  
Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

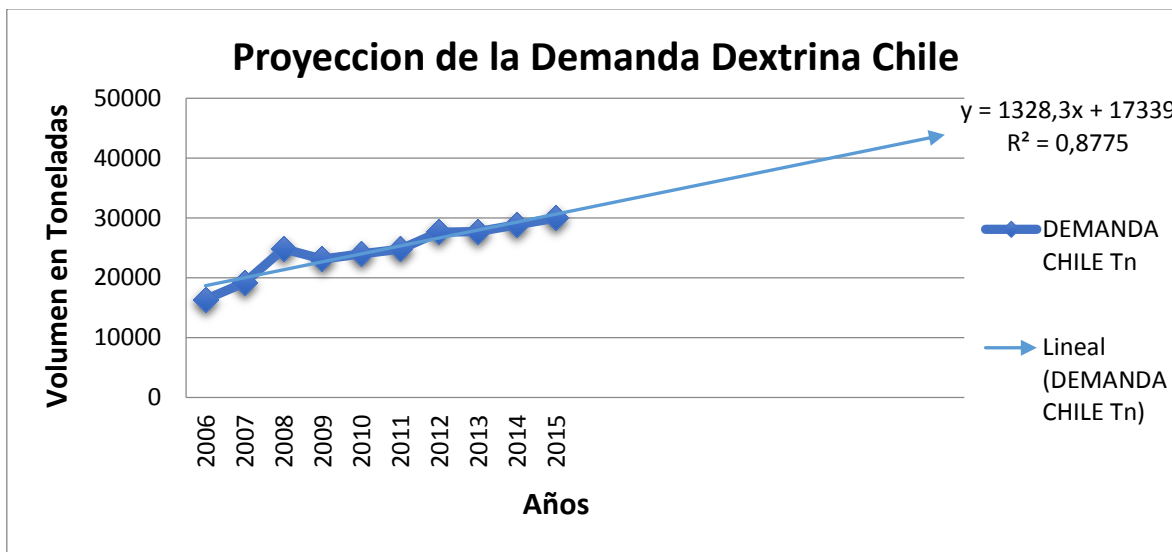


Figura 2.10 –Proyeccion de la demanda de Dextrina en Chile hacia el año 2025.

Fuente: Propia

La Tabla 2.9 muestra la demanda de dextrina en Brasil

Tabla 2.9 – Demanda Dextrina en Brasil

Período	Brasil Dextrina Tn
2006	28152,34
2007	27914,54
2008	28532,33
2009	28743,94
2010	29049,87
2011	29308,95
2012	28945,96
2013	29422,06
2014	29333,48
2015	29835,03

Fuente: Propia

En la determinación de la demanda de dextrina en Brasil (Figura 2.11), se tuvo en cuenta los sucesos ocurridos en este país, de acuerdo con la unidad de inteligencia económica del grupo editorial The Economist (EIU por sus siglas en inglés). Brasil descendió en la tabla económica mundial en 2012 debido al bajo crecimiento del Producto Bruto Interno (PBI) que se adjudica a los efectos de la economía mundial, que ha sufrido de crisis en Europa, China y la desaceleración periodo de recuperación en los Estados Unidos. (Brasilera, 2012).



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón



Figura 2.11 –Determinacion de la demanda Dextrina en Brasil.

Fuente: Propia

La Figura 2.12 muestra que, como ocurrió en Chile, la demanda fue creciendo a lo largo de los años, atribuida posiblemente a que estos recursos son utilizados como materia prima en numerosos procesos industriales y además los progresivos avances en I+D para innovar en procesos y productos, los han convertido en insumos indispensables para muchas empresas. Realizando entonces el análisis de los datos comprendido entre los años 2006 a 2015, y extrapolando diez años en el futuro, se estima que la demanda seguirá la misma tendencia que tiene en la actualidad, arrojando un volumen hipotético de 30.273 toneladas de Dextrina para el año 2025 en Brasil.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

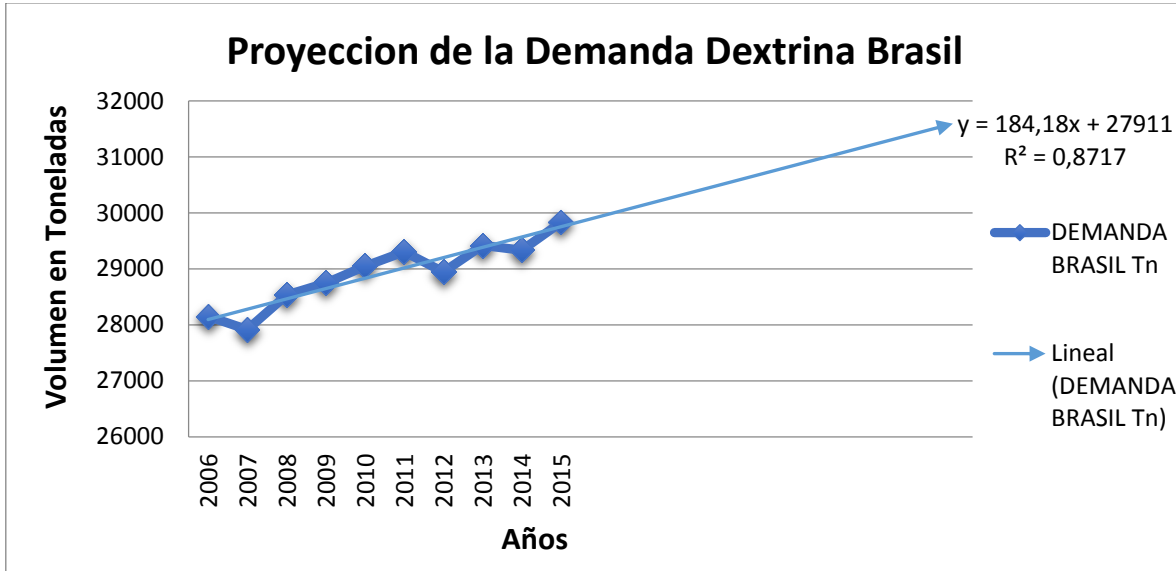


Figura 2.12 – Proyección de la demanda de Dextrina en Brasil hacia el año 2025.  
 Fuente: Propia

**3.10.1 Demanda Acumulada del mercado potencial. (Incluye Chile y Brasil)**

En la Figura 2.13 se puede apreciar la demanda acumulada teniendo en cuenta los dos países potenciales a dirigir nuestro mercado; posteriormente éste se analiza para proyectar el volumen de demanda.

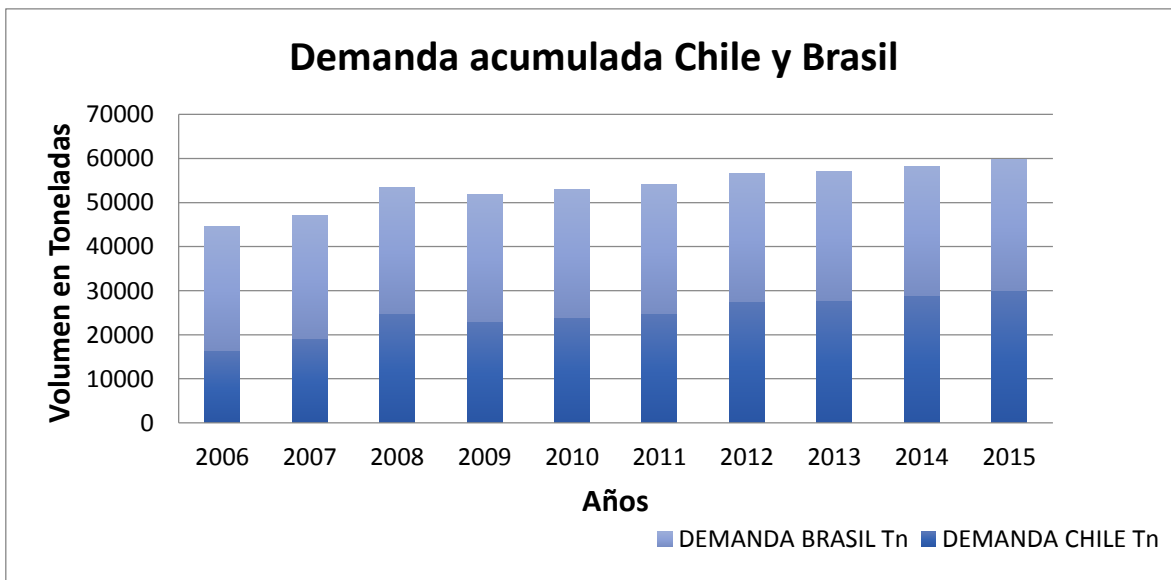


Figura 2.13 –Demanda agregada Chile y Brasil.  
 Fuente: Propia





### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Se realizó el relevamiento de los datos extrapolados desde 2015 a 2025 y se calculó la demanda insatisfecha en los próximos años, donde la manera de calcularlo, se obtuvo de las Figura 2.13.

La proyección de la demanda acumulada se realiza para poder calcular el volumen de crecimiento del mercado y así tenerlo en cuenta para la proyección de la capacidad del proyecto y determinar qué mercado se abastecerá, la Figura 2.14 estima, considerando que la demanda futura seguirá la misma tendencia que tiene en la actualidad, un volumen proyectado de 45500 toneladas de Dextrina para el año 2025 en Chile y Brasil, se puede observar una tendencia lineal aceptable con un ajuste del 90%.

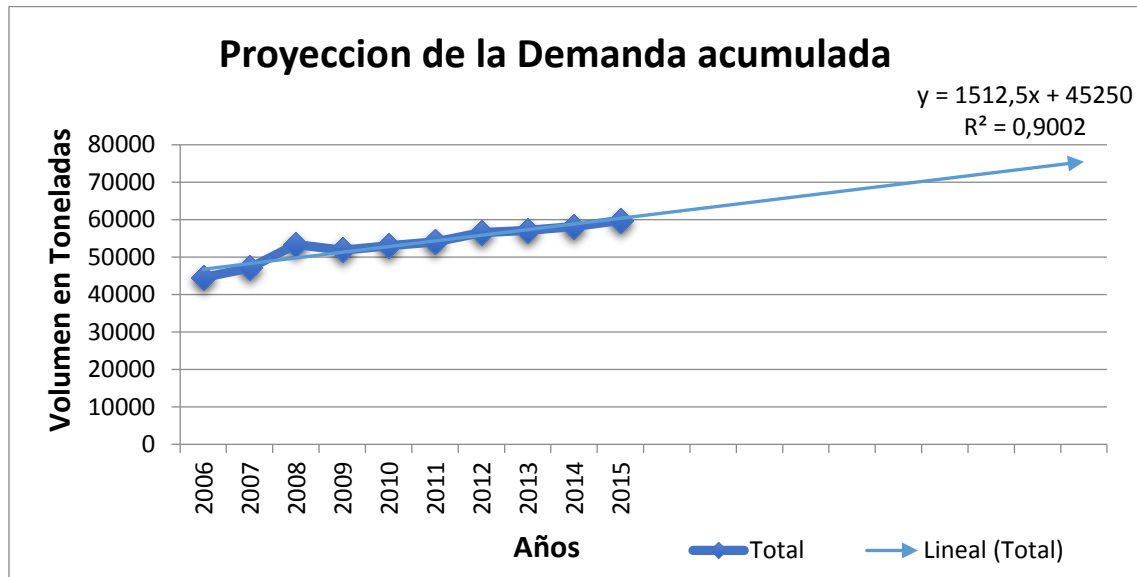


Figura 2.14 –Proyección de la demanda agregada de Dextrina hacia el año 2025.

Fuente: Propia

Al analizar la Figura 2.14, se observa claramente en la Tabla 2.10 que el consumo crecerá más rápido que la producción en los próximos años, los que deja una demanda insatisfecha en Chile y Brasil que actualmente es cubierta por las importaciones, lo que se hace atractivo para el presente proyecto.

Debido a la similitud en cuanto a consumo de los mercados de Chile y Brasil con el de Argentina y dado que los volúmenes para la demanda de Chile y Brasil se presentaron y analizaron con datos acumulados del grupo dextrina, que incluye maltodextrina, se considera que la participación de maltodextrina sobre el grupo dextrinas es de aproximadamente el 10%, como ocurre en el mercado argentino.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 2.10 – Demanda Dextrina y Maltodextrina en Chile y Brasil

Período	Demanda (t)dextrinas	Demanda (t)maltodextrinas
2016	61887,5	11449,2
2017	63400,0	11729,0
2018	64912,5	12008,8
2019	66425,0	12228,6
2020	67937,5	12568,4
2021	69450,0	12848,3
2022	70962,5	13128,1
2023	72475,0	13407,7
2024	73987,5	13687,7
2025	75500,0	13967,5

Fuente: Propia

El porcentaje de demanda de maltodextrina que se va a cubrir define en el capítulo de Capacidad de Planta

#### 3.11 Análisis FODA

El análisis FODA que se presenta a continuación en la Tabla 2.11, tiene como finalidad respaldar la decisión de llevar a cabo la instalación de una planta productora de Maltodextrina, en nuestro país para ser exportado Brasil y Chile, evaluando las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que representa realizar este proyecto a nivel nacional con mercado internacional.

Tabla 2.11 - Analisis FODA

Análisis FODA
<b>Tema:</b> Planta de producción de Maltodextrina a partir de los desechos de una fábrica de Procesamiento de papas.
<b>Fortalezas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Utilización de un residuo de la Industria Procesadora de Papas (Solución diluida de Almidón).</li><li>• Empleo de los productos en una gran variedad de procesos industriales.</li><li>• Espacio Físico y Servicios Auxiliares disponibles por estar emplazada la planta dentro o inmediatamente al lado de la Industria Procesadora de Papas.</li><li>• Gran disponibilidad de materia prima.</li><li>• Menor precio de materia prima de equivalente calidad que la competencia.</li></ul>



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

- Disponibilidad de mano de obra calificada en el país.
- El rendimiento del proceso es elevado.
- Disponibilidad de tecnologías para la producción.
- Los productos no son contaminantes.
- El proceso no presenta desechos contaminantes, y solucionan el problema de efluentes de la Industria Procesadora de Papas.

### **Oportunidades**

- Crecimiento de la demanda interna y mundial de los productos.
- Materia prima alternativa de bajo costo.
- Buen precio de los productos, debido a que se puede mejorar el precio ya que se utiliza una materia prima de muy bajo costo.
- En la actualidad los productos abarcan grandes campos de aplicación, y se están investigando en nuevos usos.
- Beneficios debido a acuerdos comerciales entre Argentina y el MERCOSUR.
- Elevada tradición exportadora de los productos.
- Los productos poseen alto valor agregado.
- No necesitan inserción en el mercado, los productos son conocidos y consumidos por grandes empresas.

### **Debilidades**

- En el mercado interno la demanda de Maltodextrina está y estará totalmente satisfecha en los años que dure el proyecto.
- Es necesario concentrar la solución de almidón a valores que hagan rentable su procesamiento.

### **Amenazas**

- Volatilidad e Incertidumbre de los mercados, productos de las recurrentes crisis Nacionales e Internacionales.
- Posibles Trabas arancelarias en la compra de Insumos importados (Enzimas) con bajo impacto en la rentabilidad del proyecto.
- En el orden mundial, existen importantes empresas productoras de Maltodextrina con elevada



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

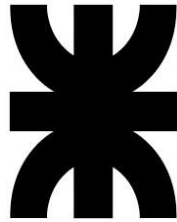
capacidad productiva, y que satisfacen una gran parte de la demanda mundial de dicho producto.
--

#### **3.11.1 Conclusión del FODA**

Del análisis FODA se concluye que el entorno brinda buenas condiciones para el desarrollo del proyecto debido a la gran disponibilidad de materia prima, elevado consumo de los productos por grandes empresas internacionales y al alto valor agregado que se le puede dar a los productos.

A nivel nacional la competencia está concentrada en unas pocas marcas, pero que manejan el mercado de estos productos internamente; el mercado internacional presenta un panorama auspicioso para este proyecto. Por otro lado, los desequilibrios económicos-financieros que pueden generarse tanto a nivel nacional como mundial afectaran a cualquier proyecto que se planteé en la actualidad; son obstáculos que deben superarse y constituyen de los riesgos en los que se incurre cuando se realiza un proyecto de inversión.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA**

**Año 2018**

**Proyecto Final: Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

***CAPÍTULO 3:***

***Localización***

**COCHI, Florencia**

**MOITRE, Malena**

**MUZZIO, Mariana Elizabeth**



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **4. Localización de planta**

#### **4.1 Objetivo específico**

El estudio de localización tiene como propósito encontrar la ubicación más ventajosa para el proyecto, es decir, la opción que, cubriendo las exigencias o requerimientos del proyecto, contribuya a minimizar los costos de inversión y los costos y gastos durante el período productivo.

#### **4.2 Importancia de la localización de una planta**

La localización de planta es un factor que condiciona el resultado de la implantación de un sistema productivo, ya que determinará parcialmente los costos de operación y de inversión, la facilidad con que pueden embarcarse o recibirse las materias primas y los productos terminados, los costos de mano de obra, impuestos, terrenos, construcción y combustible.

La ubicación debe ofrecer ventajas de tal forma que permita obtener los mayores rendimientos posibles, tanto en la simplificación de operaciones como en la disminución de costos.

#### **4.3 El estudio de la localización**

Al considerar la localización del proyecto es posible concluir que hay más de una solución factible adecuada por lo que hay que determinar las variables relevantes más importantes en forma concluyente. De igual forma, una localización que se ha determinado como óptima en las condiciones vigentes puede no serlo en el futuro. Por lo tanto, la selección de la ubicación debe considerar su carácter definitivo o transitorio.

Sin embargo, el problema tampoco es puramente económico. Los factores técnicos, legales, tributarios, sociales, etc. (figura 3.1) deben tomarse en consideración, aunque en algunos casos, los efectos en el resultado del proyecto no pueden ser considerados en factores monetarios, por lo que siempre quedará una variable subjetiva que pudiera afectar la decisión, como por ejemplo, intereses personales del dueño.



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

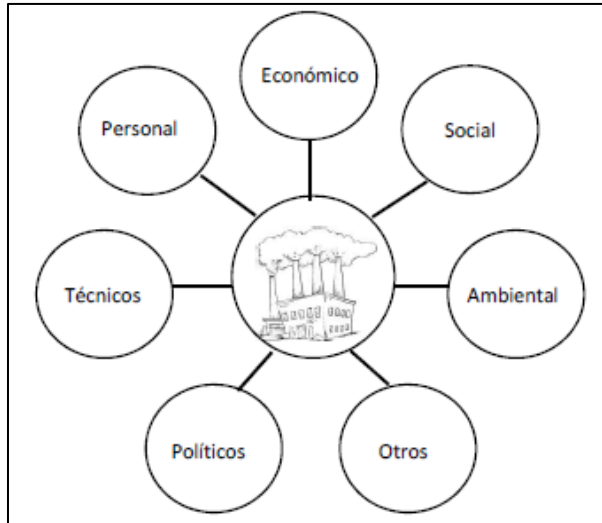


Figura 3.1- Factores a considerar en un estudio de localización

Fuente: Wikipedia

Hay dos etapas necesarias (figura 3.2) que se deben realizar, la selección de una macro localización y, dentro de ésta, la de un micro localización definitiva.

Pero también puede darse el caso de que para una determinada empresa, la macro localización resulte innecesaria, dado que ya tenga preestablecida la localidad en donde se ubicará. La selección de la macro y micro localización está condicionada al resultado del análisis de lo que se denomina factor de localización.

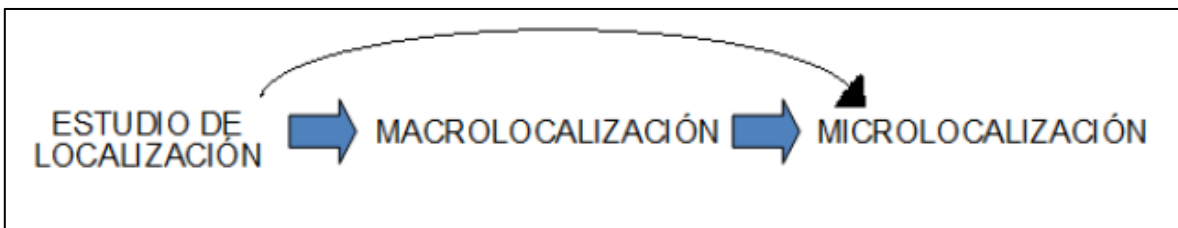


Figura 3.2 - Pasos para el estudio de localización.

Fuente: Wikipedia

#### 4.3.1 Factores de localización

Los factores que más comúnmente influyen en la decisión de la localización de un proyecto, se describen a continuación, aunque no se presentan en orden de importancia y pueden existir algunos otros con base en las necesidades de cada empresa:

a) **Medios y costos de transporte:** Es necesario considerar tanto el peso como el volumen de los materiales, ya que normalmente se aplica la tarifa que por un factor u otro resulte más alta.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Además, las materias primas, por lo general, pagan menos tarifas de transportes que los productos terminados.

b) **Disponibilidad y costo de mano de obra:** Determinar cualitativa y cuantitativamente los diversos tipos de mano de obra necesarios en la operación de la futura planta.

c) **Localización y disponibilidad de las fuentes de abastecimiento (materias primas):** La ubicación de las materias primas resulta un factor fundamental, ya que en ocasiones la ubicación de ciertos proyectos la determina la fuente de materias primas. Es vital considerar los requerimientos de insumos, condiciones de abastecimiento, costos de transporte, existencia actual y a largo plazo, si la disponibilidad es constante o estacional, etc.

d) **Cercanía del mercado:** El proyecto para la ubicación debe considerar cierta distancia entre los clientes potenciales y la localización de la planta, ya que en muchos casos, conforme incrementa la distancia, incrementan también los costos de transportación, lo que puede repercutir directamente en las utilidades de la empresa.

e) **Factores ambientales:** Este factor se debe tomar en cuenta para aquellas zonas o lugares con climas extremos que impidan el buen desempeño del personal o el proceso de producción de los bienes.

f) **Eliminación de desechos:** Para algunas plantas industriales, la disponibilidad de medios naturales para deshacerse de ciertos desechos resulta indispensable, por lo que su localización queda sujeta a esta opción. En otras zonas, los reglamentos locales y gubernamentales limitan o regulan la cantidad o la naturaleza de los desechos que pueden arrojarse a la atmósfera o a corrientes y lechos acuosos.

g) **Costo, disponibilidad y topografía de terrenos:** Es importante considerar las necesidades actuales y las expectativas de crecimiento futuro que pueda tener la empresa, para no tener problemas por falta de espacio o por factores no considerados como zonas sísmicas, terrenos extremadamente húmedos, etc. El costo del terreno puede o no ser factor de importancia, pero dependerá del poder adquisitivo de cada empresa y del tipo de proyecto a realizar.

h) **Estructura impositiva y legal:** Algunos países o estados adoptan políticas que promueven la instalación industrial en determinadas zonas y ciudades creando al mismo tiempo parques industriales y ofreciendo incentivos fiscales o de otro tipo.

i) **Disponibilidad de agua, energía eléctrica y otros suministros:** La disponibilidad tanto de agua como de energía eléctrica suelen ser un factor determinante en la localización industrial, ya que la mayor parte de equipos industriales modernos y sus procesos, utilizan dichos recursos y, aunque





*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

ambos pueden ser transportables, la inversión en este tipo de obras no se justifica para una sola empresa.

#### **4.3.2 Macro localización**

La macro localización es la selección de la región o territorio donde se ubicará el proyecto. Esta selección permitirá, a través de un análisis preliminar, reducir el número de soluciones posibles, al eliminar los sectores geográficos que no respondan a las condiciones requeridas por el proyecto.

Para una planta industrial se tienen los siguientes factores determinantes:

##### *1. Factores primarios:*

- Localización del mercado de consumo
- Fuentes de materias primas
- Disponibilidad de mano de obra
- Vías de comunicación

En términos simples, el problema consiste en conocer si la industria quedará cerca de las materias primas o cerca del mercado en que se venderán los productos.

##### *2. Factores secundarios:*

- Facilidades de transporte
- Infraestructura pública
- Fuentes de suministro de agua
- Disponibilidad de energía eléctrica y combustible
- Disposiciones legales o de política económica
- Servicios públicos diversos
- Condiciones climáticas



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Para el análisis de la macro localización se empleó el modelo global, que consiste en la clasificación y cuantificación de los criterios que influyen en la localización.

El modelo puede simplificarse en un procedimiento de 5 pasos para asignar puntaje en la evaluación de sitios alternativos con base en diferentes criterios. Matemáticamente este procedimiento se resume a continuación:

El factor de localización:

$$S_i = w_j s_{ij} \quad j = 1, 2, 3, \dots, m$$

-  $S_i$  = puntaje total para ubicación  $w_j$  = peso para el factor  $j$

-  $s_{ij}$  = puntaje para la ubicación en  $i$  en el factor  $j$

Paso 1: Identifíquense los factores más importantes al evaluar los sitios alternativos.

Paso 2: Asígnese un peso ( $w_j$ ) entre 0 y 100% a cada factor. El peso debe reflejar la importancia relativa del factor: cuanto más importante, mayor será su peso. La suma de los pesos debe ser igual a 1.

Paso 3: Asígnese a la primera alternativa un valor entre 0 y 100 para el primer factor ( $s_{1,1}$ ). El valor cero indica que el lugar no satisface ese criterio, en tanto que el valor 100 implica que la ubicación lo satisface perfectamente. Repítase este paso para las alternativas restantes.

Paso 4: Conviértase cada puntaje ( $s_{ij}$ ) en un puntaje ponderado multiplicándolo por el peso relativo del factor ( $w_j$ ).

Paso 5: Súmense los puntajes ponderados de cada alternativa. Debe darse preferencia a la que alcance el mayor puntaje total ( $S_i$ ).

Existen muchos criterios que se pueden considerar a la hora de determinar la localización de la planta, para ello es necesario realizar una división de los mismos teniendo en cuenta el grado de especificidad que se desee considerar.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 3.1- Criterios considerados para determinar la macro localización de la planta

Criterio	Ponderación
Cercanía al mercado consumidor	0.20
Cercanía y disponibilidad de fuentes de materia prima	0.45
Disponibilidad de terrenos	0.35

Fuente: Propia

Resulta evidente que es imposible seleccionar el micro localización de la planta sin previamente haber fijado la macro localización. Es por ello que se comienza por ella, teniendo en cuenta siguientes criterios:

**Cercanía y disponibilidad de materia prima:** La materia prima fundamental para este estudio es el desecho líquido, (solución diluida de almidón) de la Industria procesadora de papas, por lo tanto se necesitan empresas de ese rubro, con una capacidad suficiente que nos permita satisfacer los requerimientos del proyecto, cerca del lugar de instalación o, como alternativa, tener facilidades para obtener el abastecimiento de la materia prima a través de transporte, teniendo en cuenta que su costo dependerá de las distancias y cantidades transportadas.

Para los objetivos del proyecto se tiene un especial interés en las Industrias que fabrican Bastones pre-fritos congelados, ya que ellas presentan en su proceso este desecho o efluente, que es la fuente de materia prima del proyecto.

Las principales empresas de fabricación de bastones pre-fritos congelados de la provincia de Buenos Aires son:

1. Mc Cain (170.000 t/año)
2. Farm Frites, con la Firma Alimentos Modernos S.A. (52.000 t/año)

**Cercanía al mercado consumidor:** El proyecto está orientado a abastecer el mercado externo (Ver Capítulo 2 “Estudio de Mercado”), es necesario que la instalación de la planta cuente con facilidades de transporte del producto y que este localizado en las cercanías de puertos y/o rutas nacionales para comercializar las mercancías al exterior.

Los medios de transporte más comúnmente utilizados por las empresas industriales de las zonas son el transporte por ruta; por ejemplo la Ruta 226 en el caso de Balcarce, hasta los puertos, y sino rutas nacionales de fácil acceso para trasladar mercancía hacia el otro lado de la cordillera; y en cuanto a Munro, es utilizada la Autopista Panamericana, hacia los puertos de ubicación cercana y/o rutas hacia Chile.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Se concluye que la influencia de este factor se considera mínima ya que ambos lugares, ya sea Balcarce o Munro, presentan puertos cercanos para el mercado Brasileño. En cuanto al mercado internacional Chile se realizará mediante transporte terrestre con transportes habilitados por rutas nacionales.

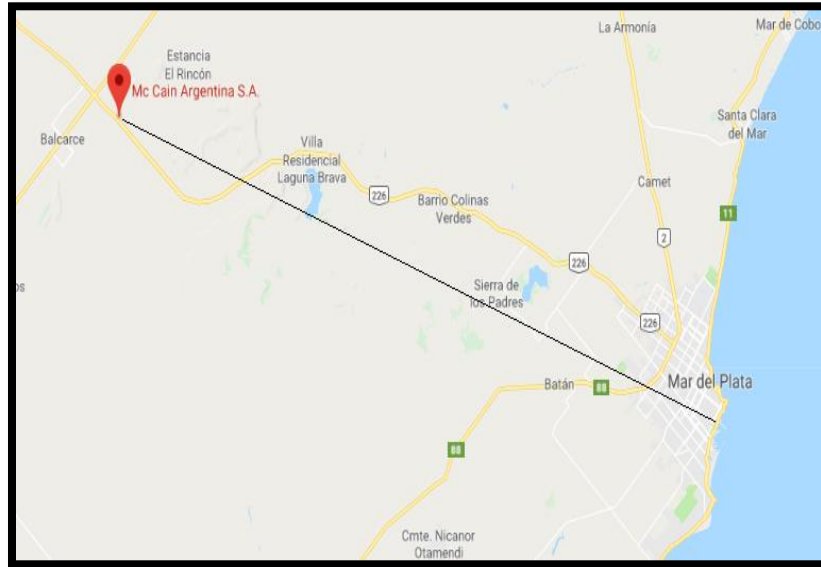


Figura 3.3 – Distancia de Mc Cain a zona portuaria y rutas nacionales.

Fuente: Google Maps



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón



Figura 3.4 – Distancia de Farm Frites a zona portuaria y rutas nacionales.

Fuente Google Maps

**Disponibilidad de terreno:** El terreno a adquirir debe ser capaz de albergar todas las instalaciones de la planta, administración, mantenimiento, almacenamiento de productos y materias primas, etc.; además debe quedar espacio disponible para futuras ampliaciones.

En Balcarce, la firma Mc Cain *posee* un predio en la misma área de emplazamiento, donde ese terreno podría estar disponible para el presente proyecto (Figura 3.5).

Este factor se considera un factor determinante en la ubicación, ya que una de las firmas no presentan una disponibilidad de terreno para el emplazamiento de la planta.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**



Figura 3.5 – Localización de la Planta MC CAIN, Balcarce, Provincia de Buenos Aires.

Fuente: Google Earth

En la localidad de Munro, la firma Alimentos Modernos S.A. (Farm Frites) *no posee* disponibilidad de terrenos, ya que su planta está localizada en el centro de una zona urbana (Figura 3.6).

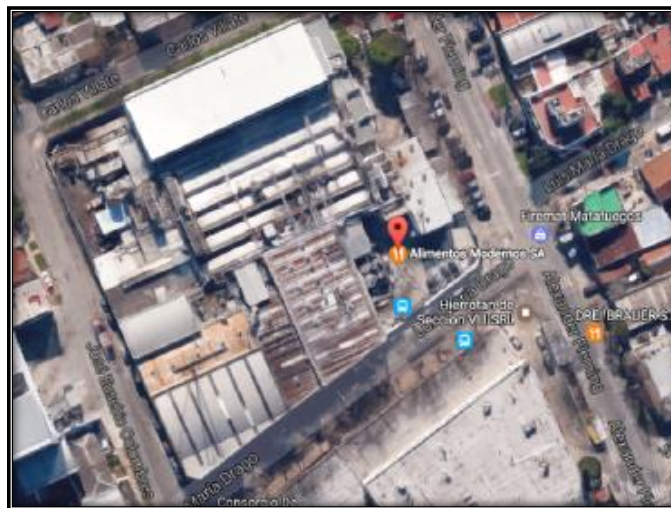


Figura 3.6 – Localización de la Planta Alimentos Modernos S.A. (Farm Frites), Munro, prov. Buenos Aires.

Fuente: Google Earth

#### **4.3.2-1 Comparación entre las alternativas de localización**

A continuación se analizan dos alternativas de localización dentro de la ciudad de Buenos Aires donde se encuentran las dos plantas procesadoras de papas bastones pre-fritos congelados, a cada uno de los criterios y se los multiplica por la ponderación correspondiente para calcular el puntaje final.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

A continuación en la Tabla 3.2, se presenta el método de los factores ponderados para las alternativas estudiadas.

Tabla 3.2 – Análisis del Método de los factores ponderados de las alternativas para el proyecto.

CRITERIO	BALCARCE		MUNRO	
	Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación
Cercanía al mercado consumidor	8	0,20	8	0,20
Cercanía y disponibilidad de fuentes de materia prima	10	0,45	8	0,45
Disponibilidad de terrenos	10	0,35	2	0,35
Total ponderado		<b>9,6</b>		<b>5,9</b>

Fuente: Propia

Estos puntajes se desprenden de un análisis de la situación de cada alternativa que se explica a continuación.

- En cuanto a la cercanía y disponibilidad de las fuentes de materia prima, si bien las dos alternativas disponen de materia prima disponible Mc Cain procesa anualmente una cantidad mayor asegurando la provisión de la misma, los puntajes se asignaron de acuerdo a la cantidad procesada de papas.
- El mercado consumidor está constituido por Brasil y Chile, por lo tanto, ambas alternativas presentan la misma ventaja en cuanto a cercanías a puertos y rutas nacionales, por tal motivo la puntuación es la misma.
- Respecto a la disponibilidad de terrenos, cuenta con capacidad necesaria para albergar una planta pequeña con posibilidades de crecimiento, Munro por su lado presenta desventajas debido a que la planta procesadora Farm Fries se encuentra ubicada en el medio de la ciudad sin contar con espacio suficiente para su propia ampliación haciendo imposible la incorporación de otra industria.

La alternativa de ubicación Balcarce, como se puede apreciar es la más indicada para la ubicación de la planta con un puntaje casi ideal.

#### 4.3.3 Microlocalización

El estudio del micro localización sólo indicará cuál es la mejor alternativa de instalación dentro de la región elegida. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el estudio de la micro localización no corregirá los errores en que se pudo haber incurrido durante la selección de la macro localización.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

El partido de Balcarce, como puede apreciarse en la Tabla 3.2, es el más indicado para la instalación de la planta con un puntaje superior que Munro.

En la Figura 3.7 puede apreciarse la imagen satelital donde se emplazará la Planta de Producción. La localización estará en el predio de la Firma Multinacional MC CAIN.

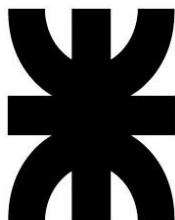


Figura 3.7 – Imagen satelital de Microlocalización del Proyecto, Predio firma MC CAIN en Balcarce, Prov. Buenos Aires, Argentina.

Fuente: Google Earth



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA**

**Año 2018**

**Proyecto Final: Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

***CAPÍTULO 4:***

***Capacidad Productiva***

**COCHI, Florencia**

**MOITRE, Malena**

**MUZZIO, Mariana Elizabeth**



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 5. Capacidad Productiva de Planta

#### 5.1 Introducción

La Maltodextrina queda definida como un producto potencialmente de exportación, siendo Chile y Brasil los dos mercados a dirigirla.

Del estudio de mercado realizado previamente, se obtiene entonces la información necesaria con la que se estima la demanda acumulada futura del producto en cuestión, la cual se toma como referencia para la determinación del tamaño del proyecto, definida como función de la capacidad.

Se tienen en cuenta también factores tales como la disponibilidad de insumos, la tecnología del proceso productivo, la localización y el financiamiento del proyecto entre otros, que condicionan de manera directa el tamaño de la planta.

#### 5.2 Determinación de tamaño óptimo

La capacidad productiva de una planta, puede definirse de distintas maneras, a saber: capacidad teórica, máxima y normal.

En la definición del tamaño óptimo se utiliza el concepto de capacidad normal, que se logra en las condiciones normales de trabajo teniendo en cuenta no sólo el equipo instalado y las características técnicas de la planta, sino también el sistema de gestión aplicado. De esta manera, se evita caer en el dimensionamiento erróneo en el que la capacidad es aquel volumen de producción que permite operar al mínimo costo unitario (teórica) o en el que la capacidad se puede lograr sometiendo a los equipos a su pleno uso, independientemente de los costos de producción que genere (máxima).

##### 5.2.1 Estimación de la capacidad óptima

Como se analizó en el Capítulo 2 “Estudio de Mercado”, la Figura 2.14, señala que el consumo de Maltodextrina en los próximos años crecerá más rápido que la producción, dejando una demanda insatisfecha en Chile y Brasil. Este hecho se refleja también en la Tabla 2.10, que a continuación se cita nuevamente.

Tabla 4.1 – Demanda Dextrina y Maltodextrina en Chile y Brasil

Período	Demanda (t)dextrinas	Demanda(t) maltodextrinas
2016	61887,5	11449,2
2017	63400,0	11729,0
2018	64912,5	12008,8
2019	66425,0	12288,6
2020	67937,5	12568,4
2021	69450,0	12848,3
2022	70962,5	13128,1



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

2023	72475,0	13407,9
2024	73987,5	13687,7
2025	75500,0	13967,5

Fuente: Propia

La proyección de la demanda acumulada permite calcular el volumen de crecimiento del mercado para tenerlo en cuenta en la estimación de la capacidad del proyecto que se realiza a continuación.

En los mercados cuyo consumo de producto presenta una tendencia creciente, como en el caso de este proyecto, se comienza por estimar el **período óptimo “n”**, al que corresponde el tamaño óptimo del proyecto (Sapag Chain, 1991). Para esto se emplea la ecuación que se presenta a continuación:

$$\frac{1}{R^n} = 1 - 2 \left( \frac{1 - \alpha}{\alpha} \right) \left( \frac{R - 1}{R + 1} \right)^{N-n} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

Donde, la variable R, se define como el desarrollo porcentual de la demanda que está en función de la tasa de crecimiento estimada del mercado, r, y se puede expresar como

$$R = r + 1$$

La variable  $\alpha$  o exponente del factor de escala, es un factor es sumamente difícil de conocer, por ello las Naciones Unidas efectuando diversos análisis llegaron a obtener una lista de factores calculados para las industrias químicas, petroquímicas, alimenticias y automovilísticas que fue publicada en el Boletín No. 20 “Industrialización y productividad”.

Por último, la variable N, es definida como la vida útil de los equipos que se estima en diez años por convención, que por otra parte coincide con los años que se supone como duración del presente proyecto.

Para estimar el valor de r, se emplearon los datos de la Tabla 4.1. Se calcula la demanda anual de este producto y la tasa de crecimiento anual promedio que resultó 0,024. Por lo tanto, “R” toma un valor igual a 1,024.

El exponente del factor de escala,  $\alpha$ , tiene un valor de 0,65 de acuerdo a la lista publicada por las Naciones Unidas en el Boletín No. 20 “Industrialización y productividad”.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

A partir de los valores obtenidos anteriormente y mediante el uso de la Ec. 4.1, el valor del **período óptimo “n”** se estima en 9.76.

Una vez calculado “n”, se lo incorpora en la siguiente ecuación con la cual se determina el tamaño óptimo del proyecto (Sapag Chain, 1991).

$$D_n = D_0 (1 + r)^n$$

(Ec. 4.2)

En la cual:

$D_n$ : tamaño óptimo

$D_0$ : magnitud de la demanda actual que satisface el proyecto.

Siendo  $D_0$ , 9739 toneladas/ año el valor de la demanda total actual de Maltodextrina en los países Chile – Brasil.

Mediante la expresión anterior, puede decirse que el tamaño óptimo en función de las expectativas de crecimiento del mercado debe programarse para satisfacer una demanda de 12.200 t/año de Maltodextrina. *Se adopta entonces una capacidad para la planta de 12.275 toneladas anuales.*

#### 5.2.2 Capacidad optima y materia prima disponible

La disponibilidad de materia prima tanto en cantidad como en calidad es un aspecto fundamental que, como se mencionó anteriormente, afecta de manera significativa el tamaño del proyecto; por esta razón es necesaria su evaluación como se describe a continuación.

La planta se encontrara localizada en el predio de la Firma Multinacional MC CAIN, en el partido de Balcarce (Ver Capítulo 3); La misma es una Planta Procesadora de Bastones Pre-fritos congelados que procesa 170.000 t/año de productos terminados, en cuyo proceso de producción, existe una etapa llamada blanqueo, que es el proceso de extracción del almidón y otros azucares naturales antes de la etapa de pre-fritura de los bastones que genera un volumen de desecho (solución de almidón al 12%) de 340.000 t/año, lo equivalente a 40.800 t/año de almidón seco.

En el caso del presente proyecto, para producir 12.275 t/año de Maltodextrina, se requieren 13.639 t/año de almidón seco, lo que equivale a 113.657 t/año de solución de almidón al 12%.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

*Se puede decir entonces que la disponibilidad de materia prima no es un factor limitante para determinar la capacidad productiva de la planta.*

### **5.2.3 Capacidad óptima y equipamiento de planta**

En este apartado se evalúa otro aspecto fundamental para la definición de la capacidad productiva de la planta, la dimensión del equipamiento necesario, ya que generalmente tienden a restringir el tamaño del proyecto definiendo un límite superior de producción.

Las empresas, que producen Maltodextrina en Argentina tales como Productos de Maíz S.A (Chacabuco y Baradero) y Glucovil (LEDESMA y Cargill) que emplean el mismo proceso productivo seleccionado (Ver capítulo 5), tienen una capacidad productiva anual que fluctúa entre los 200.750 t/año a 365.000 t/año. Estos valores de capacidad superan ampliamente la definida para este proyecto (12.275 t/año).

*Se concluye entonces que la dimensión de los equipos no es un factor limitante para el tamaño del proyecto.*

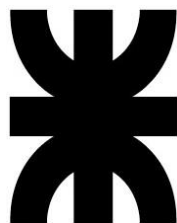
### **5.3 Conclusión**

A partir del análisis realizado a los distintos factores que pueden afectar de manera significativa la definición de la capacidad productiva, se puede concluir que tanto la disponibilidad de materia prima como el tamaño de los equipos a utilizar no son un impedimento para la proyección de una planta procesadora de Maltodextrina de 12.275 toneladas anuales.

### **5.4 Bibliografía**

Sapag Chain, N., 1991. *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Segunda ed. México DF: Mc Graw Hill.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA**

**Año 2018**

**Proyecto Final: Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

***CAPÍTULO 5:***

***Selección de Proceso***

**COCHI, Florencia**

**MOITRE, Malena**

**MUZZIO, Mariana Elizabeth**



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 6. Descripción y Selección del Proceso

#### 6.1 Introducción

En este capítulo se presenta un estudio, que incluye las distintas alternativas posibles para el proceso de producción de Maltodextrina, a partir de una solución de almidón obtenida del efluente de una planta procesadora de papas. A dicha solución se aplica un proceso de hidrólisis parcial de las moléculas de amilosa y amilopectina; por lo tanto, el objetivo, es seleccionar el proceso más conveniente para ser utilizado en este proyecto.

A continuación se describen las etapas principales del proceso y se selecciona la opción más conveniente para cada una.

##### 6.1.1 Etapa de Acondicionamiento y Concentración de la materia prima

En esta etapa se realiza una primera filtración empleando un filtro rotativo debido a que el efluente proveniente de la fábrica de papas contiene restos de sólidos que pueden ser arrastrados y su presencia puede ocasionar en la segunda filtración, mediante un filtro de membrana, la obstrucción de los poros de la misma disminuyendo así su rendimiento.

##### 6.1.2 Etapa de Conversión del Almidón

Esta etapa es sin dudas la etapa fundamental del proceso, ya que de ella depende la distribución de azúcares que serán materia prima para la producción de la maltodextrina.

En esta etapa se efectúa la hidrólisis parcial del almidón para obtener el producto que luego será acondicionado. Existen tres métodos industriales para realizar el proceso de hidrólisis del almidón a nivel industrial, variando en cada uno la calidad del producto a obtener.

##### 6.1.2-1 Principales alternativas de obtención de maltodextrina

A continuación, se describen de forma general los principales métodos y se escogerá uno de ellos. Las maltodextrinas se obtienen por medio de los siguientes procedimientos:

- Vía seca: El almidón se acidifica con HCl (1,8ml por cada kg de almidón) y se lo deja reposar a temperatura ambiente durante 4 a 6h, también cumple la función de catalizador en la etapa de dextrinización. Luego pasa a un sedimentador durante 24h obteniéndose el almidón acidificado y una disolución de agua proteica la cual se neutraliza en una etapa posterior con CaCO<sub>3</sub> (3gr cada



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Litro de disolución) donde su pH cambia de 3 a 7-8 a temperatura ambiente en un tanque de mezcla perfecta durante 30min. La dextrinización se realiza en un extrusor a 90°C durante 6-8h y una elevada compresión. Luego se dirige a un secadero de lecho fluidizado para reducir la humedad de un 20% a un 1% con aire recirculante 120-150°C y por último se muele en un molino para llevar el producto a polvo con un radio de partícula de 50µm.

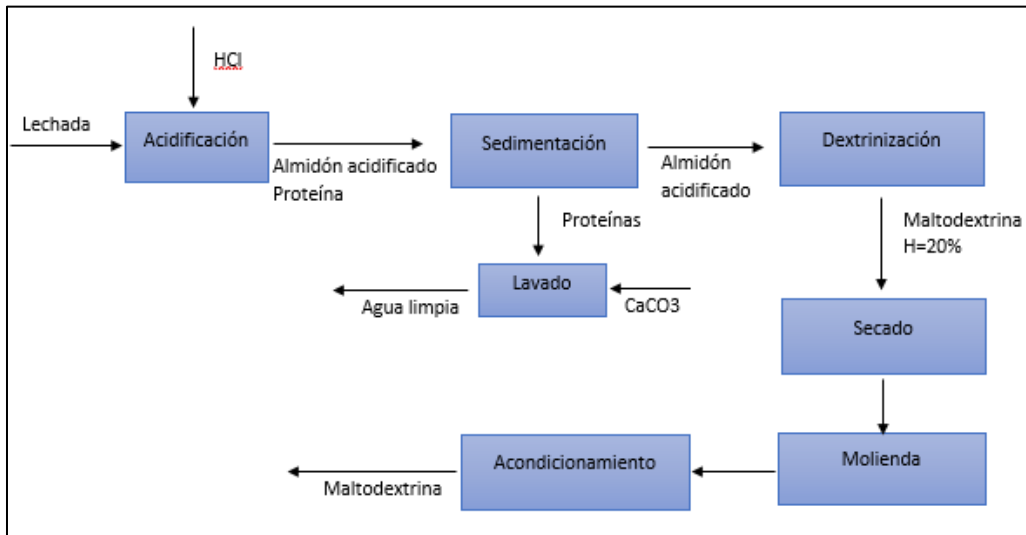


Figura 5.1 –Proceso de obtención por Vía Seca

Fuente: Propia

- **Tratamiento con ácido:** Antes de iniciar con la hidrólisis propiamente dicha, a la solución de almidón inicial (lechada de almidón), se le ajusta el pH mediante una Etapa de Acidificación con ácido clorhídrico al 35%.

Del tanque de acidificación la lechada debe pasar a una Etapa de Homogeneización, desde donde luego se alimenta a un Convertidor o Hidrolizador para la Etapa de Hidrólisis. El Convertidor consiste en un intercambiador de calor para llevar la temperatura a 100-115°C donde la lechada de almidón se gelatiniza, para pasar luego a través de una cañería aislada (*Holder*), cuya finalidad es darle cierto tiempo de retención para que se complete la reacción de hidrólisis la cual llega a un máximo de 15DE, hasta lograr la licuefacción de la solución. El licor obtenido en la conversión pasa a una Etapa de Neutralización, que mediante el agregado de carbonato de sodio se neutraliza el ácido a un pH entre 6 y 7 para detener la reacción. Una vez neutralizado, el licor se enfría y se lleva a la Etapa de Separación, que se realiza por medio de una centrifuga desbarradora. En este punto, la maltodextrina se encuentra en condiciones de pasar a la etapa de acondicionamiento del producto.





### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

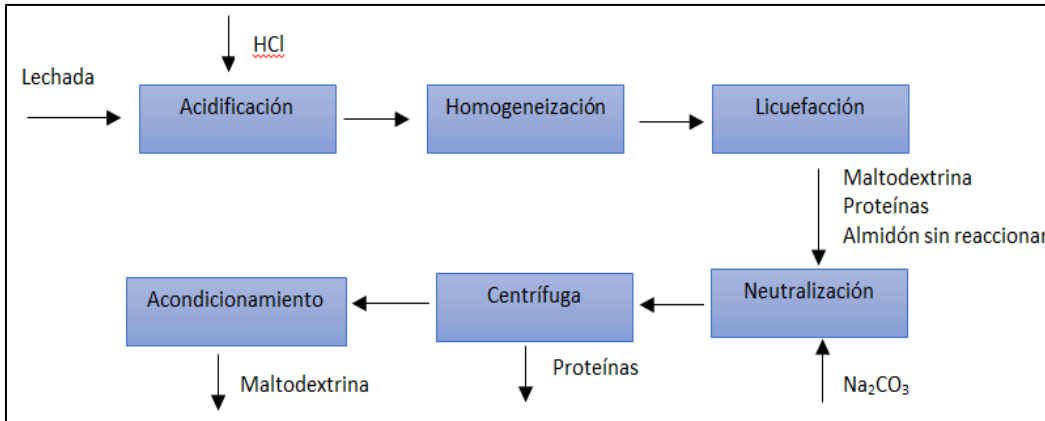


Figura 5.2 –Proceso de obtención por tratamiento con ácido.

Fuente: Propia

- **Tratamiento con enzimas:** A la materia prima inicial (lecha de almidón) se la bombea a la primer etapa de ajuste, donde mediante ácido sulfúrico diluido se regula el pH entre 6,2 a 6,4 y luego de que el pH es el óptimo se hace el agregado de la Enzima  $\alpha$ -Amilasa. La lechada acidificada, se lleva a un reactor que mediante una camisa de calefacción eleva la temperatura a 95°C durante un máximo de 30 min, logrando un ED de entre 5 y 20. Terminada ésta, los productos resultantes de la hidrólisis enzimática se enfrían para pasar entonces a la etapa de separación, realizada con una centrifuga desborradora (Hidrociclón). Al licor libre de borra, se le ajusta la temperatura entre 50 y 75°C y el pH a 4,5-5,5. La maltodextrina obtenida, se encuentra lista para pasar a la etapa de acondicionamiento de la misma.

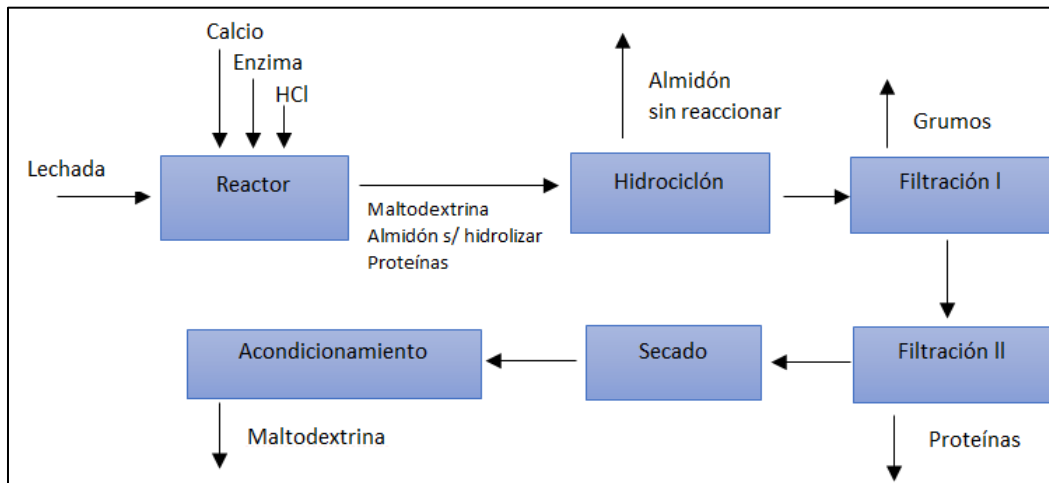


Figura 5.3 –Proceso de obtención mediante tratamiento con enzimas.

Fuente: Propia



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

También existen las alternativas como el equipo *Blattman* y de lecho fluidizado, las cuales no van a ser tenidos en cuenta debido a su gran costo energético y las limitaciones del control de sus variables.

### **6.1.3 Etapa de Acondicionamiento de la Solución de Maltodextrina**

Básicamente, esta etapa consiste en la eliminación de todas las impurezas que puedan afectar a la calidad del producto final. En ella, existen varias operaciones que se pueden agregar, eliminar o seleccionar entre ciertas alternativas, para cumplir un mismo objetivo. Donde la calidad del producto final depende de la combinación de operaciones que se realice.

El método más antiguo utilizado para este fin, consiste en realizarle a la solución un proceso de filtración mediante tierra de diatomeas y luego una decoloración utilizando carbón activado. Este método si bien cumple con el objetivo de mejorar la apariencia de la maltodextrina, elimina parcialmente las sustancias de origen proteico que le confieren un color pardo oscuro.

Lográndose así, un producto prácticamente blanco y de elevada calidad como ingrediente.

Todas las operaciones mencionadas, son utilizadas en la producción industrial de maltodextrina de elevada calidad.

### **6.1.4 Etapa de Obtención del Producto Final**

Las operaciones a utilizar en esta última etapa, están condicionadas al producto que se desee obtener. El cual, condiciona a su vez, el método de hidrólisis de almidón a aplicar.

- Obtención de Maltodextrina

La solución pura de maltodextrina procedente de la etapa de acondicionamiento, es sometida a un ajuste de pH de entre 4,5 y 5,5, y a un proceso de evaporación y secado que logran un producto final con una humedad relativa del 1%.

De esta manera se concluye el procesamiento, y se obtiene la maltodextrina en condiciones para su comercialización.



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 6.1.5 Selección del Proceso

Entre las distintas alternativas posibles para la producción industrial de maltodextrinas se va a escoger el método de producción por vía enzimática. El principal motivo de escoger dicho proceso es por su implantación en las industrias ya que la gran mayoría de maltodextrinas que se fabrican hoy en día, provienen del uso enzimático debido a que el tiempo de operación es más corto, la baja inversión de los equipos, la sencillez del proceso y el alto rendimiento.

### 6.2 Producción industrial de maltodextrina por vía enzimática

Este proceso consiste en la transformación del almidón de papa en maltodextrina por medio de una hidrólisis enzimática.

#### 6.2.1 Diagrama de bloques del proceso seleccionado

En la Figura 5.4 se representa en diagrama de bloques de la producción de maltodextrina por vía enzimática con el fin de facilitar la descripción del proceso.

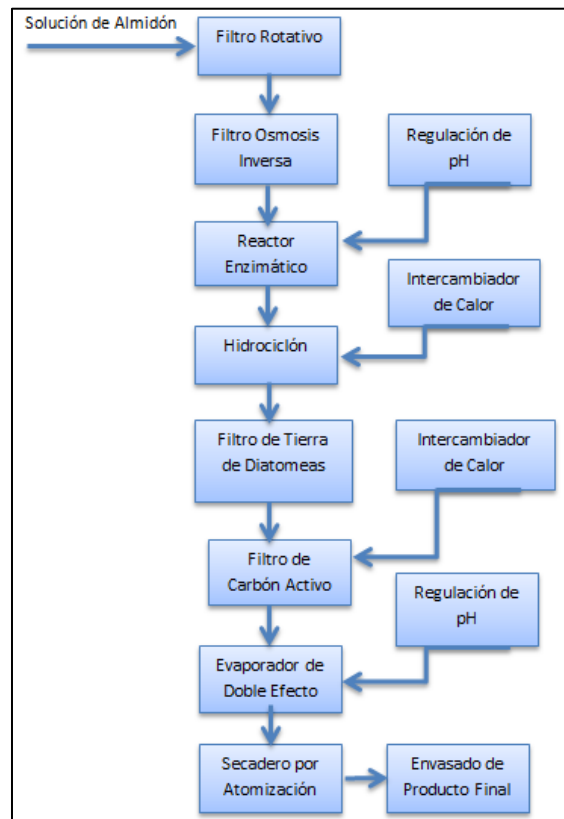


Figura 5.4 –Proceso de obtención mediante tratamiento con enzimas.

Fuente: Propia



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### a. Filtración I

En esta etapa se pretende separar los sólidos suspendidos que ingresan con la solución de almidón al proceso, estos tienen un tamaño de malla de entre 5 y 2 aproximadamente.

La operación se realiza mediante el uso de un filtro rotativo de revolución.

### b. Concentración Inicial

En este punto la solución de almidón filtrada, pasa por un equipo de Osmosis Inversa (Figura 5.5) para concentrarla desde 12% hasta un 31,25% p/p de almidón, esto es posible aplicando presiones que varían desde los 30-37,5 bar a 60°C (R. Castellanos, S. Rodríguez, 2011). Logrando separar aproximadamente 2/3 del volumen, más específicamente un 61,56 % del volumen total.

El equipo utiliza membranas en forma de espiral, que a causa de su diseño compacto y su magnitud de área de membrana por elemento, se utilizan típicamente para aplicaciones de alto flujo con cantidades mínimas de sólidos en suspensión. Su ventaja reside en su bajo material y costo operativo.

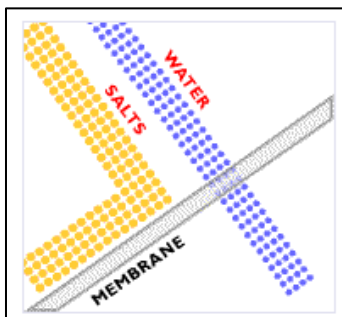


Figura 5.5 – Filtración por osmosis inversa.  
Fuente: R. Castellanos 2011.

### c. Regulación del pH

La lechada de almidón, proveniente de la etapa de concentración inicial de materia prima, es recibida en un tanque con agitación donde se agrega ácido sulfúrico al 40 % p/p ( $1,66 \times 10^{-3}$  Kg Ácido sulfúrico 40% / Kg Materia Prima) hasta llevar el pH a niveles de 6,2-6,4, rango óptimo de actividad de la enzima  $\alpha$ -amilasa (BAN 120L DE NOVOZYMES®).

### d. Licuefacción

La etapa de licuefacción involucra la hidrólisis parcial del almidón, con la consecuente pérdida de viscosidad. Este equipo consiste básicamente en un tanque de acero inoxidable con un agitador de



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

paletas inclinadas con el fin de favorecer la agitación y conseguir una homogeneización de la mezcla, donde se lleva a cabo la reacción (Figura 5.6) para transformar el almidón en maltodextrina. El almidón gelatinizado es literalmente licuado por hidrólisis, mediante enzimas, que producen la destrucción de las cadenas poliméricas del almidón (amilosa y amilopectina) dando lugar a cadenas de menor tamaño.

Se carga la lechada de almidón acidificada proveniente del equipo anterior, enzima, solución de cloruro de calcio y ácido sulfúrico al reactor. El proceso comienza precalentando agua a 55 °C. Luego se eleva la temperatura hasta 95 °C de manera gradual, con una rampa de calentamiento (entre 1 y 6°C/min) y se deja reaccionar de 5 a 60 minutos, obteniéndose maltodextrina, cuyo grado equivalente de dextrosa (ED) se encuentra entre 5 y 20, dependiendo del tiempo de reacción mencionado.

La enzima de licuefacción es  $\alpha$ -amilasa (BAN 120L DE NOVOZYMES®), y es empleada a una concentración 1,25 kg de Enzima/ tonelada de almidón en base seca.

La hidrólisis parcial del almidón, denominada licuefacción, es la ruptura de los enlaces a 1 -4 glucosídicos de las cadenas poliméricas de almidón, con la enzima  $\alpha$ -amilasa y en presencia de agua, hasta alcanzar equivalentes de dextrosa (ED) inferiores a 20. La hidrólisis parcial del almidón da como resultado la maltodextrina la cual se compone de una mezcla de sacáridos, polisacáridos y oligosacáridos con amplias distribuciones de pesos moleculares. La composición de los jarabes de maltodextrina se asocia comúnmente al ED, de tal forma que un ED inferior a 20 se denomina dextrina y un ED superior a 20, y menor de 100, se denomina glucosa.

La enzima es desactivada totalmente a pH inferior a 3 durante 40 minutos a 95°C, garantizando que no haya más hidrólisis del almidón y, por tanto, las propiedades físico químicas del producto son constantes en el tiempo. Patente 2012 (Proceso con adición dosificada de materia prima y enzima para la producción de maltodextrinas y jarabes de glucosa altamente concentrados a partir de almidones WO 2012093355 A1).

Además, se agrega el  $\text{CaCl}_2$  en forma de solución al 1 M (contiene 0,004 kg de  $\text{Ca}^{++}$ /litro de solución), que funciona como cofactor de la enzima. Se utilizan cantidades controladas para que se llegue a una concentración de 150 ppm de  $\text{Ca}^{++}$ . Según Allen y Spradlin (1979).

Para alcanzar el pH=3 de inactivación de enzima es necesario agregar el ácido sulfúrico en una concentración de 40% p/p.

La reacción se lleva a cabo a presión atmosférica y se consigue una conversión del almidón en maltodextrina alrededor del 90% a través de la siguiente reacción:



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

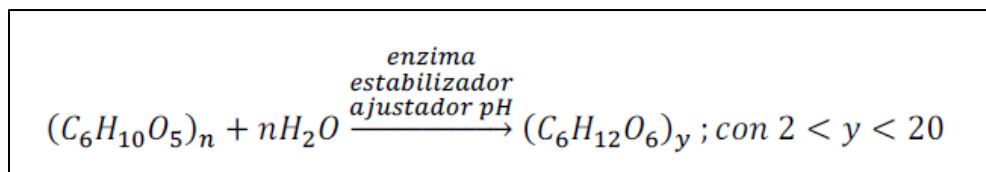


Figura 5.6 – Hidrólisis enzimática del almidón.  
Fuente: Novo Nordisk 1997.

Según “Novo Nordisk. Product Sheet Termamyl 120 L, Fungamyl, AMG. Enzyme Business, Bagsvaerd. Denmark. 1997,” este tipo de hidrólisis enzimática sigue cinética de reacción de primer orden de Michaelis-Menten tal y como se muestra en la Figura 5.7:

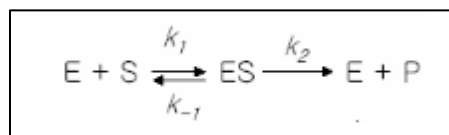


Figura 5.7 – Hidrólisis enzimática del almidón.  
Fuente: Novo Nordisk 1997.

En la Figura 5.8 se muestra el cambio en la estructura de la materia prima hasta obtener la maltodextrina.

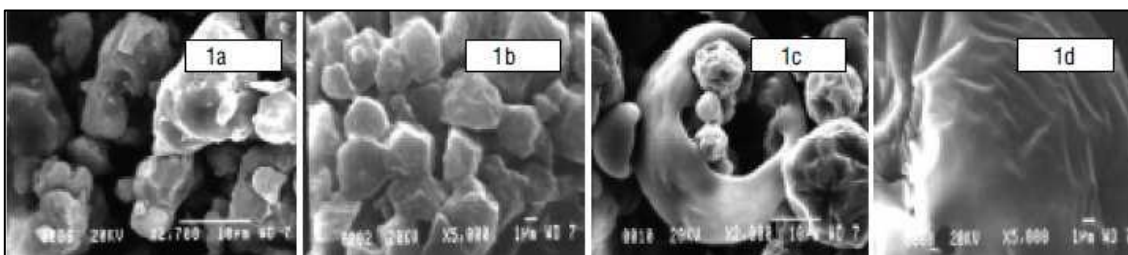


Figura 5.8 – Microfotografías de la transformación de almidón (1a; 1b) en maltodextrina (1c; 1d con un aumento mayor, muestra la erosión causada por la enzima).  
Fuente: Novo Nordisk 1997.

Es importante conocer el tipo de cinética para poder calcular después los parámetros del reactor. Se obtiene una maltodextrina con un DE aproximado del 17%, es aproximado porque cualquier variación de pH, temperatura o tiempo de reacción influyen sobre este índice.

#### e. Enfriamiento

El licor obtenido en la etapa de licuefacción formada por la maltodextrina, restos de almidón sin hidrolizar y proteínas, es sometido a un enfriamiento, que se realiza generalmente en un intercambiador de calor, hasta alcanzar temperaturas de 60-62°C. La finalidad de esta operación



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

es llevar la temperatura a niveles óptimos, para poder realizar la operación de centrifugado ya que el almidón es insoluble en agua fría.

### **f. Centrifugación**

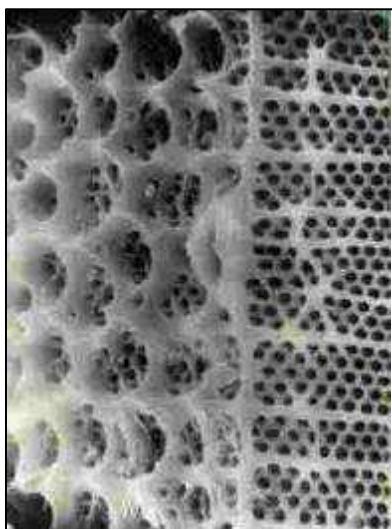
En esta etapa se separa la borra presente en el licor enfriado. La cual está compuesta por las impurezas de origen proteico de mayor peso molecular, presentes en la solución de almidón que ingresa al proceso, y por restos de almidón sin hidrolizar; también puede ser eliminado cierto porcentaje de la enzima agregada.

La borra es eliminada como efluente y es llevada a la planta de tratamientos en la Nave Industrial de Mc Cain. El efluente presenta valores de 1.500 DBO y 2.200 DQO (Mc Cain Foods, 2008).

El equipo que se utiliza es un hidrociclón, en esta etapa se obtiene una corriente formada por el almidón sin hidrolizar (aproximadamente el 10% del almidón que entra en la etapa de reacción). La otra corriente contiene la maltodextrina junto con las proteínas se lleva a la siguiente etapa para continuar con la separación.

### **g. Filtración II**

El resto de la mezcla se hace pasar primero por un filtro de diatomeas (Figura 5.9) para retener los grumos que puede llevar la mezcla. Este filtro está formado por lo que se conoce como tierra de diatomeas, con un tamaño de paso de 5 $\mu$ m, que son rocas formadas por la sedimentación de microfósiles y algas marinas cuya granulometría es ideal para la filtración de mezclas acuosas. El filtro deja pasar la disolución y retiene la enzima que se utilizó en la etapa de reacción así como el estabilizador además de parte del agua.





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Figura 5.9 – Filtro de diatomeas. Vista microscópica.

Fuente: Novo Nordisk 1997.

Con esta etapa se consigue eliminar los posibles grumos e impurezas que pueda llevar la maltodextrina. Se obtiene pues una corriente formada por una disolución de maltodextrina junto con proteínas que se llevan a la siguiente etapa de purificación.

### h. Enfriamiento y Filtración III

La disolución que llega a esta etapa se hace pasar por otro filtro, esta vez de carbón activo (Figura 5.10) con el fin de retener la proteína residual que le confiere a la maltodextrina una coloración crema indeseable. Este filtro se conforma de carbón activo, un adsorbente carbonáceo altamente cristalino y con una estructura interna formada por poros cuyo radio no supera el nanómetro de longitud de  $5\mu\text{m}$  de paso.



Figura 5.10 – Filtro de carbón activo.

Fuente: Novo Nordisk 1997.

Se consigue así retener la proteína y obtener la disolución que contiene la maltodextrina que se lleva a la siguiente etapa con el fin de obtener el producto final.

Es importante la temperatura a la que entre la disolución a esta etapa ya que este tipo de filtros no pueden operar a altas temperaturas. Es por ello que la corriente se enfría a una temperatura de unos  $35^{\circ}\text{C}$  aproximadamente por medio de un intercambiador de calor.

### i. Regulación del pH

El pH final de la maltodextrina, se lleva generalmente a valores de entre 4.5 y 5.5, utilizando la relación  $6,49 \times 10^{-4}$  kg de Hidróxido de Sodio de grado alimenticio (40% p/p) / kg de solución pura de maltodextrina, este ajuste de pH se debe realizar, para cumplir con las especificaciones del producto.





## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### j. Evaporación

El evaporador de doble efecto utilizado en esta etapa tiene como objetivo concentrar la solución desde un contenido de maltodextrina del 32% al 43% p/p.

Cabe destacar que una concentración mayor no sería posible por efecto de cristalización.

Esta etapa favorece el rendimiento del secado por atomización ya que se logra separar aproximadamente un 36,5 % del volumen total de agua contenida en la solución.

### k. Secado por Atomización

Finalmente, la corriente se seca en un secadero por atomización (Figura 5.11) para obtener el producto en forma de polvo. Este equipo consiste en una cámara donde se seca la disolución y se obtiene el producto final en forma de polvo. Para ello el proceso de secado consta de dos etapas: la primera etapa tiene lugar en la cámara de secado, en la que se pulveriza la solución entrante y circula aire en contracorriente para secar las gotas y la segunda etapa que se realiza en un ciclón, para separar las partículas secas del aire o gases (en este caso del vapor de agua).

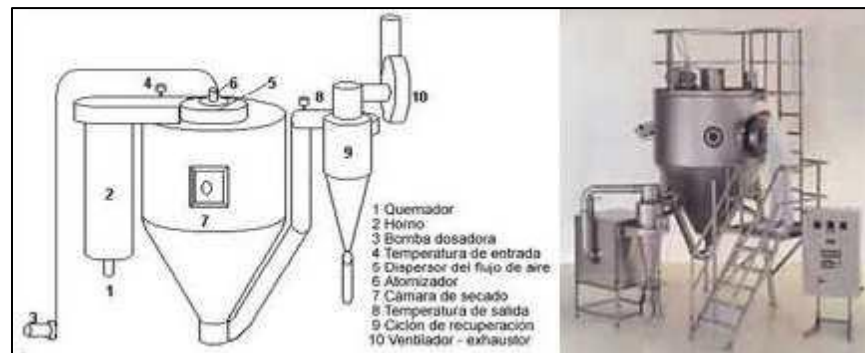


Figura 5.11 – Secadero por atomización.

Fuente: Novo Nordisk 1997.

El secadero emplea aire a 450°C para secar la disolución. Se utiliza a esta temperatura porque de esta manera el tiempo de residencia de las gotas en el interior de la cámara de secado es corto.

El ciclón utiliza aire caliente a una temperatura de entre 100-150°C para producir el secado rápido de las gotas de disolución que contienen la maltodextrina. Este aire abandona la etapa de secado a una temperatura entre 50-75°C consiguiendo un producto final con una humedad inferior al 1%. El cual se traslada por medio de una transporte por cangilón y tornillos sinfín para ser almacenado en los silos.

### l. Almacenamiento



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Los productos obtenidos son almacenados en silos a temperaturas menores a los 25°C con una humedad máxima de 6%, pH de 4,5 a 5,5 para mantener su homogeneidad.

La conservación o vida útil de estos productos es de un mínimo de doce meses.

Envasado en bolsas de polietileno recubierto por saco de papel Krafft de 3 a 5 capas de 25kg.

#### **6.3 Conclusión del proceso seleccionado**

Obtener maltodextrina a partir de almidón de papa por vía enzimática, se presenta como un proceso formado principalmente por dos etapas: una primera etapa que consiste en acondicionar la materia prima la cual es desecho de la planta procesadora de papas y una segunda etapa que incluye el proceso de reacción enzimática donde tienen lugar la hidrólisis y dextrinización del almidón conjuntamente para obtener el producto deseado.

Las materias primas necesarias para la obtención de maltodextrina por esta vía son: almidón, agua, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, enzima y calcio.

Este proceso en sí no tiene ninguna etapa de dificultad, ya que la parte principal se lleva a cabo en un reactor donde la reacción es sencilla y fácil de controlar. Se trata pues de un proceso sencillo, que no requiere de un gran número de equipos y muchas de las etapas son simples.

Con este método se obtiene un producto final en forma de polvo, con una DE de aproximadamente el 17%, fácil de comercializar y con un tiempo de proceso en general más corto que las otras alternativas.

#### **6.4 Bibliografía**

VELAZCO Daniel Ricardo MOLINA, QUINTERO Erick Iván GONZALES, MORALES Blanca Cecilia MARTINEZ (2012) Proceso con adición dosificada de materia prima y enzima para la producción de maltodextrinas y jarabes de glucosa altamente concentrados a partir de almidones WO 2012093355 A1

Hernández Gilberto Collazos (2002) Proceso para obtener maltodextrina, glucosa, maltosa y dextrosa a partir del almidón de yuca WO 2004007739 A1

McCain Foods, 2008. Proyecto de Planta McCain Freire, declaración de impacto ambiental. Abril 2008. Inversiones IAL Ambiental Ltda.

M. Pardo, P. Rivera, O. Castellano, G. González, 2004. Estudio cinético de la hidrólisis enzimática de almidón de papa.



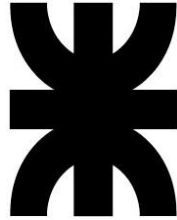
*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Javier Mondaray Laguna, 2013, Maltodextrina a partir de arroz.

Ficha técnica maltodextrina eurofarma.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA**

**Año 2018**

**Proyecto Final: Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

***CAPÍTULO 6:***

***Balance de Materia y Energía***

**COCHI, Florencia**

**MOITRE, Malena**

**MUZZIO, Mariana Elizabeth**



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 7. Balances de Materia y Energía

#### 7.1 Introducción

En este capítulo se realiza el balance de materia de todas las corrientes del proceso, así como también de energía puesta en juego en la obtención de Maltodextrina a partir de la solución de almidón fresco.

La planta se proyecta para la obtención de 12.275 toneladas anuales de Maltodextrina, para lo cual se requieren 101.852 toneladas de solución de almidón proveniente de la industria papera. La planta se proyecta funcionar 350 días al año (8.400 horas), destinándose 15 días, al mantenimiento de los equipos e instalaciones. El ciclo semanal es de 7 días las 24 horas. Lo anterior equivale a tratar 12.125 kg/h de materia prima y obtener 1461,36 kg/h de Maltodextrina.

El objetivo de este balance es obtener los caudales máxicos de todas las corrientes del proceso con el fin de sentar las bases necesarias para la realización del diseño y adopción de equipos, los requerimientos energéticos, necesidades de servicios auxiliares y contar con la información para realizar el análisis económico financiero. Los caudales se calculan en base a la capacidad máxima productiva de la planta.

#### 7.2 Balance de Materia y Energía

La materia prima que ingresa en este proceso, está constituida principalmente por almidón de papa y agua; La misma proviene del desecho de otra planta procesadora que dispone de un volumen máximo de 54.000 kg/h, de los cuales se toman aproximadamente 12.125 kg/h (22% de la corriente total) para procesar.

##### 7.2.1 Etapa I: Filtración de la Corriente de Ingreso

La corriente total que ingresa a la planta procesadora de maltodextrina es de 12.125 kg/h y la misma está compuesta por una solución acuosa que contiene al almidón de papa y por restos sólidos que pretenden ser separados en esta etapa.

La Tabla 6.1 describe la composición de la materia prima que ingresa al proceso:

Tabla 6.1 – Descripción de la materia prima ingresante al proceso

Componente	Valor
Almidón	12 %
Agua	87,63%
Impurezas	0,24%
Sólidos	0,13%

Fuente: M. Pardo, P. Rivera, O. Castellano, G. González, 2004

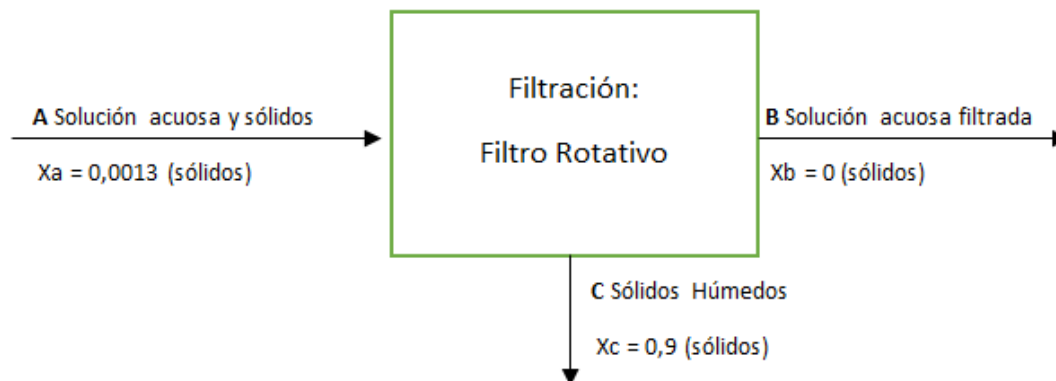
Las impurezas hacen referencia al contenido de Proteínas y Cenizas de la solución.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Para llevar a cabo la separación se dispone de un Filtro Rotativo en el cual, junto con los sólidos, la pérdida de solución acuosa (agua, almidón e impurezas) se estima en un 10%.



<b>Balance de Masa</b>	<b>Global</b>	<b>A = B + C</b>
	<b>Parcial de Sólidos</b>	$A.Xa = B.Xb + C.Xc$
	<b>Parcial de Solución Acuosa</b>	$A.(1 - Xa) = B.(1 - Xb) + C.(1 - Xc)$

Corriente	Masa Total (kg/h)	Componentes	Fracción	Masa Parcial (kg/h)
<b>A</b>	12125	Almidón	0,12	1455,00
		Agua	0,8763	10625,14
		Impurezas	0,0024	29,10
		Sólidos	0,0013	15,76
<b>B</b>	12107,49	Almidón	0,120	1454,79
		Agua	0,877	10623,60
		Impurezas	0,0024	29,10
<b>C</b>	17,51	Almidón	0,12	0,21
		Agua	0,8763	1,53
		Impurezas	0,0024	0,004
		Sólidos	0,9	15,76

#### 7.2.2 Etapa II: Concentración de Solución Acuosa Filtrada

La Tabla 6.2 describe la composición de la solución acuosa filtrada que ingresa a esta etapa:

Tabla 6.2 – Composición de solución acuosa filtrada

Componente	Valor
Almidón	12 %
Impurezas	0,24 %
Agua	87,70 %



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

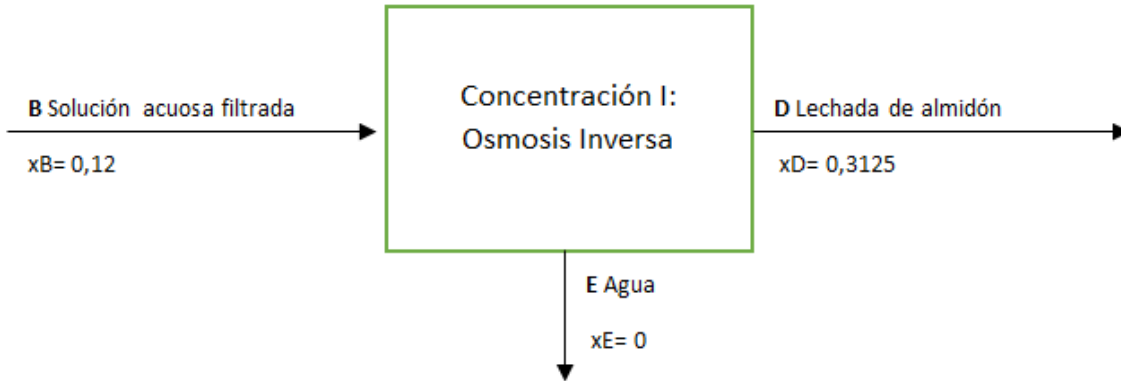
pH	6,2-6,8
Densidad	1,12

Fuente: M. Pardo, P. Rivera, O. Castellano, G. González, 2004

Las impurezas hacen referencia al contenido de Proteínas y Cenizas de la solución.

Para concentrar la solución que contiene al almidón se utiliza un equipo de Osmosis Inversa cuyo objetivo es, mediante la aplicación de presión, permitir solamente el pasaje de moléculas de agua a través de la membrana; Se logra separar de este modo un volumen de agua equivalente al 61,56% del volumen total de solución acuosa que ingresa.

La fracción expresada en cada corriente (x), es función del almidón que la misma contiene.



<b>Balance de Masa</b>	<b>Total</b>	<b>B = D + E</b>
	<b>Parcial de Almidón</b>	$B \cdot x_B = D \cdot x_D + E \cdot x_E$
	<b>Parcial de Agua</b>	$B \cdot (1 - x_B) = D \cdot (1 - x_D) + E \cdot (1 - x_E)$

Corriente	Masa Total (kg/h)	Componentes	Fracción	Masa Parcial (kg/h)
<b>B</b>	12107,49	Almidón	0,12	1454,79
		Agua	0,8770	10623,60
		Impurezas	0,0024	29,10
<b>D</b>	4654,12	Almidón	0,3125	1454,79
		Agua	0,6813	3170,23
		Impurezas	0,0062	29,10
<b>E</b>	7453,37	Almidón	0	0
		Impurezas	0	0
		Agua	1	7453,37



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

A continuación, se muestra en la Tabla 6.3 la composición de la lechada de almidón producto de la concentración:

Tabla 6.3 – Composición de la lechada de almidón.

Componente	Valor
Almidón	31,25 %
Impurezas	0,62 %
Agua	68,13 %
pH	6,4-6,8
Densidad	1,21

Fuente: M. Pardo, P. Rivera, O. Castellano, G. González, 2004

### 7.2.3 Etapa III: Regulación de pH I

El objetivo de esta etapa es llevar el pH de la suspensión a niveles de 6,2-6,4 para que ingrese al reactor y comience la reacción enzimática.

Los cálculos realizados posteriormente estiman la cantidad total de ácido sulfúrico necesaria incluyendo la acidificación inicial y la acidificación final en el reactor para la inactivación de la enzima.

- **Acidificante: Ácido Sulfúrico 40% p/p**

Para llegar a un pH entre 6,2 y 6,4 óptimo de la enzima agregada y luego para alcanzar un pH = 3 de inactivación de enzima, se debe calcular la cantidad de kg de ácido sulfúrico por cada kg de materia prima necesario. Se logra mediante la siguiente ecuación:

$$1,66 \times 10^{-3} \text{ kg Ácido Sulfúrico 40\% p/p / kg Materia Prima}$$

Resultando 7,73 kg/h de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 40% p/p.

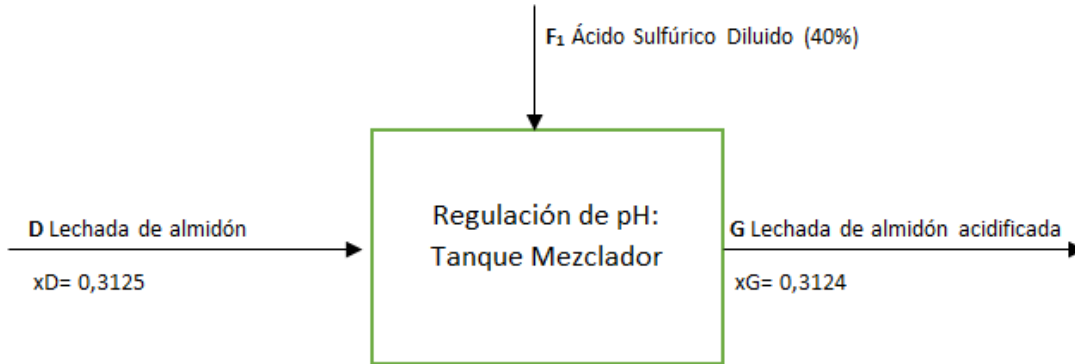
Cabe destacar que el Ácido Sulfúrico se compra preparado en la dilución mencionada a Laboratorios Cicarelli y es de grado alimenticio.





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**



<b>Balance de Masa</b>	<b>Total</b>	<b>D + F = G</b>
	<b>Parcial Almidón</b>	$D \cdot xD + F \cdot xF = G \cdot xG$
	<b>Parcial Solución Acuosa Ácida</b>	$D \cdot (1 - xD) + F \cdot (1 - xF) = G \cdot (1 - xG)$

Corriente	Masa Total (kg/h)	Componentes	Fracción	Masa Parcial (kg/h)
<b>D</b>	4654,12	Almidón	0,3125	1454,79
		Agua	0,6813	3170,23
		Impurezas	0,0062	29,10
<b>F<sub>1</sub></b>	2,32	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1	2,32
<b>G</b>	4656,44	Almidón	0,3124	1454,79
		Agua	0,6808	3170,23
		Impurezas	0,0062	29,10
		Ácido Sulfúrico	0,0005	2,32

A continuación, en la Tabla 6.4, se describe la composición final de la lechada de almidón acidificada.

Tabla 6.4 – Descripción de la Lechada de almidón acidificada.

Componente	Valor
Almidón	31,24 %
Impurezas	0,62 %
Agua	68,08%
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,05%
pH	6,2-6,4
Densidad	1,210

Fuente: Propia



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

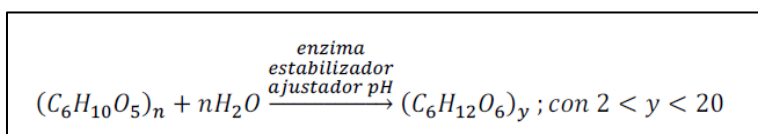
## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 7.2.4 Etapa IV: Acondicionamiento Térmico - Gelatinización y Licuefacción

La enzima de licuefacción es  $\alpha$ -amilasa (BAN 120L DE NOVOZYMES®) y se emplea en una concentración 1,25 kg de Enzima/ tonelada de almidón en base seca.

El cofactor de esta enzima es el  $\text{CaCl}_2$  que se agrega en forma de solución al 0,1 M. Se utilizan cantidades controladas para que se llegue a una concentración de 150 ppm de  $\text{Ca}^{++}$ . Según Allen y Spradlin (1979).

Mediante la siguiente reacción se consigue una conversión del almidón en maltodextrina alrededor del 90%, en condiciones de presión atmosférica.



El porcentaje que no ha sido convertido queda como almidón gelatinizado y se contabiliza como “borra”.

- **Enzima:  $\alpha$ -amilasa BAN 120L de la firma Novozymes®**

1,25 kg de Enzima/ tonelada de almidón en base seca

Cálculo: Se parte de 1454,79 kg/h de almidón en base seca, se calcula con la ecuación de la dosis requerida una cantidad de enzima de 1,82 kg/h.

- **Cofactor de la enzima: Solución de  $\text{CaCl}_2$  1 M**

Se necesitan 150 ppm de ion  $\text{Ca}^{+2}$  totales ( $1,5 \times 10^{-4}$  kg/L) en la solución final.

Con una masa de Lechada de almidón acidificada de 4656,44 kg y de densidad  $1210 \text{ kg/m}^3$ , los litros de solución ingresantes son 3848,30 L/h. La masa necesaria de  $\text{Ca}^{+2}$  es entonces 0,58 kg/h. Considerando que se parte de una solución de  $\text{CaCl}_2$  1 M ( $\delta = 1,01$ ), que contiene 0,004 kg de  $\text{Ca}^{+2}$ /litro de solución, se emplean para la reacción 14,5 kg/h de solución.

Cabe mencionar que la empresa Central Química Argentina S.A., será encargada de proveer el  $\text{CaCl}_2$  a una concentración del 35% p/p que luego será diluida hasta alcanzar el valor requerido para ser usado en esta etapa.

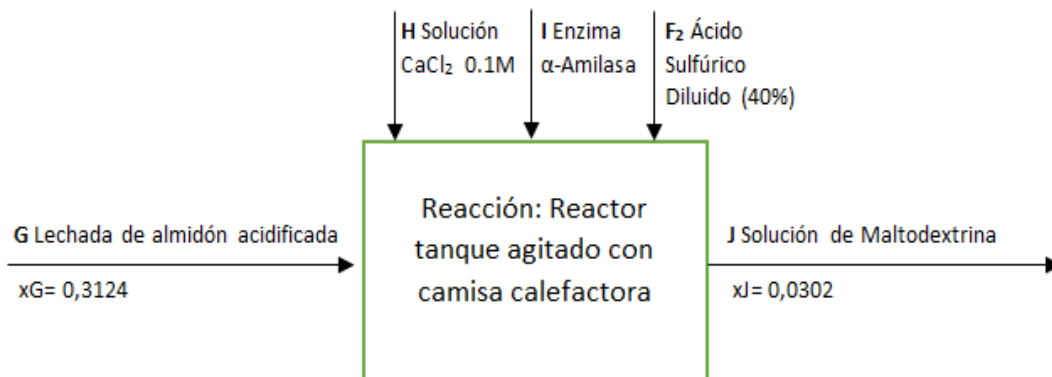


Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

- **Acidificante: Ácido Sulfúrico 40%**

Para alcanzar un pH = 3 de inactivación de enzima, es necesario agregar los 5,51 kg/h restantes de ácido sulfúrico.



<b>Balance de Masa</b>	<b>Total</b>	<b>G + H + I = J</b>
	<b>Parcial Almidón *</b>	$G \cdot xG = J \cdot xJ + J \cdot xJ'$
	<b>Parcial Disolución Acuosa de Reacción</b>	$G \cdot (1 - xG) + H \cdot (1 - xH) + I \cdot (1 - xI) = J \cdot (1 - xJ - xJ')$

\*Las fracciones xJ y xJ' corresponden a la masa de almidón que queda sin reaccionar y a la masa de almidón que se convierte en maltodextrina respectivamente.

Corriente	Masa Total (kg/h)	Componentes	Fracción	Masa Parcial (kg/h)
<b>G</b>	4656,44	Almidón	0,3124	1454,79
		Agua	0,6808	3170,23
		Impurezas	0,0062	29,10
		Ácido Sulfúrico	0,0005	2,32
<b>H</b>	14,5	CaCl <sub>2</sub>	1	14,5
<b>I</b>	1,82	α-amilasa	1	1,82
<b>F<sub>2</sub></b>	5,41	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1	5,41
<b>J</b>	4810,12	Almidón	0,0302	145,48
		Agua	0,6288	3024,75
		Impurezas	0,0060	29,10
		Ácido Sulfúrico	0,0016	7,73
		Solución CaCl <sub>2</sub>	0,0304	14,5
		Enzima	0,0004	1,82
		Maltodextrina	0,3024	1454,79



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Debido a la reacción se tiene que, para obtener los 1454,79 kg de Maltodextrina se consumen 145,48 kg de agua.

A continuación, se muestra en la Tabla 6.5 la composición de la Solución de maltodextrina producto de la reacción. Con la denominación “Otros” se engloban los porcentajes de Enzima, Solución de  $\text{CaCl}_2$  y ácido sulfúrico presentes en la solución.

Tabla 6.5 – Composición de Solución de maltodextrina.

Componente	Valor
Maltodextrina	30,24%
Borra	3,02%
Agua	62,88%
Impurezas	0,60%
Otros	3,26%
pH	3
Densidad	1,15

Fuente: Propia

#### 7.2.4-1 Balance de Energía

Para dar comienzo al proceso de reacción enzimática del almidón, al reactor ingresa la corriente de Lechada de almidón acidificada ya precalentada a  $55^\circ\text{C}$  mediante la integración energética en un intercambiador de calor con otra corriente del proceso, la corriente de Solución de  $\text{CaCl}_2$  y la de Enzima  $\alpha$ -amilasa las cuales se encuentran a temperatura ambiente. Luego se eleva la temperatura hasta  $95^\circ\text{C}$  de manera gradual, con una rampa de calentamiento (entre 1 y  $6^\circ\text{C}/\text{min}$ ) y se deja reaccionar 30 minutos, obteniéndose maltodextrina, cuyo grado equivalente de dextrosa (ED) se encuentra entre 5 y 20.

En el reactor es necesario mantener una temperatura constante de  $95^\circ\text{C}$  por lo que se necesita un aporte de calor permanente. Este aporte bien se puede realizar por medio de un serpentín, por medio de una camisa de calefacción o por inyección de vapor de agua directo. Aunque el serpentín ofrece una buena transmisión de calor, aquí no es posible utilizarlo ya que el mismo se coloca en el interior del reactor en contacto con la mezcla y esto es sólo posible cuando las mezclas poseen baja viscosidad. En cuanto al vapor directo, si bien la transferencia de energía térmica es rápida y eficiente, el control preciso de la temperatura puede ser difícil de mantener bajo ciertas condiciones de carga y en este proceso en particular, no es deseable el agregado de agua en esta etapa. Por tanto, en este caso se usará una camisa de calefacción con vapor como fluido calefactor proveniente de la caldera de vapor adoptada para este fin y descrita en el Capítulo 11 “Servicios Auxiliares”, para aportar en calor necesario.



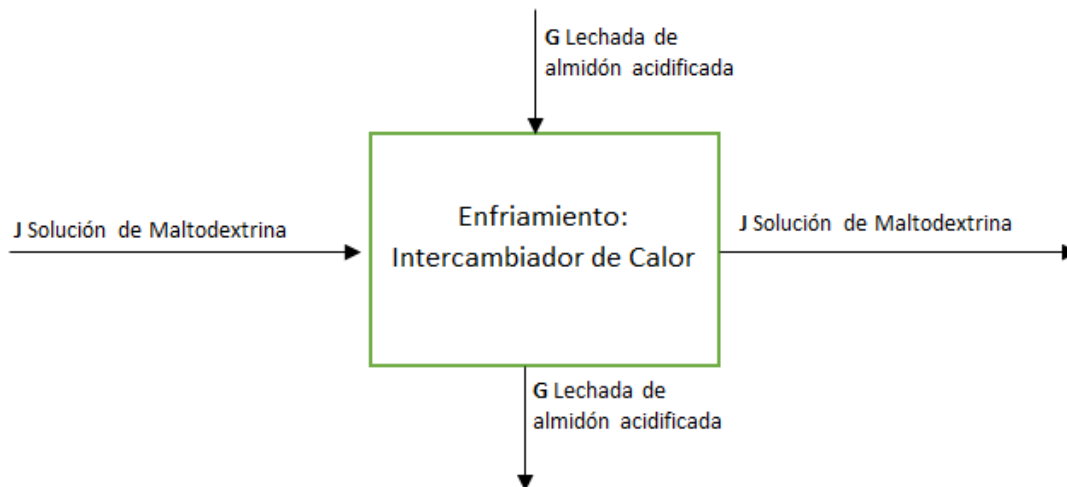
## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Consideraciones:

- La velocidad de flujo es uniforme en todo el equipo.
- Los calores específicos son constantes en todo el proceso.
- El sinfín produce una temperatura uniforme a lo largo de todo el equipo.

### 7.2.5 Etapa V: Enfriamiento de Solución de Maltodextrina

En esta etapa, mediante el uso de un intercambiador de calor como equipo fundamental para la integración energética de dos corrientes, se procede a enfriar la solución de maltodextrina con el objetivo primero de detener la actividad enzimática y segundo de bajar desde 95°C a 60°C su temperatura con el fin de disminuir la solubilidad del almidón en la disolución para facilitar su separación en el proceso de centrifugado. La corriente de Lechada de almidón acidificada aumentará desde 44,42°C a 55°C, temperatura a la cual ingresa al reactor.



En esta etapa, se tiene en cuenta que:

- No hay cambios de composiciones en las corrientes;
- El flujo es uniforme en todo el intercambiador;
- Las temperaturas de ingreso de las corrientes son constantes;
- Los calores específicos,  $C_p$ , son constantes en toda la operación.

En la Tabla 6.6, se indican las condiciones de operación para esta etapa.

Tabla 6.6 – Condiciones de Operación de Intercambio de Calor

Propiedad	Valor	Unidad
-----------	-------	--------



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Temp. Ingreso Cte. J, Sol. Maltodextrina	95	°C
Temp. Final Cte. J, Sol. Maltodextrina	60	°C
Temp. Ingreso Cte. G, Lechada Almidón Acid.	44,42	°C
Temp. Final Cte. G, Lechada Almidón Acid.	55	°C
Calor Específico Sol. Maltodextrina, CpMdx	0,5253	kcal/kg°C
Calor Específico de Lechada Almidón Acid., CpAlm	3,4	kcal/kg°C
Calor de Reacción, ΔHReacción	No presenta	
Masa de Sol. Maltodextrina, MMdx	4810,12	kg/h
Masa de Lechada Almidón Acid., MAlm	4656,44	kg/h
Calor Necesario, Qintercambiado	88438,12	kcal

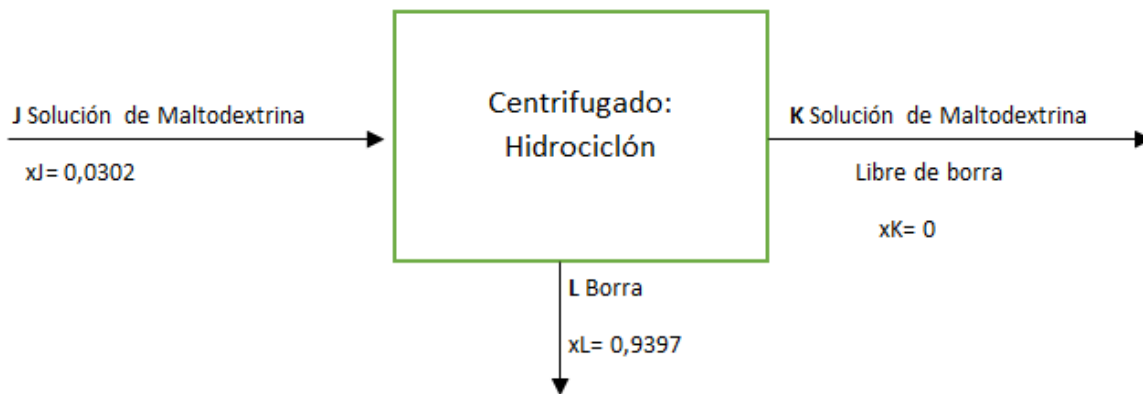
Fuente: Propia

$Q_{intercambiado} = Q_{Sol.Maltodextrina} = Q_{lechada Almidón}$
$Q_{Sol.Maltodextrina} = MMdx \cdot CpMdx \cdot (t_2-t_1)$
$Q_{Sol.Maltodextrina} = 4810,12 \text{ kg/h} \cdot 0,5253 \text{ kcal/kg°C} \cdot (60°C - 95°C) = 88438,12 \text{ kcal}$

**7.2.6 Etapa VI: Centrifugado de Solución de Maltodextrina**

En esta operación se obtienen dos corrientes, una que contiene como componente principal el almidón que no ha reaccionado en la etapa de reacción o “borra” y otra compuesta netamente por la solución de maltodextrina.

Se estima una pérdida de solución junto con la borra centrifugada de aproximadamente un 0,2% del volumen líquido.



Balance de Masa	Total	$J = K + L$
	Parcial Borra	$J \cdot xJ = L \cdot xL$
	Parcial Sol. Maltodextrina libre de Borra	$J \cdot (1-xJ) = L \cdot (1-xL) + K \cdot (1-xK)$



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Corriente	Masa Total (kg/h)	Componentes	Fracción	Masa Parcial (kg/h)
J	4810,12	Almidón	0,0302	145,48
		Agua	0,6288	3024,75
		Impurezas	0,0060	29,10
		Ácido Sulfúrico	0,0016	7,73
		Solución CaCl <sub>2</sub>	0,0304	146,45
		Enzima	0,0004	1,82
		Maltodextrina	0,3024	1454,79
K	4655,31	Maltodextrina	0,3119	1451,88
		Impurezas	0,0062	29,04
		Ácido Sulfúrico	0,0017	7,71
		CaCl <sub>2</sub>	0,0314	146,16
		Enzima	0,0004	1,816
		Agua	0,6484	3018,70
L	154,81	Almidón	0,9397	145,479
		Maltodextrina	0,0188	2,91
		Impurezas	0,0004	0,0582
		Ácido Sulfúrico	0,0001	0,0155
		CaCl <sub>2</sub>	0,0019	0,2929
		Enzima	0,000024	0,0036
		Agua	0,0391	6,05

La composición de la corriente K, Solución de Maltodextrina Libre de Borra, producto de la centrifugación se presenta en la siguiente Tabla 6.7. Con la denominación "Otros" se engloban los porcentajes de Enzima, Solución de CaCl<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> presentes en la solución.

Tabla 6.7- Composición de solución de maltodextrina libre de borra.

Componente	Valor (%)
Maltodextrina	31,19%
Impurezas	0,62%
Agua	64,84%
Otros	3,35%
pH	3
Densidad de Solución	1,15

Fuente: Propia

#### 7.2.7 Etapa VII: Filtración de Solución de Maltodextrina Libre de Borra

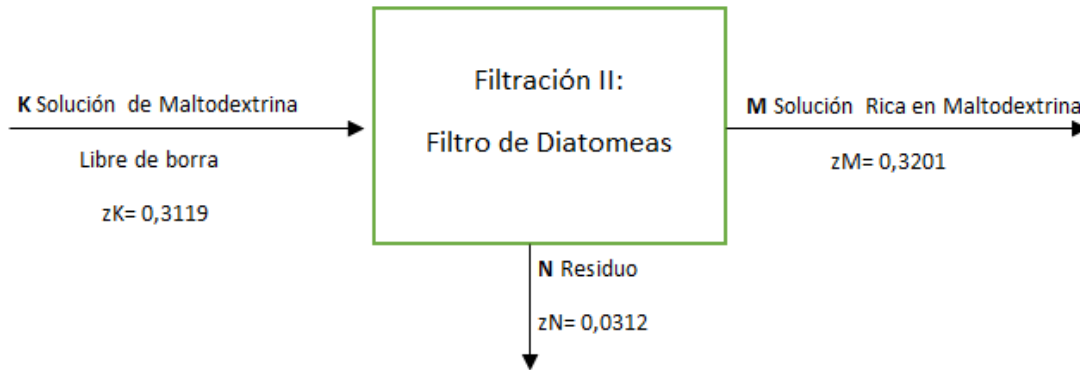
En esta etapa se realiza la filtración de la corriente proveniente del hidrociclón mediante el uso de un Filtro de Diatomeas. Se separa aproximadamente el 68% de las sustancias indeseables que contiene la solución tales como impurezas, CaCl<sub>2</sub> y Enzima, con el fin de purificar el producto en la



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

mayor medida de lo posible. La pérdida de solución acuosa que contiene la maltodextrina se estima en un 10% de la corriente total de residuo.

Se consideran ahora las fracciones de Maltodextrina (Z) que salen en cada corriente.



<b>Balance de Masa</b>	<b>Total</b>	<b>K = M + N</b>
	<b>Parcial Maltodextrina</b>	$K \cdot zK = M \cdot zM + N \cdot zN$
	<b>Parcial Solución Acuosa</b>	$K \cdot (1-zK) = M \cdot (1-zM) + N \cdot (1-zN)$

Corriente	Masa Total (kg/h)	Componentes	Fracción	Masa Parcial (kg/h)
K	4655,31	Maltodextrina	0,3119	1451,88
		Impurezas	0,0062	29,04





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

		Ácido Sulfúrico	0,0017	7,71
		CaCl <sub>2</sub>	0,0314	146,16
		Enzima	0,0004	1,816
		Agua	0,6484	3018,70
M	4522,08	Maltodextrina	0,3201	1447,71
		Impurezas	0,0021	9,29
		Ácido Sulfúrico	0,0017	7,692
		CaCl <sub>2</sub>	0,0103	46,77
		Enzima	0,0001	0,581
		Agua	0,6656	3010,03
N	133,74	Impurezas	0,1476	19,75
		CaCl <sub>2</sub>	0,7431	99,39
		Enzima	0,0092	1,24
		Agua	0,0648	8,672
		Maltodextrina	0,0312	4,171
		Ácido Sulfúrico	0,00017	0,022

La composición de la corriente M, Solución rica en Maltodextrina se recoge en la Tabla 6.8. Con la denominación “Otros” se engloban los porcentajes de Enzima, Solución de CaCl<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> presentes en la solución.

Tabla 6.8 – Composición de Solución rica en Maltodextrina

Componente	Valor (%)
Maltodextrina	32,01%
Impurezas	0,21%
Agua	66,56%
Otros	1,21%
pH	3
Densidad de Solución	1,15

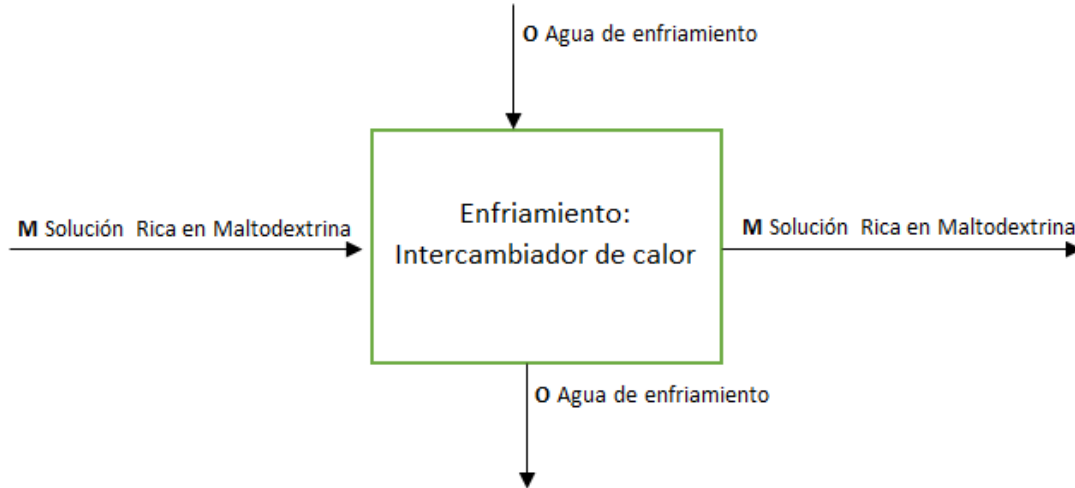
Fuente: Propia

#### 7.2.8 Etapa VIII: Enfriamiento pre-ingreso a filtro de Solución Rica en Maltodextrina

En esta etapa, mediante el uso de un intercambiador de calor como equipo fundamental para la integración energética de dos corrientes, se procede a enfriar la solución de Maltodextrina con el objetivo de disminuir la temperatura de la corriente desde 60°C a 35°C para poder hacer uso del Filtro de Carbón Activo. La corriente que se usará para enfriar la Solución Rica en Maltodextrina será agua de enfriamiento.



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**



En esta etapa, se tiene en cuenta que:

- No hay cambios de composiciones en las corrientes;
- El flujo es uniforme en todo el intercambiador;
- Las temperaturas de ingreso de las corrientes son constantes;
- Los calores específicos, Cp, son constantes en toda la operación.

En la Tabla 6.9, se indican las condiciones de operación.

Tabla 6.9 – Condiciones de Operación de Intercambio de Calor

Propiedad	Valor	Unidad
Temp. Ingreso Cte. M, Sol. Rica Maltodextrina, t1	60	°C
Temp. Final Cte. M, Sol. Rica Maltodextrina, t2	35	°C
Calor Específico Cte. M, Sol. Rica Maltodextrina, CpMdx	0,5253	kcal/kg°C
Calor Específico Agua de enfriamiento, CpH2O	1	kcal/kg°C
Calor de Reacción, ΔHReacción	No presenta	
Masa Cte. M, Sol. Rica Maltodextrina, MMdx	4522,08	kg/h
Calor Necesario, Qintercambiado	59386,22	kcal

Fuente: Propia

$Q_{intercambiado} = Q_{Sol.Maltodextrina} = Q_{H2Oenfri}$
$Q_{Sol.Maltodextrina} = M_{Mdx} \cdot Cp_{Mdx} \cdot (t2-t1)$
$Q_{Sol.Maltodextrina} = 4522,08 \text{ kg/h} * 0,5253 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} * (35^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C}) = 59386,22 \text{ kcal}$

**7.2.9 Etapa IX: Filtración de Solución Rica en Maltodextrina**

En esta etapa se recibe la corriente proveniente del Filtro de Diatomeas luego de su paso por el intercambiador de calor para llegar a 35°C y se la filtra nuevamente mediante el uso del Filtro de

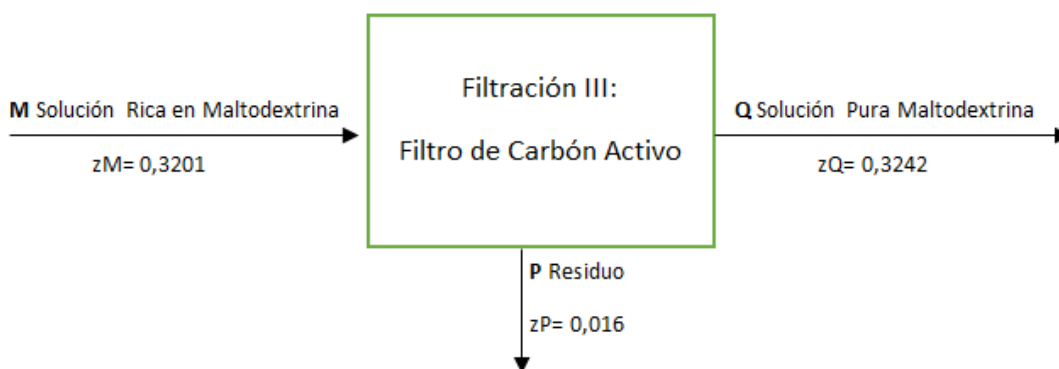


Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Carbón Activo, con el fin de retener la totalidad de los compuestos no deseables anteriormente mencionados de la corriente.

Se separa el 32% restante de tales sustancias y la pérdida de solución acuosa que contiene la maltodextrina se estima en un 5% de la corriente total de residuo.



<b>Balance de Masa</b>	<b>Total</b>	<b>M = P + Q</b>
	<b>Parcial de Maltodextrina</b>	$M \cdot zM = P \cdot zP + Q \cdot zQ$
	<b>Parcial Solución Acuosa</b>	$M \cdot (1 - zM) = P \cdot (1 - zP) + Q \cdot (1 - zQ)$

Corriente	Masa Total (kg/h)	Componentes	Fracción	Masa Parcial (kg/h)
M	4522,08	Maltodextrina	0,3201	1447,71
		Impurezas	0,0021	9,29
		Ácido Sulfúrico	0,0017	7,69
		CaCl <sub>2</sub>	0,0103	46,77
		Enzima	0,0001	0,581
		Agua	0,6656	3010,03
P	59,62	Maltodextrina	0,0160	0,9540
		Impurezas	0,1558	9,29
		Ácido Sulfúrico	0,00009	0,005
		CaCl <sub>2</sub>	0,7844	46,77
		Enzima	0,0097	0,58
		Agua	0,03328	1,984
Q	4462,49	Maltodextrina	0,3242	1446,76
		Ácido Sulfúrico	0,0017	7,68
		Agua	0,6741	3008,05



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

A continuación, se muestra en la Tabla 6.10 la composición de la corriente de salida del filtro o Corriente Q, Solución Pura de Maltodextrina, a la cual se la ha separado de las impurezas obteniendo así una solución de maltodextrina en agua.

Tabla 6.10 – Composición Solución pura maltodextrina

Componente	Valor (%)
Maltodextrina	32,42%
Agua	67,41%
Ácido Sulfúrico	0,17%
pH	3
Densidad de Solución	1,15

Fuente: Propia

#### 7.2.10 Etapa X: Regulación del pH II

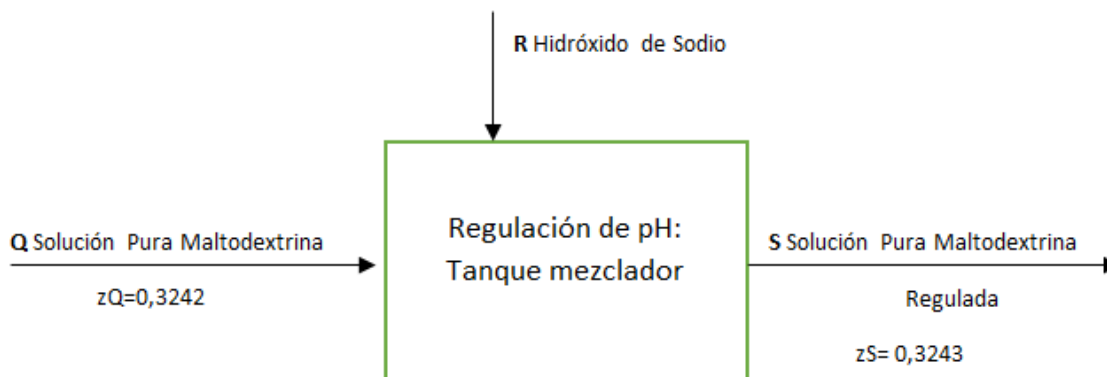
El objetivo de esta etapa es llevar el pH final de la maltodextrina a valores de entre 4,5-5,5 mediante el agregado de Hidróxido de Sodio al 40% p/p con el fin de evitar posibles coloraciones durante el almacenamiento.

La cantidad a agregar se calcula mediante la siguiente ecuación:

$6,49 \times 10^{-4}$  kg de NaOH 40% / kg de solución pura de maltodextrina.

Resultando 2,9 kg/h de NaOH al 40% p/p.

Cabe destacar que el Hidróxido de Sodio al 40% p/p es de grado alimenticio y se obtiene de Laboratorios Cicarelli.



Balance de Masa	Total	Q + R = S
-----------------	-------	-----------



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

	<b>Parcial de Maltodextrina</b>	$Q.zQ = S.zS$
	<b>Parcial Solución Acuosa</b>	$Q.(1-zQ) + R.(1-zR) = S.(1-zS)$

Corriente	Masa Total (kg/h)	Componentes	Fracción	Masa Parcial (kg/h)
Q	4462,49	Maltodextrina	0,3242	1446,76
		Ácido Sulfúrico	0,0017	7,68
		Agua	0,6741	3008,05
R	2,9	NaOH	1	2,9
S	4461,52	Maltodextrina	0,3243	1446,76
		Agua	0,6748	3008,57
		Ácido Sulfúrico	0,0009	4,14

La composición resultante de la Corriente S, se muestra en la Tabla 6.11 a continuación.

Luego de la reacción de neutralización, en el agua quedan disueltas las trazas de sulfato de sodio formadas que se consideran despreciables. Con la denominación de “Otros” se hace referencia a las cantidades de  $H_2SO_4$  que quedan en solución.

Tabla 6.11 – Composición Solución pura maltodextrina regulada

Componente	Valor (%)
Maltodextrina	32,43%
Agua	67,48%
Otros	0,09%
pH	4,5-5,5
Densidad de Solución	1,15

Fuente: Propia

#### 7.2.11 Etapa XI: Evaporación de Solución Pura de Maltodextrina Regulada

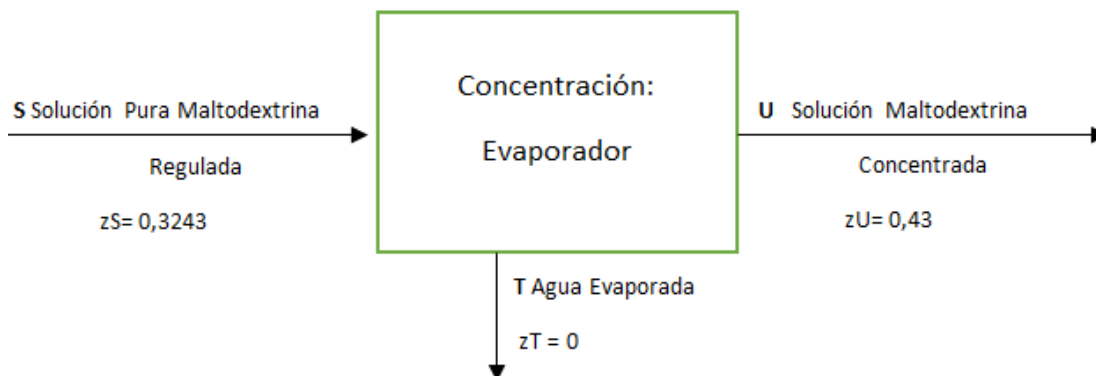
En esta etapa ingresa a un evaporador de doble efecto la corriente que contiene la maltodextrina, con el fin de concentrar tal solución desde un contenido de maltodextrina del 32% hasta un 43%. Una concentración mayor no sería posible ya que comienza el proceso de cristalización y en este caso el objetivo de la etapa es sólo eliminar parte del contenido de agua de la corriente que luego ingresa al Secador por Atomización.

Se logra separar en este proceso aproximadamente un 36,5% del volumen total de agua ingresante.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón



Balance de Masa	Total	$S = T + U$
	Parcial de Maltodextrina	$S \cdot zS = U \cdot zU$
	Parcial Solución Acuosa	$S \cdot (1-zS) = T \cdot (1-zT) + U \cdot (1-zU)$

Corriente	Masa Total (kg/h)	Componentes	Fracción	Masa Parcial (kg/h)
S	4461,52	Maltodextrina	0,3243	1446,76
		Agua	0,6748	3008,57
		Ácido Sulfúrico	0,0009	4,14
T	1097,51	Agua	1	1090,78
U	3364,55	Maltodextrina	0,43	1446,76
		Agua	0,568	1911,06
		Ácido Sulfúrico	0,0012	4,13

La composición resultante de la Corriente U, se muestra en la Tabla 6.12 a continuación.

Tabla 6.12 – Composición Solución pura maltodextrina regulada

Componente	Valor (%)
Maltodextrina	43%
Agua	56,80%
Otros	0,12%
pH	4,5-5,5
Densidad de Solución	1,15

Fuente: Propia

#### 7.2.12 Etapa XII: Secado por atomización de Solución de Maltodextrina Concentrada

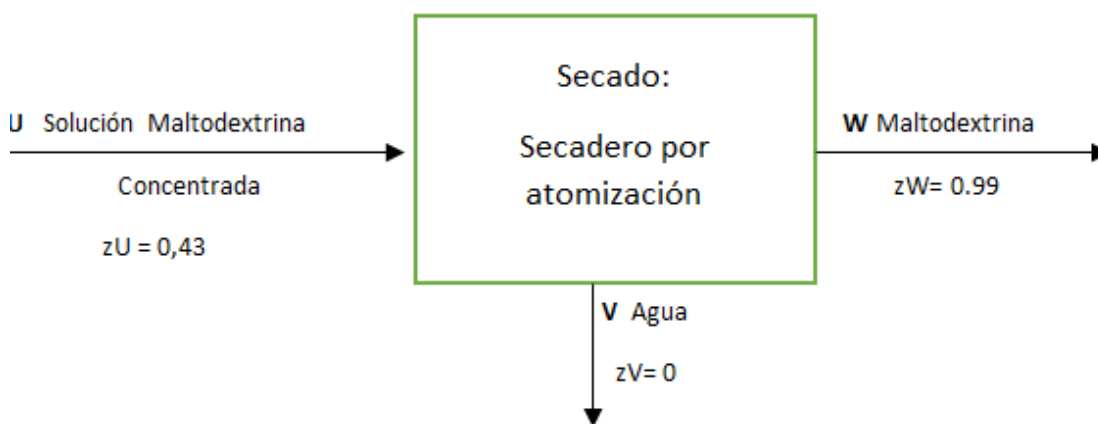
El secadero por atomización consta de dos etapas: la primera etapa tiene lugar en la cámara de secado donde se pulveriza la solución entrante y circula aire en contracorriente para secar las



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

gotas. La segunda etapa se realiza en un ciclón donde se separan las partículas secas del aire o gases (en este caso del vapor de agua).

En el pulverizador, la temperatura del aire de secado, tanto de entrada como de salida, viene impuesta. En este caso en particular, dichas temperaturas son de 450°C y 100°C respectivamente; los valores son elevados debido a la gran cantidad de solución a secar. Se consigue de esta manera un producto final con una humedad inferior al 1%.



<b>Balance de Masa</b>	<b>Total</b>	$U = V + W$
	<b>Parcial de Maltodextrina</b>	$U.zU = W.zW$
	<b>Parcial Solución Acuosa</b>	$U.(1-zU) = V.(1-zV) + W.(1-zW)$

Corriente	Masa Total (kg/h)	Componentes	Fracción	Masa Parcial (kg/h)
<b>U</b>	3364,55	Maltodextrina	0,43	1446,76
		Agua	0,568	1911,06
		Ácido Sulfúrico	0,0012	4,13
<b>V</b>	1903,18	Agua	0,998	1899,07
		Ácido Sulfúrico	0,002	4,11
<b>W</b>	1461,37	Maltodextrina	0,99	1446,76
		Agua	0,00998	14,58
		Ácido Sulfúrico	2,1E-05	0,032

La composición de la Corriente de Maltodextrina a la salida del secador por atomización se detalla en la Tabla 6.13, a continuación.



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Tabla 6.13 – Composición corriente de Maltodextrina.

Componente	Valor (%)
Maltodextrina	99%
Agua	0,998%
Otros	2,1E <sup>-03</sup> %
pH	4,5-5,5

Fuente: Propia

**7.2.12-1 Balance de Masa**

En la Figura 6.1, a continuación, se muestran las corrientes del equipo de la presente etapa con las que se llevó a cabo el balance de masa presentado anteriormente.

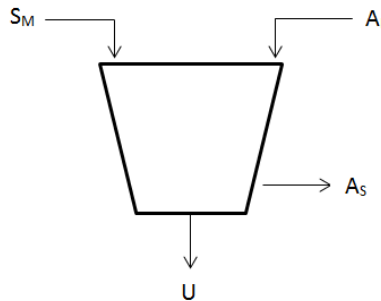


Figura 6.1 - Diagrama de Corrientes del Secadero por Atomización

Fuente: Propia.

Maltodextrina final con el 1% de humedad	Maltodextrina con el 0% de humedad	Humedad final del producto secado
$W =$		$S_M + H_F$
Maltodextrina con el 0% de humedad		Flujo de alimentación de solución de maltodextrina
$S_M =$		$U \cdot zU$
	Flujo de agua que se pierde en el secado para la obtención de maltodextrina con 1% de humedad.	
$S \cdot X_H$		$V + H_F$
Aire que sale del secadero	Aire que ingresa al secadero	
$A_S =$		$A_E + V$

Teniendo en cuenta que el producto final contiene una humedad del 1%, se define

$$H_F / (S_M + H_F) = 1\%$$

Reemplazando  $S_M$  en las ecuaciones descriptas, se resuelve

$H_F = 14,61$  kg/h de agua que acompañan a la maltodextrina.





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

$W = 1461,37$  kg/h de maltodextrina con el 1% de humedad.

$V = 1903,18$  kg/h de agua que se pierde en el secado.

#### 7.2.12-2 Balance de Energía

Las condiciones a las cuales ingresa el aire antes de ser calentado son ambientales,  $23,3^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa del 74% aproximadamente. Se eleva su temperatura hasta  $400^{\circ}\text{C}$  para secar la solución de maltodextrina y sale del secador a  $100^{\circ}\text{C}$ .

*Especificaciones del aire que entra al secador:*

$T_e =$  Temperatura de entrada al secador =  $400^{\circ}\text{C}$

$T_s =$  Temperatura de salida del secador =  $100^{\circ}\text{C}$

$Y_a =$  Humedad del aire ambiente a la entrada del secador =  $0,013$  kg. vapor agua / kg. aire seco

$H^{23.3^{\circ}\text{C}} = 56,21$  kJ/kg aire seco = Entalpía del aire ambiente a la entrada del calentador.

Cuando se calienta este aire hasta  $400^{\circ}\text{C}$ , la humedad permanece constante, mientras que la entalpía sufre un incremento.

De la carta psicométrica se obtiene el siguiente valor:

$H^{400^{\circ}\text{C}} = 442,31$  kJ/kg aire seco = Entalpía del aire ambiente calentado y a la entrada del secador.

En un secador adiabático, donde no existen pérdidas de calor, la entalpía de entrada al secador se conservará y será igual a la de salida. Pero en un secado por atomización real, existen pérdidas caloríficas que se encuentran en el rango de 1 al 10%.

Se asume entonces para el proceso una pérdida calorífica del 10%, por lo tanto, después del secado el aire de salida tendrá la siguiente entalpía:

$H_{as} = 398$  kJ/ kg a.s.

Con el valor de la temperatura del aire a la salida del secador de  $100^{\circ}\text{C}$  y el valor de la entalpía de  $398$  kJ/kg, y haciendo uso de la Carta Psicrométrica, la humedad del aire de salida resulta en:

$Y_b = 0,128$  kg vapor  $\text{H}_2\text{O}$ /kg aire seco



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

A partir de los datos presentados anteriormente, se obtiene tanto el calor como la cantidad de agua que absorbe el aire.

- Calor que absorbe el aire:

$$Q_{(abs)} = H^{400^{\circ}\text{C}} - H^{23.3^{\circ}\text{C}}$$

$$Q_{(abs)} = 386,1 \text{ kJ/kg de aire seco}$$

- Agua que absorbe el aire:

$$V_{abs} = Y_b - Y_a = 0,128 - 0,013$$

$$V_{abs} = 0,115 \text{ kg vapor agua / kg aire seco}$$

#### ➤ Flujo de aire requerido

Mediante la siguiente ecuación, se determina el flujo de aire requerido para secar la solución de maltodextrina hasta alcanzar una humedad de 1%.

$$A_E = (S_F / (Y_b - Y_a) + Y_a \cdot S_F / (Y_b - Y_a))$$

$$A_E = 16764,51 \text{ kg aire seco/h} = \text{Flujo de aire que ingresa al secadero.}$$

$$A_S = 18667,69 \text{ kg aire húmedo/h que sale del secadero a } 100^{\circ}\text{C.} = \text{Flujo de aire que sale del secadero.}$$

#### ➤ Energía requerida para el secado

$$Q_{RV} = H^{400^{\circ}\text{C}} - H^{23.3^{\circ}\text{C}} / Y_b - Y_a$$

$$Q_{RV} = 3357,39 \text{ kJ/ kg vapor agua}$$

Por lo tanto, la cantidad de energía total requerida para el secado es:

$$Q_{TRV} = (Q_{RV}) \cdot V$$

$$Q_{TRV} = (3357,39 \text{ kJ/kg vapor agua}) \times 1903,18 \text{ kg agua/h}$$

$$Q_{TRV} = 63,9 \cdot 10^5 \text{ kJ/h.}$$



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

La cantidad de energía total que absorbe el aire para el secado es:

$$Q_{TAA} = (Q_{Abs}) \cdot A_E$$

$$Q_{TAA} = 386,1 \text{ kJ/ kg a.s.} \times 16764,53 \text{ kg aire seco/ h.}$$

$$Q_{TAA} = 64,7 \cdot 10^5 \text{ kJ/ h.}$$

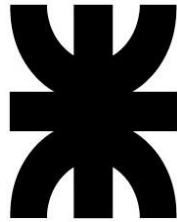
A continuación en la Tabla 6.14, se resumen los principales parámetros del balance de energía.

Tabla 6.14 – Datos y Parámetros de operación.

Propiedad	Valor	Unidad
Temp. Ingreso secador, Te	400	°C
Temp. Salida secador, Ts	100	°C
Humedad aire ambiente, Ya	0.013	kg vapor H2O/kg aire seco
Entalpía aire ambiente, H23	56,21	kJ/kg aire seco
Entalpía aire ingreso a secador, H400	442,31	kJ/kg aire seco
Entalpía aire c/perd de calor, HAS	398	kJ/kg aire seco
Humedad aire a salida de secador, Yb	0,128	kg vapor H2O/kg aire seco
Calor absorbido por el aire, QABS	386,1	kJ/kg aire seco
Agua absorbida por aire seco, VABS	0,115	kg vapor H2O/kg aire seco
Flujo de aire ingresando a secadero, AE	16764,51	kg aire seco/h
Flujo de aire salida de secadero, AS	18667,69	kg aire húmedo/h
Energía requerida para secado, QRV	3357,39	kJ/kg vapor H2O
Energía TOTAL requerida p/secado, QTRV	63,9E+05	kJ/h
Energía TOTAL que absorbe el aire, QTAA	64,7E+05	kJ/h

Fuente: Propia

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA**

**Año 2018**

**Proyecto Final: Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

***CAPÍTULO 7:***

***Diseño y Adopción de Equipos***

**COCHI, Florencia**

**MOITRE, Malena**

**MUZZIO, Mariana Elizabeth**



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 8. Ingeniería de Procesos – Diseño de Equipos

#### 8.1 Introducción

En este capítulo se lleva a cabo el diseño y la adopción de cada uno de los equipos que corresponden a la planta industrial de producción de maltodextrina según los siguientes criterios:

- Se diseñan todos los equipos de características especiales, es decir, aquellos que son específicos en el proceso de producción.
- Se adoptan aquellos equipos de características generales, comunes en la industria de procesos y disponibles en el mercado nacional.

Según la evaluación realizada en el Capítulo 2 “Estudio de Mercado”, se fija como producción de diseño 1.446,76 kg/h de maltodextrina, equivalente a 12.221 t/año.

#### 8.2 Equipos de proceso

En la Tabla 7.1 se especifican todos los equipos que corresponden al proceso productivo de maltodextrina; incluyendo su designación, cantidad, etapa de proceso y criterio aplicado.

Tabla 8.1 Equipos de Proceso

N°	Designación	Equipo	Etapa	Cantidad	Criterio
1	T-001 (a-	Tanque Almacenamiento MP	Almacenamiento	10	Diseño
2	T-002	Tanque Almacenamiento H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Almacenamiento	1	Diseño
3	T-003	Tanque Almacenamiento NaOH	Almacenamiento	1	Diseño
4	T-004	Tanque Almacenamiento CaCl <sub>2</sub>	Almacenamiento	1	Diseño
5	SL-001	Silo de Almacenamiento Maltodextrina	Almacenamiento	6	Diseño
6	ME-001	Tanque Agitado Regulación pH	Acidificación	1	Diseño
7	ME-002	Tanque Agitado Regulación pH	Acidificación	1	Diseño
8	R- 001/002	Reactor Tanque Agitado	Reacción Enzimática	2	Diseño
9	T-005	Tanque Pulmón Almacenamiento I	Almacenamiento	1	Diseño
10	T-006	Tanque Pulmón Almacenamiento II	Almacenamiento	1	Diseño
11	E-001	Intercambiador de Calor	Enfriamiento	1	Diseño
12	E-002	Intercambiador de Calor	Enfriamiento	1	Diseño
13	HC-001	Hidrociclón	Separación	1	Diseño
14	V-001	Evaporador de Doble Efecto	Concentración	1	Diseño
14	S-001	Secadero por Atomización	Secado	1	Diseño
16	F-001	Filtro Rotativo	Filtración	1	Adopción
17	F-002	Filtro Osmosis Inversa	Filtración	1	Adopción
18	F-003	Filtro Tierra de Diatomeas	Filtración	1	Adopción
19	F-004	Filtro Carbón Activo	Filtración	1	Adopción
20	EN-001	Envasadora	Envase Producto Final	1	Adopción
21	P-001/016	Bombas Centrifugas	Transporte de Fluidos	16	Adopción
22	PD-001/003	Bomba Dosificadora	Dosificación	3	Adopción
22	CG-001	Transporte por Cangilón	Transporte de producto final	1	Adopción



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Fuente: Propia

### 8.3 Diseño y Adopción

#### 8.3.1 Diseño de Tanques de almacenamiento.

En este apartado se efectúa el diseño de los tanques de almacenamiento para las materias primas líquidas.

Se debe tener en cuenta la diferencia entre volumen útil y volumen real; el volumen útil es el mínimo necesario y el volumen real es el que se considera en exceso teniendo en cuenta las posibles variaciones de caudal suministrado o pequeños movimientos de líquido dentro del tanque en el momento de la carga y descarga. A partir de las definiciones anteriores, se resuelve sobredimensionar en un 20%, por lo que  $V_{real}=1.2V_{útil}$ .

Los tanques que alberguen líquidos tienen geometría cilíndrica, con cabezas elipsoidales (semieje a razón 2:1) y fondo plano.

Las construcciones en acero inoxidable requieren diferenciar entre dos de los tipos de inoxidable empleados (AISI-304 y AISI-316); El primero de ellos, A-304, es el más común en este tipo de construcciones, pero cuando el material a almacenar es abrasivo se considera emplear el A-316, que si bien conlleva un coste mayor, se compensa por su alta resistencia a la abrasión y vida útil incrementada.

En este proceso, el  $H_2SO_4$  se suministra en disolución. El tanque diseñado se construye de acero inoxidable A-316 y se recubre su interior con una capa de material inerte, puesto que el  $H_2SO_4$  no puede estar en contacto directo con el acero. Dicho recubrimiento está formado por una mezcla de PVC/FRP (fibra de vidrio).

Los demás materiales a almacenar no presentan características abrasivas por lo que se utiliza en la construcción de los tanques el acero A-304.

##### 8.3.1-1 Diseño de Tanque de Almacenamiento de materia prima. T-001

La materia prima proviene de la Planta procesadora de papas Mc Cain y se alimenta a la Planta de Maltodextrina mediante un ducto de acero inoxidable directamente a los tanques de almacenamiento.

Se tienen 10 tanques de almacenamiento, los cuales son utilizados y recargados rotativamente, que mantienen un caudal de entrada al proceso de 12125 kg/h a diario. Los 10 tanques tienen capacidad de abastecimiento durante 4 días. El criterio mediante el cual se resuelve usar ese tiempo es para evitar una posible parada de producción ante cualquier eventualidad de la empresa proveedora.

El diseño se realiza entonces en dos etapas: Tanque y Aislamiento térmico.

El aislamiento térmico, es necesario debido a que la materia prima que se almacena es de origen orgánico, con lo cual, se necesita mantener la temperatura con la que ingresa al proceso.



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

- **Diseño del Tanque T-001**

Se muestra en la siguiente Tabla 7.2 el resumen de los parámetros de diseño calculados, que luego se detallan a continuación de la misma.

Tabla 8.2 Parámetros de diseño.

Parámetro de diseño	Tanque Materia Prima T - 001
CANTIDAD	10 Tanques
ABASTECIMIENTO	4 días
CAPACIDAD (Tn)	116,4 (1 Tanque)
RECARGA	Diaria
Caudal (kg/día)	291000 (2,5 tanques)
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1210
Volumen Útil (m <sup>3</sup> )	96,20
Volumen Real (m <sup>3</sup> )	115
D (m)	4,18
H (m)	8,36
Altura líquido d (m)	6,98
Espesor mínimo t mín (cm)	0,52
Espesor adoptado Acero A-304 (cm)	0,6
<b>AISLACIÓN</b>	
Espesor (mm)	40
Material	Lana mineral

Fuente: Propia

- Se procede en primer término a calcular el volumen útil y real del tanque:

$$V_{\text{útil}} = (291000 \text{ kg/día} \cdot 4 \text{ días}) / 1210 \text{ kg/m}^3 = 961.98 \text{ m}^3 \text{ equivalentes a 10 tanques de } 96,2 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{real}} = 1,2 \cdot 96,2 \text{ m}^3 = 115 \text{ m}^3$$

- En segundo término, aplicando la ecuación del volumen y la relación de esbeltez, se obtienen las dimensiones D y H:

Para el cálculo de las dimensiones se establece una relación de esbeltez de 2.

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H ; \frac{H}{D} = 2$$

$$D = 4,18 \text{ m}$$

$$H = 8,36 \text{ m}$$



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

- En tercer lugar, para determinar el espesor de las paredes, se hace uso de las siguientes relaciones ya que los resultados obtenidos por este método serán suficientes para soportar las presiones internas en el recipiente.

Para determinar el espesor del material se tiene en cuenta la siguiente expresión general:





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

$$\frac{\sigma_1}{r_1} + \frac{\sigma_2}{r_2} = \frac{P}{t}$$

Dónde:

-  $\sigma_1$  = Esfuerzos longitudinales.

-  $\sigma_2$  = Esfuerzos tangenciales.

-  $r_1$  = Radio de curvatura longitudinal del recipiente (infinito para depósitos cilíndricos).

-  $r_2$  = Radio de curvatura tangencial del recipiente (se tomará  $r_2 = r$ ).

Para aplicar esta ecuación es necesario que:  $t/r \leq 0,1$ . Es decir, el espesor debe ser pequeño en comparación con el radio del equipo (y esto puede ocurrir cuando se den bajas presiones internas).

En depósitos cilíndricos de líquidos, para recipientes de paredes delgadas, el espesor total vendrá dado por:

$$t = \frac{p \cdot D_t}{2 \cdot \sigma \cdot e - p} + c$$

Dónde:

-  $\sigma$  = Esfuerzo máximo admisible del material.

Para el acero inoxidable A-316, dicho valor es de 970kg/cm<sup>2</sup>. Para el acero A-304 dicho valor es de 893kg/cm<sup>2</sup>.

-  $e$  = Eficacia de la soldadura. Se toma un valor medio de 0.85.

-  $p$  = Presión Manométrica máxima.

-  $D_t$  = Diámetro Interno.

-  $c$  = Tolerancia a la corrosión.

-  $t$  = Espesor.

El espesor por corrosión,  $c$ , será de 0,01 cm/año, el cual para una vida útil de 10 años será aceptable.

$$t_{\text{corrosión}} = 0.01 \frac{\text{cm}}{\text{año}} \cdot 10 \text{ años} = 0.1 \text{ cm} = 1 \text{ mm}$$

La altura del líquido en el tanque ( $d$ ) se obtiene de la siguiente expresión:



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

$$V_{\text{liquido}} = \frac{\pi}{4} D^2 d$$

$$d = 7,06m$$

Por lo que la máxima presión que soporta el tanque es de:

$$P_{\text{max}} = \gamma \cdot d$$

Dónde:

-  $\gamma$  = Peso específico del líquido (N/m<sup>3</sup>).

$$P_{\text{max}} = 8543 \text{kg/m}^2 = 0,8543 \text{kg/cm}^2$$

Con este dato se podría calcular el espesor necesario para resistir la presión. Sin embargo, se deben efectuar una serie de consideraciones en el diseño real de recipientes sometidos a presión interna:

- Presión de proyecto.

Deberá ser mayor que 1,1 veces la presión máxima de operación y mayor que la suma de la máxima presión de operación más la presión atmosférica.

$$P_{\text{proyecto}} = 83721,4 \text{N/m}^2 + 98100 \text{N/m}^2 = 181821,4 \text{N/m}^2$$

El espesor total es entonces:

$$T_{\text{total}} = 0,33 \text{cm}$$

- Espesor mínimo.

Deberá ser mayor que el valor máximo de:

$$t_{\text{mín}} = \frac{D_t + 254}{1.10^\sigma \cdot 1000}$$

**$T_{\text{mín}} = 0,52 \text{ cm}$  (tomando en cuenta también el espesor por corrosión).**

El espesor total es inferior al espesor mínimo, por lo que se escoge este último como espesor de diseño.

**Se adopta entonces un espesor estándar de 0,6 cm según "Tabla de Parámetros de Producción - Láminas de Acero"- Outokumpu Fortinox S.A.**

- Se debe comprobar en cuarto lugar, que la tensión máxima en el depósito sea menor que la tensión admisible o de trabajo del material del tanque:



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{P_{m\acute{a}x} \cdot r}{t}$$

Siendo el resultado en este caso:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 327 \text{ kg/cm}^2$$

- **Aislamiento Térmico**

Para determinar la aislación térmica del tanque es necesario calcular las pérdidas de calor al medio ambiente mediante la siguiente ecuación.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

$$q = \frac{\pi \cdot (t_p - t_a)}{\frac{\ln(D_1 / D_p)}{2 \cdot K_s} + \frac{1}{h_a \cdot D_1}}$$

Dónde:

$q$  = Velocidad a la cual se pierde el calor al medio ambiente por unidad de altura del tanque.

$t_p$  = Temperatura de la pared de los tanques .

$t_a$  = Temperatura del medio ambiente.

$D_1$  = Diámetro exterior del tanque más el espesor del aislante.

$D_p$  = Diámetro exterior del tanque.

$K_s$  = Conductividad térmica del aislante.

$h_a$  = Coeficiente de transferencia de calor del aire.

La siguiente Tabla 7.3, muestra tanto los datos de operación como el resultado de la pérdida de calor por unidad de altura.

Tabla 8.3 Parámetros de operación y pérdidas de calor .

Parámetro	Valor
$t_p$ (°C)	62
$t_a$ (°C)	25
$D_1$ (m)	4,22
$D_p$ (m)	4,18
$K_s$ (kcal/s.m.°C)	$9,3 \times 10^{-6}$
$h_a$ (kcal/s.m.°C)	$1,9 \times 10^{-3}$
$q$ (kcal/m.s)	0,092

Fuente: Propia

Esta pérdida de calor resulta en una disminución de la temperatura de la solución dentro del tanque, la cual puede determinarse mediante la ecuación siguiente.

$$t_p = t_s - \frac{q \cdot H \cdot \theta}{M_f \cdot C_p}$$

Dónde:

$t_p$  = Temperatura final de la solución.

$t_s$  = Temperatura inicial de la solución.

$H$  = Altura del tanque.

$\theta$  = Tiempo que permanece MF dentro de los tanques.

$M_f$  = Masa de solución dentro de los tanques.

$C_p$  = Calor específico de la solución.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

La Tabla 7.4, que se presenta a continuación, muestra los datos necesarios para el cálculo y el resultado de la disminución de la temperatura.

Tabla 8.4 Parámetros de operación y disminución de temperatura.

Parámetro	Valor
$t_s$ (°C)	46,50
H (m)	8,36
$\Theta$ (hora)	9,6
$M_F$ (kg)	116402
$C_p$ (kcal/kg °C)	0,745
$t_p$ (°C)	44,42

Fuente: Propia

- **Conexiones del Tanque de Almacenamiento de materia prima. T-001**

Estos tanques tienen una serie de conexiones y aberturas roscadas y bridadas. A continuación se detallan las mismas:

Una abertura de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, correspondiente a la entrada de la materia, ubicada en la parte superior de las paredes del tanque.

Una abertura de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, correspondiente a una purga del sistema, ubicada en la tapa.

Una abertura de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, correspondiente a la salida de la materia, ubicada en el centro del fondo.

- **Características de construcción del Tanque de Almacenamiento de materia prima. T-001**

La construcción del tanque será realizada por la empresa Comercio Integral.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón



Figura 8.1 - Tanque de Almacenamiento de Materia Prima con sistema de refrigeración.

Fuente: [www.comerciointegral.com.ar](http://www.comerciointegral.com.ar)

### 8.3.1-2 Diseño de Tanque de Almacenamiento de $H_2SO_4$ , T-002

El diseño de T-002 se realizó según los pasos indicados en el apartado 7.3.1.1 “Diseño de Tanque”.

El criterio que se tiene en cuenta para el cálculo del volumen del tanque es de acuerdo a la carga de compra que las empresas proveen. Se establece de esta manera un ciclo de compra que contempla también los posibles acontecimientos fortuitos que pudiesen ocurrir a fin de asegurar la provisión permanente del proceso.

La empresa proveedora de ácido sulfúrico es Química Oeste S.A. La misma entrega cargas de 1 tonelada como mínimo para producciones industriales.

En este caso, la cantidad necesaria de ácido es de 1300 kg para 7 días de proceso. Por lo tanto se diseña un tanque con capacidad de 11 días de almacenamiento, lo cual significa un volumen de 2 toneladas de ácido ya que se tiene en cuenta el criterio descripto anteriormente.

En una primera compra se hará una recarga de 2 tn de ácido que luego se repondrá semanalmente (cada 7 días) con 1,3 tn adicional. Esto implica que en caso de una falta inesperada de provisión de ácido, luego de 7 días normales de producción, la planta sigue abastecida durante aproximadamente 4 días más.

Cabe mencionar que para el del depósito de  $H_2SO_4$  se adopta un factor de corrosión de 0,05 cm/año, el cual para una vida útil de 10 años es aceptable.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

$$t_{\text{corrosión}} = 0.05 \frac{\text{cm}}{\text{año}} \cdot 10 \text{año} = 0.5 \text{cm}$$

Se adopta un espesor estándar según “Tabla de Parámetros de Producción - Láminas de Acero”- Outokumpu Fortinox S.A.

Tabla 8.5 Diseño de Tanques de Almacenamiento T-002

Parámetro de diseño	Tanque H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> T - 002
CANTIDAD	1 Tanque
ABASTECIMIENTO	11 días
CAPACIDAD (Tn)	2
RECARGA	1.3 Tn semanal
Caudal (kg/día)	185,52
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1300
Volumen Útil (m <sup>3</sup> )	1,57
Volumen Real (m <sup>3</sup> )	1,90
D (m)	1,08
H (m)	2,16
Altura líquido d (m)	1,72
P <sub>máx</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0,2239
t presión (cm)	0,0146
t corrosión (cm)	0,5
t total (cm)	0,5146
Espesor Mínimo t mín (cm)	0,61
Espesor adoptado Acero A-316 (cm)	0,635
σ <sub>máx</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	23,44

Fuente: Propia

#### 8.3.1-3 Diseño de Tanque de Almacenamiento de NaOH. T-003

El diseño de T-004 se realizó según los pasos indicados en el apartado 7.3.1.1 “Diseño de Tanque”.

Se adopta un espesor estándar según “Tabla de Parámetros de Producción - Láminas de Acero”- Outokumpu Fortinox S.A.

El criterio que se tiene en cuenta para el cálculo del volumen del tanque es de acuerdo a la carga de compra que las empresas proveen. Se establece de esta manera un ciclo de compra que contempla también los posibles acontecimientos fortuitos que pudiesen ocurrir a fin de asegurar la provisión permanente del proceso.

La empresa proveedora de Hidróxido de Sodio es Química Oeste S.A. La misma entrega cargas de 1 tonelada como mínimo para producciones industriales.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

La cantidad necesaria de NaOH es de 0,5 tn para 7 días de proceso. En una primera compra se adquieren de 2,3 tn que luego se repondrá mensualmente (cada 30 días) con 2 tn adicional. Esto implica que en caso de una falta inesperada de provisión de ácido, luego de 30 días normales de producción, la planta sigue abastecida durante aproximadamente 2 días más.

Tabla 8.6 Diseño de Tanques de Almacenamiento T-003

Parámetro de diseño	Tanque NaOH T - 003
CANTIDAD	1 Tanque
ABASTECIMIENTO	32 días
CAPACIDAD (Tn)	2,3
RECARGA	2 Tn mensuales
Caudal (kg/día)	69,6
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1520
Volumen Útil (m <sup>3</sup> )	1,47
Volumen Real (m <sup>3</sup> )	1,76
D (m)	1,04
H (m)	2,08
Altura líquido d (m)	1,73
P <sub>máx</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0,2630
t presión (cm)	0,0180
t corrosión (cm)	0,1
t total (cm)	0,1180
Espesor Mínimo t mín (cm)	0,20
Espesor adoptado Acero A-316 (cm)	0,20
$\sigma_{máx}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	115,72

Fuente: Propia

#### 8.3.1-4 Diseño de Tanque de Almacenamiento de CaCl<sub>2</sub> T-004

El diseño de T-005 se realizó según los pasos indicados en el apartado 7.3.1.1 “Diseño de Tanque”.

Se adopta un espesor estándar según “Tabla de Parámetros de Producción - Láminas de Acero”- Outokumpu Fortinox S.A.

El criterio que se tiene en cuenta para el cálculo del volumen del tanque es de acuerdo a la carga de compra que las empresas proveen. Se establece de esta manera un ciclo de compra que contempla también los posibles acontecimientos fortuitos que pudiesen ocurrir a fin de asegurar la provisión permanente del proceso.

La empresa proveedora de Cloruro de Calcio es Química Oeste S.A. La misma entrega cargas de 1 tonelada como mínimo para producciones industriales.

La cantidad necesaria de CaCl<sub>2</sub> es de 24,6 tn para 7 días de proceso. Debido a que el volumen es elevado, se diseña un tanque con capacidad de 9 días de almacenamiento, lo cual significa un volumen de 31,6 toneladas de solución de CaCl<sub>2</sub> ya que se tiene en cuenta el criterio descripto anteriormente.





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

En una primera compra se hará una recarga de 32 tn de ácido que luego se repondrá semanalmente (cada 7 días) con 24,6 tn adicional. Esto implica que en caso de una falta inesperada de provisión de ácido, luego de 7 días normales de producción, la planta sigue abastecida durante 2 días más.

Tabla 8.7 Diseño de Tanques de Almacenamiento T-004

Parámetro de diseño	Tanque CaCl <sub>2</sub> T - 004
CANTIDAD	1 Tanque
ABASTECIMIENTO	9 días
CAPACIDAD (Tn)	31,6
RECARGA	2,6 Tn semanales
Caudal (kg/ día)	3514,8
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1010
Volumen Útil (m <sup>3</sup> )	31,32
Volumen Real (m <sup>3</sup> )	37,58
D (m)	2,88
H (m)	5,76
Altura líquido d (m)	4,80
P <sub>máx</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0,4849
t presión (cm)	0,0921
t corrosión (cm)	0,1
t total (cm)	0,1921
Espesor Mínimo t mín (cm)	0,39
Espesor adoptado Acero A-316 (cm)	0,40
σ <sub>máx</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	363,8

Fuente: Propia

- **Conexiones de los Tanques de Almacenamiento**

Estos tanques tienen una serie de conexiones y aberturas roscadas y bridadas. A continuación se detallan las mismas:

Una abertura de ½" de diámetro, correspondiente a la entrada de la materia, ubicada en la parte superior de las paredes del tanque.

Una abertura de ¼" de diámetro, correspondiente al sistema de control de pH y temperatura, ubicadas en las paredes laterales.

Una abertura de ½" de diámetro, correspondiente a una purga del sistema, ubicada en la tapa.

Una abertura de ½" de diámetro, correspondiente a la salida de la materia, ubicada en el centro del fondo.

Tres aberturas de ¼" de diámetro, correspondiente a las entradas de los sistemas de dosificación, ubicadas en la parte superior de las paredes del tanque.



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 8.3.2 Diseño de Silo de Almacenamiento para maltodextrina. SL-001

Entre los materiales más comunes para la construcción de silos se encuentran el hormigón armado y las aleaciones metálicas (preferentemente acero inoxidable y aluminio). Se resuelve utilizar una aleación metálica, ya que, en general, conlleva menor coste que el hormigón armado.

Toda normativa aplicada al diseño de los silos tiene como base la “Teoría de Janssen”, que parte del análisis de esfuerzos a un elemento de volumen caracterizado por una altura diferencial. En otras palabras, realiza un análisis de fuerzas sobre una oblea de espesor diferencial.

Para que el diseño sea correcto, tanto el diseño estructural como el diseño de uso deben contemplarse de manera conjunta como se describe a continuación.

- *Diseño de uso.*

Hace referencia al modo de operación del silo. Diferencia los estados estáticos de los dinámicos, siendo este último la carga y el vaciado del mismo. Durante la carga del silo, que puede hacerse por diferentes medios (transporte neumático, elevadores de cangilones, etc.) se suele producir una segregación radial que promueve a las partículas más pesadas hacia las paredes del silo, mientras que las ligeras quedan en la zona central. Según la forma en que se desaloje el material almacenado en un silo existen tres patrones fundamentales de vaciado:

1. Flujo de conducto, de embudo (No dinámico, Figura 7.2): el material que forma una columna de diámetro aproximadamente de la boca de salida y que se encuentra justamente encima de ésta es el que está en movimiento, el resto del producto almacenado (un 70 %) permanece en reposo. El último material en entrar al silo es el primero que sale.

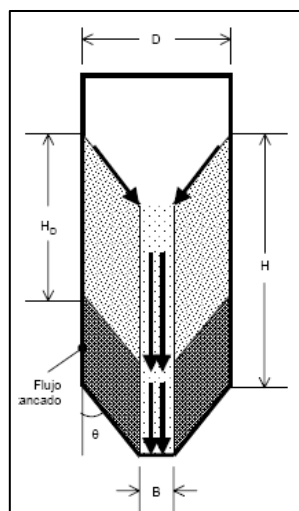


Figura 8.2 - Flujo no dinámico  
Fuente: Mondaray Laguna



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

2. Flujo masivo (Dinámico, Figura 7.3): Toda la masa de material almacenado en el silo se vacía uniformemente. El último material en entrar al silo es el último en salir de él, no apareciendo zonas “muertas” en el depósito.

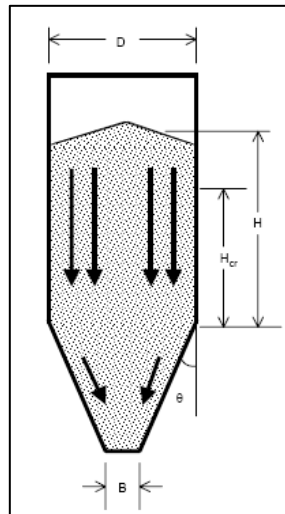


Figura 8.3 - Flujo dinámico  
Fuente: Mondaray Laguna

3. Flujo mixto (Figura 7.4): Es un flujo combinación de los dos anteriores

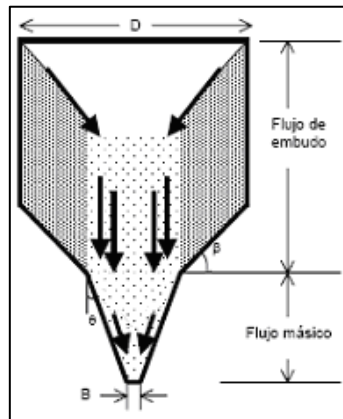


Figura 8.4 - Flujo mixto  
Fuente: Mondaray Laguna

Se ha demostrado que en los silos con relación altura/diámetro igual o superior a 2, el vaciado se da según lo mencionado anteriormente como flujo de conducto; Mientras que, ángulos mayores de  $75^\circ$  en la tolva, favorecen el vaciado en flujo masivo.

En la siguiente tabla (Tabla 7.8) se muestran las aplicaciones típicas de los patrones de vaciado ya mencionados.



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 8.8 - Flujos de Descarga en Silos

Patrón de Flujo	Aplicaciones típicas
<b>Flujo en Conducto</b>	Materiales de flujo fácil, inertes: <ul style="list-style-type: none"><li>- Productos abrasivos</li><li>- Arena, grava, minerales, carbón</li><li>- Gránulos plásticos</li><li>- Cargas discontinuas de materiales de flujo fácil</li></ul>
<b>Flujo Mixto</b>	Flujo difícil, inertes: <ul style="list-style-type: none"><li>- Cemento, dióxido de titanio, negro de humo</li><li>- Carbón fino, materiales húmedos</li><li>- Cargas discontinuas de materiales de flujo difícil</li></ul>
<b>Flujo Masivo</b>	Productos degradables de flujo fácil o difícil: <ul style="list-style-type: none"><li>- Almacenaje higiénico</li><li>- Sustancias higroscópicas</li><li>- Azúcar, sal, harina, talco y similares</li><li>- Mezclas</li></ul>

Fuente: Tesis Javier Mondaray Laguna

#### - Diseño estructural.

H. A. Janssen estudió las presiones estáticas debido al material almacenado en silos y fue el primer método para el cálculo del diseño de los mismos, además de ser también uno de los métodos más empleados y recomendados por la mayoría de las normativas. Su teoría se basa en el equilibrio de una sección diferencial del silo con el material en reposo. Con este análisis consiguió derivar la expresión para la presión vertical del material, la presión lateral y la fuerza de fricción en la pared del silo. En la siguiente figura se aprecia el Método de Janssen.

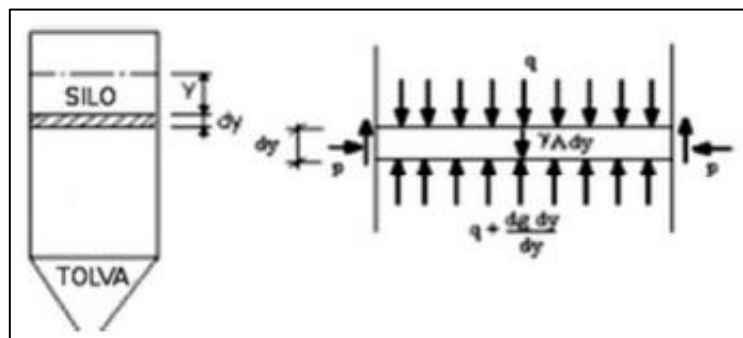


Figura 8.5 - Método de Janssen

Fuente: Mondaray Laguna

Como se menciona en el párrafo anterior, a partir de su teoría, Janssen llega a una serie de expresiones matemáticas que definen las presiones y la fuerza de fricción en las paredes del silo, las mismas se expresan a continuación.

Partiendo de:



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

$$q = \gamma \cdot Y_0 \cdot \left[ 1 - \exp\left(-\frac{Y}{Y_0}\right) \right]$$

$$p = k \cdot q$$

$$k = \frac{1 - \text{sen} \rho}{1 + \text{sen} \rho}$$

$$Y_0 = \frac{R}{\mu' \cdot k}$$

$$V_Y = R \cdot \gamma \cdot (Y - q)$$

Se deduce la ecuación de Janssen:

$$P_v = \frac{g \cdot \rho_b \cdot D}{4\mu' \cdot K'} \cdot \left[ 1 - e^{-\frac{4\mu' \cdot K' \cdot h}{D}} \right]$$

Dónde:

- $P_v$  o  $q$  = Presión vertical a la profundidad  $h$ .
- $h$  = altura del silo.
- $Y$  = Profundidad media desde la sup. del silo.
- $K$  o  $k$  = Coeficiente de Rankine para presión activa.
- $\mu'$  = Coeficiente de fricción entre el material y la pared. (Se calcula como la tangente del ángulo de fricción del sólido a granel con respecto a las paredes del silo ( $\Phi$ )).
- $\rho_b$  = Densidad del sólido a granel.
- $D$  = Diámetro del silo.
- $\gamma$  = Densidad aparente.
- $R$  = Radio hidráulico, para silos circulares  $D/4$ .
- $\rho$  = Ángulo de fricción interno del material.
- $V_Y$  = Fuerza de fricción.

La teoría de Janssen, aplicada a las tolvas, da como resultado la siguiente expresión para las presiones:

$$q_0 = p \cdot \text{sen}^2 \alpha + q \cdot \text{sen}^2 \alpha$$

Dónde:

- $\alpha$  = Ángulo de inclinación de la tolva con respecto a la horizontal.
- $p$  y  $q$  = Presiones horizontales y verticales a la altura correspondiente del punto de interés.

Pese a que la situación crítica se da durante la carga y vaciado del silo, las presiones estáticas calculadas son útiles para cubrir los desvíos que pudiesen producirse respecto a las condiciones de reposo.

Cuando se procede a realizar el diseño estructural de un silo se debe comenzar con un análisis cualitativo del problema a resolver. En el caso del diseño de un silo metálico, el objetivo será el cálculo de los espesores de chapa precisos para que el silo no falle. Con este propósito se hallan las presiones vertical y horizontal, y empleando la expresión de la resistencia de materiales para cuerpos cilíndricos de paredes delgadas, combinando con el dato de esfuerzo máximo permitido para el material de construcción del que se trate, se obtendrán dichos espesores.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Para el empleo de la expresión de Janssen, cabe comentar que el factor de fricción  $\mu'$  se calcula como la tangente del ángulo de fricción del sólido a granel con respecto a las paredes del silo. Este dato se puede encontrar en cierta bibliografía o debe estimarse experimentalmente; pero nunca debe confundirse con el ángulo de reposo del material a granel en cuestión. Cuando se acomete el diseño de un silo es preciso estudiar si se trata de un modelo de flujo en conducto o flujo masivo.

Dicho todo esto, se procederá al diseño del silo, determinando para ello sus dimensiones y espesor del mismo.

Diseño de la parte cilíndrica

El almacenamiento de producto será de 8 días debido a que se tienen 4 días de almacenamiento de producción y espacio para 4 días más de almacenamiento en el caso de una eventualidad que impide la salida de producto terminado. Se almacena en 6 silos idénticos debido a las dimensiones de los mismos.

- En primer lugar se calcula el volumen útil mínimo que debe tener el silo; Teniendo en cuenta que al día se producen 35072,88 kg/día de maltodextrina y que la densidad media del producto obtenido es de 450kg/m<sup>3</sup>.

***35072,88 kg de maltodextrina/día. 8 días = 280583,04 kg de maltodextrina***

***V<sub>útil</sub> = (280583,04 kg maltodextrina/6 silos)/450kg/m<sup>3</sup> = 108,6 m<sup>3</sup>/silo***

Aplicando el concepto de sobredimensionar en un 20% (V<sub>real</sub>=1.2V<sub>útil</sub>), se obtiene el volumen real del silo.

***V<sub>real</sub> = 1,2.108,6 m<sup>3</sup> = 130 m<sup>3</sup>***

- En segundo término, aplicando la ecuación del volumen y la relación de esbeltez, se obtienen las dimensiones D y H:

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H ; \frac{H}{D} = 2$$

***D=4,36m***

***H=8,72m***

Si bien se mencionó que para relaciones de altura/diámetro iguales o superiores a 2, el vaciado se da según flujo de conducto, el silo objeto de estudio se diseña para flujo masivo, ya que con este tipo de flujo se evitan regiones estáticas de material durante un tiempo indefinido, lo cual podría provocar el deterioro del material almacenado. Además, el sólido a granel fluiría mejor en flujo masivo.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

La gran desventaja del empleo de silos en flujo masivo reside en la inclinación que debe tomar la tolva (mayor que para flujo tipo conducto). Esto conlleva que para una misma altura de estructura (sin tolva), se requerirá una mayor altura de conjunto (con tolva) para igualar la capacidad de almacenamiento, o lo que es lo mismo, la tolva requerirá mayor ángulo de inclinación.

Ya que no es demasiado fácil encontrar datos de flujo de maltodextrina, se resuelve elegir flujo masivo para almacenarla por dos razones principales: prevenir zonas muertas y facilitar el flujo de descarga.

Una vez decidido el tipo de flujo, se procede al diseño del silo. Se escoge una altura de la parte cilíndrica igual a 2 veces el diámetro, jugando con el ángulo de la tolva se obtendrá flujo masivo.

- Calculados la altura y el diámetro del silo, en tercer lugar, se determina la presión en la pared del fondo utilizando las expresiones para sólidos a granel. Para realizar el cálculo, se siguen los siguientes pasos:

a) Cálculo del coeficiente de fricción.

Debemos conocer primeramente el valor del ángulo de fricción. Para material granular estándar, se suele tomar un valor de  $\Phi = 20^\circ$ . Por lo que:

$$\mu' = \tan(\phi) = 0.364$$

b) Se asume un valor para el coeficiente de Rankine ( $K'$ ) igual a 0.4 (valor usual sino se dice lo contrario).

c) Utilizando la ecuación de Janssen se obtiene el valor de la presión vertical:

$$q = P_v = 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 450 \text{ kg/m}^3 \cdot 4,36 \text{ m} / 4,0,364 \cdot 0,4 \cdot (1 - e^{-4,0,364 \cdot 0,4 \cdot 4,8,72 \text{ m} / 4,36 \text{ m}}) = 20860 \text{ N/m}^2$$

d) A partir de la presión obtenida, se calcula la presión horizontal. Para ello multiplicamos la presión vertical por el coeficiente de Rankine, por lo que se obtiene:

$$p = P_v \cdot K'$$

$$p = 8344 \text{ N/m}^2$$

- **Cálculo del espesor**

Para el cálculo del espesor del silo, se debe tener en cuenta el punto del mismo que soporte el mayor esfuerzo. Este punto coincide con la unión soldada entre la parte cilíndrica y la tolva tal y como se muestra en la Figura 7.6.



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

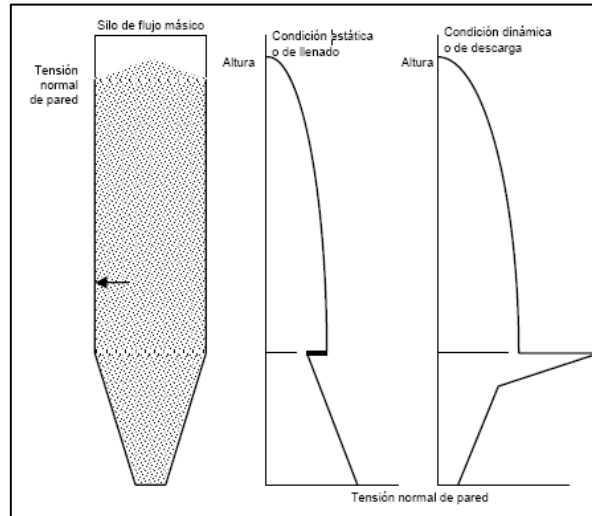


Figura 8.6 - Distribución de la carga en la pared de un silo.

Fuente: Mondaray Laguna

Se seguirá el mismo procedimiento que para el cálculo de los tanques de almacenamiento por lo que se aplicarán directamente las ecuaciones para el cálculo del silo.

El espesor total es de:

$$t_{total}=4,4mm$$

Este espesor debe ser superior al espesor mínimo, que será de:

$$t_{min}=2,5+4360mm/1000+1mm=5,36mm$$

Como no se cumple que sea mayor, se escogerá este último como espesor de diseño del silo. Entonces, el espesor del silo de maltodextrina será de 5.36 mm. Se adopta entonces un espesor estándar de 6 mm según "Tabla de Parámetros de Producción - Láminas de Acero"- Outokumpu Fortinox S.A.

Se deberá comprobar también que la tensión máxima que tiene lugar en el depósito es menor que la tensión admisible o de trabajo del material del silo. Siendo el resultado en este caso:

$$\sigma_{max}=1,21kg/cm^2 \cdot 218cm/0,53cm=527kg/cm^2$$

### 1.1.1.1. Diseño de la tolva

Los parámetros de diseño de la tolva son el ángulo del fondo (respecto a la horizontal o la vertical) y el diámetro de salida para obtener un determinado tipo de flujo, en este caso, flujo masivo.

Los parámetros de diseño de la tolva son entonces:





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

$$D = 0.174m$$

$$\theta = 24^\circ \text{ (} 66^\circ \text{ con la horizontal).}$$

La altura de la tolva se calcula por trigonometría, teniendo en cuenta el esquema de la Figura 7.7.

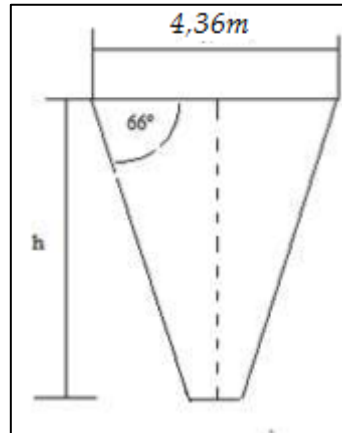


Figura 8.7 - Determinación de altura de tolva.  
Fuente: Mondaray Laguna

Dando como resultado:

$$H = 4,36m / 2 \cdot \tan(66) = 4,89m$$

La altura total del silo será la suma de la altura de la parte cilíndrica más la altura de la parte cónica:

$$H_{total} = 4,89m + 8,72 = 13,61m$$

Conexiones del Silo de Almacenamiento de maltodextrina

El silo tiene una serie de conexiones y aberturas roscadas y bridadas. A continuación, se detallan las mismas:

Una abertura de 2" de diámetro, correspondiente a la entrada de maltodextrina, ubicada en la parte superior de las paredes del silo.

Una abertura de ¼" de diámetro, correspondiente al sistema de control de pH y temperatura, ubicadas en las paredes laterales.

Una abertura de ½" de diámetro, correspondiente a una purga del sistema, ubicada en la tapa.

Características de construcción del Silo de Almacenamiento de maltodextrina



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

La siguiente Tabla 7.9, muestra un resumen de los parámetros a tener en cuenta para la construcción del silo de almacenamiento del producto final.

La empresa que será encargada de llevar a cabo la construcción es Montajes Imeca S.A.

Tabla 8.9 - Parámetros de diseño del Silo.

SILO SL - 001	
Tipo Tanque	Silo almacenamiento
Volumen (m <sup>3</sup> )	130
Diámetro (m)	4,36
Relación H/D	2
MATERIAL CONSTRUCCIÓN	Acero al carbono SA 283-A
Espesor (mm)	5,36
Diámetro inferior tolva (m)	0,174
Angulo	24°
CONDICIONES OPERACIÓN	
Flujo o Alimentación (kg)	4886,841
Densidad (kg/m3)	450
Temperatura (°C)	25
Tiempo de descarga (min)	6,6

Fuente: Propia



Figura 8.8 - Silo de Almacenamiento para maltodextrina.

Fuente: [www.montajesimeca.com.ar](http://www.montajesimeca.com.ar)

#### 8.3.3 Diseño de Tanques Mezcla Agitados ME-001 y ME-002

En este apartado se presenta el diseño de los dos tanques mezcla agitados que serán usados en el proceso para la regulación del pH de las soluciones.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

En las tablas presentadas a continuación, (Tabla 7.10 y 7.1), se resumen los cálculos de diseño para estos equipos. Los mismos fueron realizados según los pasos indicados en el apartado 7.3.1.1 “Diseño de Tanque” y “Diseño de Agitador”.

- Diseño de Tanque

Cabe mencionar de igual manera que se utiliza como material de fabricación para el tanque acero inoxidable A-316, ya que es un material resistente a la corrosión.

Se adopta un espesor estándar según “Tabla de Parámetros de Producción - Láminas de Acero”- Outokumpu Fortinox S.A.

Tabla 8.10 - Parámetros de diseño de Tanques Agitados

Parámetro de diseño	Tanque Agitado Regulación pH ME - 001	Tanque Agitado Regulación pH ME - 002
Caudal (kg/h)	4656,44	4461,52
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1210	1150
Volumen Útil (m <sup>3</sup> )	3,84	3,78
Volumen Real (m <sup>3</sup> )	4,60	4,41
D (m)	1,43	1,77
H (m)	2,86	3,54
Altura líquido d (m)	2,39	2,39
P <sub>máx</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	2888	2752
P <sub>máx</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0,2888	0,2752
t presión (cm)	0,0273	0,026
t corrosión (cm)	0,1	0,1
t total (cm)	0,1273	0,1260
Espesor Mínimo t mín (cm)	0,24	0,24
Espesor adoptado Acero A-316 (cm)	0,25	0,25
σ <sub>máx</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	162,58	156,86

Fuente: Propia

- Diseño de Agitador

Con la incorporación de un sistema de agitación, se pretende conseguir una mezcla adecuada y lo más homogénea posible en el tanque para favorecer la regulación de la acidez.

Se hacen una serie de consideraciones a tener en cuenta para el diseño:

- Datos relativos a la viscosidad de la disolución: El agua junto con el almidón forma una pasta muy viscosa y según la bibliografía consultada, para una mezcla al 50%,  $\mu = 25\text{Pa}\cdot\text{s}$ ; Si bien esta no es la concentración para el proceso, se resuelve tomar este dato ante la escasez de información.
- Para el cálculo de la potencia, se estima un rendimiento del 95%.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Se muestra en la siguiente Tabla 7.11 el resumen de los parámetros del diseño de agitador calculados, que luego se detallan a continuación de la misma.

Tabla 8.11 - Parámetros de diseño de Tanques Agitados

Parámetro de diseño	Tanque Agitado Regulación pH ME - 001	Tanque Agitado Regulación pH ME - 002
Sección (m <sup>2</sup> )	2,54	2,46
Sección (pie <sup>2</sup> )	27,34	26,47
Diámetro de Impulsor (m)	0,72	0,71
Diámetro de Paletas (m)	0,14	0,14
Velocidad de Agitación (rpm)	100	221
Vel. Real de Agitación (rpm)	100	230
NRe	96	89
NP	1,37	1,37
f <sub>μ</sub>	1,6	1,7
NPreal	2,19	2,33
P (HP)	2,32	2,18
P (kW)	1,73	1,63
P real (kW)	1,84	1,70
P estándar (kW)	4	4
D (m)	1,8	1,7
Altura líquido (m <sup>3</sup> /m)	2,54	2,46
Volumen Mezcla (m <sup>3</sup> )	4,59	4,36
Z (m)	1,80	1,78
Z/D	1	1
Nº Impulsores	1	1
Altura resp Fondo, Z/3 (cm)	60	59

Fuente: Propia

El diseño del agitador se lleva a cabo según Mc Cabe Smith, "Agitación y Mezcla de Líquidos" mediante las siguientes etapas:

- Elección del tipo de agitador

Considerando los distintos tipos de agitadores y su aplicación, se puede hacer una breve clasificación de los mismos; Los de hélice se utilizan para líquidos de baja viscosidad, mientras que los de paletas planas son adecuados para evitar la formación de depósitos en superficies de intercambio de calor, pero no son buenos mezcladores. El de tipo turbina, funciona como buen mezclador en un gran rango de viscosidades.

Se resuelve entonces elegir un agitador tipo turbina con 4 álabes inclinados ya que incrementa el grado de mezcla respecto de los planos,  $W/D=1/5$  (relación altura/diámetro de las paletas) y  $NP=1,37$  (Número de potencia), que es el más usual y conocido.



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

➤ Evaluación de la capacidad volumétrica de agitación

Es necesario estimar la intensidad de agitación requerida. Para ello, se dispone de la Figura 7.9 en la que se describen diversos objetivos u operaciones de agitación respecto a un parámetro práctico definido en agitación y mezcla: “bulk velocity”, análogo a una velocidad en el tanque (respecto a su sección transversal). Al tratarse de una operación en discontinuo, esta velocidad durante el tiempo de agitación es nula.

Bulk velocity, ft/s (m/s)	Description
0.1 (0.03) ↓ 0.2 (0.06)	Bulk velocities of 0.1 and 0.2 ft/s (0.03 and 0.06 m/s) are characteristic of applications requiring a minimum of liquid motion. Bulk velocity of 0.2 ft/s (0.06 m/s) will <ul style="list-style-type: none"><li>• Blend miscible liquids to uniformity if specific gravity differences are less than 0.1</li><li>• Blend miscible liquids to uniformity if the viscosity of the most viscous is less than 100 times that of any other</li><li>• Establish liquid motion throughout the batch</li><li>• Produce a flat but moving liquid surface</li></ul>
0.3 (0.09) ↓ 0.6 (0.18)	Bulk velocities between 0.3 and 0.6 ft/s (0.09 and 0.18 m/s) are characteristic of most agitation used in chemical processes. Bulk velocity of 0.6 ft/s (0.18 m/s) will <ul style="list-style-type: none"><li>• Blend miscible liquids to uniformity if the specific gravity differences are less than 0.6</li><li>• Blend miscible liquids to uniformity if the viscosity of the most viscous is less than 10,000 times that of any other</li><li>• Suspend trace solids (&lt;2%) with settling rates of 2 to 4 ft/min (0.01 to 0.02 m/s)</li><li>• Produce surface rippling at low viscosities</li></ul>
0.7 (0.21) ↓ 1.0 (0.30)	Bulk velocities between 0.7 and 1.0 ft/s (0.21 and 0.30 m/s) are characteristic of applications requiring a high degree of agitation, such as critical reactors. Bulk velocity of 1.0 ft/s (0.30 m/s) will <ul style="list-style-type: none"><li>• Blend miscible liquids to uniformity if the specific gravity differences are less than 1.0</li><li>• Blend miscible liquids to uniformity if the viscosity of the most viscous is less than 100,000 times that of any other</li><li>• Suspend trace solids (&lt;2%) with settling rates of 4 to 6 ft/min (0.02 to 0.03 m/s)</li><li>• Produce surging surface at low viscosities</li></ul>

Figura 8.9 - Bulk Velocities  
Fuente: Tesis Javier Mondaray Laguna

Sin embargo, en la figura anteriormente especificada, aparece un valor de  $v = 0,6$  ft/s como el más utilizado en diseño en la mayor parte de las operaciones de agitación. Al ser necesario introducir este parámetro en diseño de agitadores, se toma por defecto este valor.

La sección del tanque se calcula mediante la siguiente ecuación:



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$

Se calcula un caudal volumétrico ficticio, pero necesario para el diseño del agitador.

$$Q = \text{Bulk velocity} \cdot S$$

Tabla 8.12 - Parámetros de diseño del agitador.

Parámetro de diseño	Tanque Agitado ME - 001
Sección (m <sup>2</sup> )	2,54
Sección (pie <sup>2</sup> )	27,34
Caudal Volumétrico (pie <sup>3</sup> /min)	962,4

Fuente: Propia

- Diámetro del impulsor y determinación de la velocidad de agitación.

Para realizar esta etapa de diseño del agitador, se requiere el uso de un gráfico  $N_Q$  frente a  $N_{Re}$  como el que aparece en la siguiente Figura 7.10.

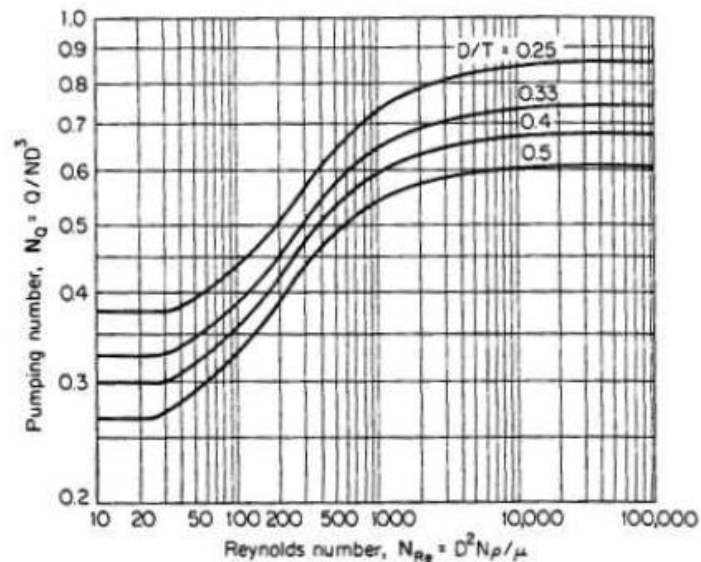


Figura 8.10 - Gráfico  $N_Q$  vs  $N_{Re}$   
Fuente: Tesis Javier Mondaray Laguna

El cálculo se lleva a cabo mediante un proceso iterativo en el cual se realizan las siguientes operaciones:



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

- Se comienza suponiendo un diámetro del impulsor (D) y un valor para la razón diámetro del impulsor/diámetro del tanque (T) entre 0.2-0.6 (se suele tomar como primer valor 0.4). Entonces, con  $D/T=0.4$  y el diámetro del tanque se obtiene D.
- Se obtiene el diámetro de las paletas W, mediante la relación altura/diámetro de las paletas  $W/D=1/5$ .
- A continuación, se determina el número de Reynolds del impulsor, suponiendo un valor inicial de la velocidad de rotación, N, que usualmente para empezar la iteración es de  $N = 100\text{rpm}$ .

$$N_{Re} = \frac{D^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu}$$

Tabla 8.13 - Parámetros de diseño del agitador.

Parámetro de diseño	Tanque Agitado ME - 001
Diámetro de Impulsor (m)	0,72
Diámetro de Paletas (m)	0,14
NRe	1922260,64
Velocidad de Agitación (rpm)	100

Fuente: Propia

- Selección de la velocidad de agitado y potencia del motor agitador
- Selección de la Velocidad de Agitación

La velocidad de agitación, N, se representa mediante valores normalizados y se debe escoger el valor N normalizado superior más cercano al N calculado para mejorar la dispersión.

El valor escogido es  $N = 100\text{ rpm}$ .

- Cálculo de la Potencia del Motor

Para un agitador de tipo turbina con 4 álabes inclinados se estima usualmente un Número de Potencia  $NP = 1,37$ .

Haciendo uso de la gráfica (Figura 7.11) se ingresa con el número de Reynolds hasta donde corta la curva de paletas inclinadas (Pitched-blade impellers) y se lee el valor del factor de corrección de viscosidad que luego se multiplica por el número de potencia. En este caso,  $f_{\mu} = 1,7$  y la ecuación es la siguiente:

$$N_{Preal} = f_{\mu} \cdot N_P$$



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

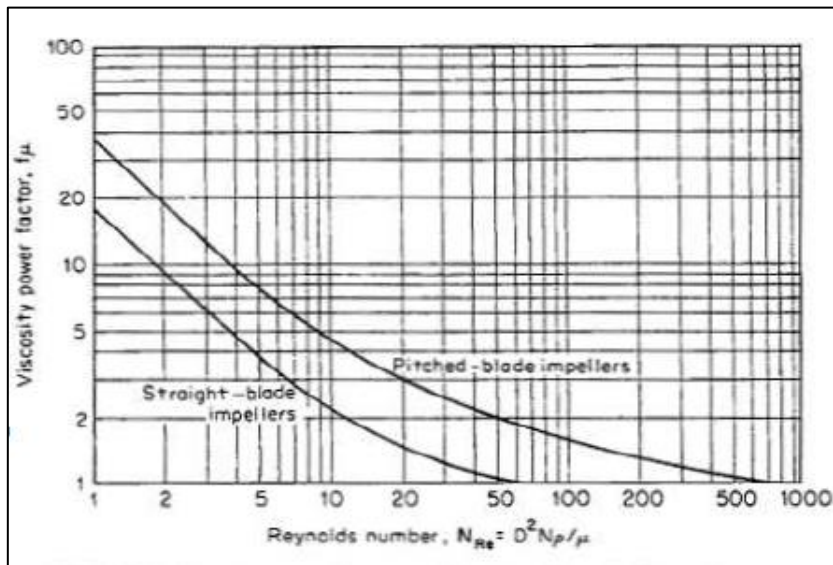


Figura 8.11 - Viscosidad en función del número de Reynolds  
Fuente: Tesis Javier Mondaray Laguna

Una vez obtenido NP, se calcula la potencia del agitador mediante la siguiente ecuación y suponiendo un rendimiento del 90%, se estima la potencia mínima del motor.

$$N_P = \frac{P}{\rho \cdot N^3 \cdot D^5}$$

La siguiente tabla muestra los resultados de este apartado (Tabla 7.14).

Tabla 8.14 - Parámetros de diseño del agitador.

Parámetro de diseño	Tanque Agitado ME - 001
Velocidad de Agitación (rpm)	100
NRe	1922260,64
NP	1,37
fμ	1,6
NPreal	2,19
P (HP)	2,32
P (kW)	1,73
P real (kW)	1,84
P estándar (kW)	4

Fuente: Propia

Se escoge un motor estándar de P=4 kW para satisfacer las necesidades de agitación. Según (Sciolo, s.f.)





**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

- Determinación del número de impulsores.

Se debe comprobar si un solo agitador es suficiente para proporcionar la agitación deseada. Para ello se hace uso de la siguiente Figura 7.12.

**TABLE 12.2** Capacity Data for Cylindrical Vessels

Vessel diameter		Volume of cylindrical vessel		Depth and volume of vessel head			
				Standard dished head		ASME flanged and dished head	
ft-in	in	Straight side, gal/in	Square-batch, gal	Depth, in	Volume, gal	Depth, in	Volume, gal
3 ft	36	4.40	159	4.9	11	6.0	16
3 ft 6 in	42	5.99	252	5.7	18	7.2	25
4 ft	48	7.83	376	6.5	27	8.0	37
4 ft 6 in	54	9.91	535	7.3	38	9.0	53
5 ft	60	12.2	734	8.1	52	10	78
5 ft 6 in	66	14.8	977	8.9	70	11	104
6 ft	72	17.6	1269	9.7	90	12	135
6 ft 6 in	78	20.7	1631	11	114	14	170
7 ft	84	24.0	2041	11	142	15	212
7 ft 6 in	90	27.5	2478	12	174	15	261
8 ft	96	31.3	3007	13	212	16	314
8 ft 6 in	102	35.3	3607	14	254	18	375
9 ft	108	39.6	4287	15	301	19	446
9 ft 6 in	114	44.1	5035	15	353	20	524
10 ft	120	48.9	5873	16	414	21	612
10 ft 6 in	126	54	6799	17	480	22	705
11 ft	132	59	7817	18	560	23	806
11 ft 6 in	138	65	8932	20	665	24	926
12 ft	144	70	10148	20	735	25	995

Note: 1.0 ft = 0.3048 m; 1.0 in = 0.0254 m; 1.0 gal/in = 0.149 m<sup>3</sup>/m; 1.0 gal = 3.785 × 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>.

Figura 8.12 - Valores de altura de líquido y volumen de mezcla.  
Fuente: Tesis Javier Mondaray Laguna

Los cálculos anteriores son válidos para el caso en que la altura del tanque coincide con el diámetro del mismo (H=D).

Con el diámetro del tanque D, la altura del líquido obtenida de la figura anterior (m<sup>3</sup>/m) y el volumen de mezcla se obtiene la altura del líquido, Z.

Luego determinamos la relación Z/D y comparamos este resultado con los valores (Z/T) de la Figura 7.13, que se muestra a continuación y obtenemos tanto el número de impulsores necesarios a colocar como la altura respecto del fondo a la que se encuentran ubicados.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Viscosity, cP (Pa · s)	Maximum level, Z/T	Number of impellers	Impeller clearance	
			Lower	Upper
<25,000 (<25)	1.4	1	Z/3	—
<25,000 (<25)	2.1	2	T/3	(2/3)Z
>25,000 (>25)	0.8	1	Z/3	—
>25,000 (>25)	1.6	2	T/3	(2/3)Z

Figura 8.13 - Numero de impulsores en funcion de la altura Z/T  
Fuente: Tesis Javier Mondaray Laguna

- **Conexiones para Tanques Mezcla Agitados**

Estos tanques tienen una serie de conexiones y aberturas roscadas y bridadas. A continuación, se detallan las mismas:

Una abertura de ½" de diámetro, correspondiente a la entrada de la lechada, ubicada en la parte superior de las paredes del tanque.

Una abertura de ¼" de diámetro, correspondiente al sistema de control de pH y temperatura, ubicadas en las paredes laterales.

Una abertura de ½" de diámetro, correspondiente a una purga del sistema, ubicada en la tapa.

Una abertura de ½" de diámetro, correspondiente a la salida de la solución, ubicada en el centro del fondo.

Una abertura de 2" de diámetro, correspondiente al eje del sistema de agitación, desplazada del centro en una distancia de ¼ del radio del tanque. Esta abertura esta reforzada mediante un sistema que sirve de soporte a los rodamientos del eje.

Una abertura de ¼" de diámetro, correspondiente a las entradas de los sistemas de dosificación de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio respectivamente para cada tanque, ubicada en la parte superior de las paredes del tanque.

- **Características de construcción de Tanques Mezcla Agitados**

La empresa que será encargada de llevar a cabo la construcción es Montajes Imeca S.A., mediante los parámetros calculados anteriormente que se detallan en la Tabla 7.15 a continuación.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 8.15 - Parámetros de diseño de Tanques Mezcla Agitados.

Características Generales	Tanque Agitado Regulación pH ME - 001	Tanque Agitado Regulación pH ME - 002
<b>TANQUE</b>	Tanque con agitación	Tanque con agitación
Volumen (m <sup>3</sup> )	4,60	4,41
Diámetro (m)	1,43	1,77
Relación H/D	2	2
Espesor (mm)	2,5	2,5
<b>MATERIAL CONSTRUCCIÓN</b>	Acero al carbono SA 283-A	Acero al carbono SA 283-A
<b>AGITACIÓN</b>		
Agitadores	1	1
Tipo	4 álabes inclinados	4 álabes inclinados
Diámetro (m)	0,72	0,71
Potencia adoptada (kW)	4	4
<b>CARACTERÍSTICA OPERACIÓN</b>		
Flujo o Alimentación (kg)	4656,44	4461,52
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1210	1150
pH	6,2-6,4	4,5-5,5
Tiempo de Operación (hora)	1	1

Fuente: Propia

Cabe mencionar en la siguiente tabla (Tabla 7.16) las características principales del tipo de acero elegido para la construcción de estos tanques.

Tabla 8.16 - Características del Acero

MATERIAL CONSTRUCCIÓN	Acero al carbono SA 283-A
Límite de cizalladura (kPa)	41.370
Tensión admisible (kPa)	68.950
Módulo de elasticidad (kPa)	193.000.000
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	8.027

Fuente: Tesis Javier Mondaray Laguna





## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Figura 8.14 - Tanque Agitado para regulación de pH  
Fuente: www.montajesimeca.com.ar

### 8.3.4 Diseño de Reactor enzimático

Para comenzar con el diseño del equipo clave en el proceso de producción, se cita a continuación (Tabla 7.17) las corrientes y sus respectivos componentes que ingresan al mismo.

Tabla 8.17 - Corrientes de alimentación al reactor.

Corriente	Masa (kg/h)
Almidón	1454,79
Disolución acuosa	3170,23
Enzima	1,82
Calcio	146,45
Ácido Sulfúrico	5,41

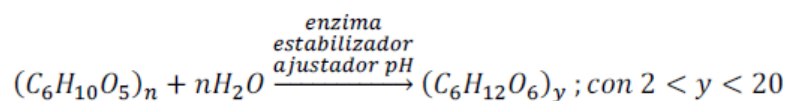
Fuente: Propia

Se dispone de 2 (dos) reactores que operan en modo batch, de tipo tanque agitado con camisa de calefacción, puesto que la reacción se lleva a cabo a la temperatura de 95°C.

- **Cinética de Reacción**

Es necesario conocer tanto la reacción que tiene lugar dentro del reactor como su cinética para poder diseñarlo.

La reacción global que tiene lugar es la que se muestra a continuación y consiste en la reacción enzimática del almidón en medio acuoso donde se modifican sus propiedades gelificantes como así también su estructura. Se obtiene un producto con propiedades mejoradas a las del almidón conocido como maltodextrina.



Las posibles reacciones secundarias que pudiesen ocurrir no se van a considerar puesto que se carece de información al respecto.

La velocidad de reacción se ajusta a una cinética de primer orden, definida mediante la siguiente expresión:

$$-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B.$$

Para realizar el diseño se debe aceptar la hipótesis de mezcla perfecta dentro del reactor que es válida cuando la mezcla está bien agitada y es poco viscosa. En este caso se puede asegurar una buena agitación pero no una baja viscosidad, aun así se aceptará la hipótesis de mezcla perfecta.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

- **Diseño del Tanque**

El cálculo parte de la ecuación de diseño de un reactor discontinuo de mezcla perfecta como la que se muestra a continuación.

En la misma, se presenta una igualdad entre el tiempo de residencia de la mezcla reaccionante y un producto entre dos términos, que involucran tanto el volumen de la mezcla como una integral respectivamente.

Conocido el tiempo de residencia para llevar a cabo la reacción, se procede en primer lugar a resolver la integral y en segundo lugar despejar el volumen útil del reactor.

$$t_R = \frac{N_{A0}}{V} \cdot \int_{x_{A0}}^{x_{Af}} \frac{dx_A}{-r_A} = c_{A0} \int_{x_{A0}}^{x_{Af}} \frac{dx_A}{k C_A C_B} = \frac{V}{k N_{B0}} \cdot \int_{x_{A0}}^{x_{Af}} \frac{dx_A}{(1 - X_A) \cdot \left(1 - \frac{N_{A0}}{N_{B0}} \cdot X_A\right)}$$

Dónde:

- $t_R$  = Tiempo de reacción.
- $(-r_A)$  = Velocidad de reacción del reactivo limitante (A).
- $k$  = Constante cinética. Para esta reacción en particular, se obtiene el dato según “Handbook of Starch Hydrolysis Products and their Derivatives”.
- $N_{A0}$  = Número de moles iniciales de almidón (reactivo limitante).
- $N_{B0}$  = Número de moles iniciales de agua.
- Valor de Resolución Integral =  $n = 2,19$ .

Los valores de cada término de la ecuación se muestran en la tabla siguiente (Tabla 7.18)

Tabla 8.18 – Datos Ecuación Diseño Reactor.

Parámetro de diseño	Reactor Tanque Agitado R - 001
$t_R$ (min)	30
$k$ (L/mol.s)	$7,63 \cdot 10^{-6}$
$N_{A0}$ (mol)	8,969
$N_{B0}$ (mol)	176,12
Valor de Integral n	2,19

Fuente: Propia

Los cálculos de diseño, como en los casos anteriores, fueron realizados según los pasos indicados en el apartado 7.3.1.1 “Diseño de Tanque”.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Se tiene en cuenta que:

- La relación de esbeltez  $H/D = 1$ .
- Se utiliza como material de construcción Acero Inoxidable A-316, cuya velocidad de corrosión es 0,1cm/año.
- El valor de la densidad de la solución tiene en cuenta todas las corrientes ingresantes.
- Se adopta un espesor estándar según "Tabla de Parámetros de Producción - Láminas de Acero"- Outokumpu Fortinox S.A.

La siguiente Tabla 7.19 muestra los resultados de los cálculos de diseño.

Tabla 8.19 - Parámetros de Diseño de Tanque Reactor

Parámetro de diseño	Reactor Tanque Agitado R - 001
Caudal (kg/h)	4810,12
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1143,52
Tiempo Residencia $t_R$ (min)	30
Resultado Integral	2,19
Volumen Útil (m <sup>3</sup> )	4,18
Volumen Real (m <sup>3</sup> )	5,01
H/D	1
D (m)	1,86
H (m)	1,86
Altura líquido d (m)	1,53
Pmáx (kg/m <sup>2</sup> )	17254,28
t presión (cm)	0,2
t corrosión (cm)	0,1
t total (cm)	0,3
Espesor Mínimo t mín (cm)	0,35
Espesor adoptado Acero A-316 (cm)	0,35
$\sigma_{máx}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	158



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Fuente: Propia

- **Diseño del Agitador**

El diseño del agitador se llevará a cabo según el “Handbook of Chemical Engineering Calculations, Liquid Agitation”.

En la tabla presentada a continuación, (Tabla 7.20), se describen los parámetros de diseño calculados según los pasos anteriormente indicados en el apartado 7.3.1.1 “Diseño de Agitador”.

Se tiene en cuenta que:

- Para calcular la potencia mínima del motor, se supone un rendimiento del 90%.

Tabla 8.20 - Parámetros de diseño del agitador.

Parámetro de diseño	Reactor Tanque Agitado R - 001
Tipo	Turbina, 4 álabes inclinados, W/D=1/5; NP=2,466
Sección (m <sup>2</sup> )	1,06
Diámetro de Impulsor (m)	0,744
Diámetro de Paletas (m)	0,092
Velocidad de Agitación (rpm)	82,51
Vel. Real de Agitación (rpm)	84
NRe	58,4
NP	1,37
fμ	1,8
NPreal	2,47
P (HP)	6,87
P (kW)	5,12
P real (kW)	5,68
P estándar (kW)	5,5
D (m)	1,87
Altura líquido (m3/m)	1,53
Volumen Mezcla (m3)	4,18
Z (m)	1,62
Z/D	0,87
Nº Impulsores	1
Altura resp Fondo, Z/3 (cm)	54

Fuente: Propia

- **Camisa**

En el reactor es mantener una constante de se necesita un permanente. bien se puede medio de un

medio de una camisa de calefacción. Aunque el serpentín ofrece una mejor transmisión de calor, aquí no es posible utilizarlo ya que el mismo se coloca en el interior del reactor en contacto con la mezcla y esto es sólo posible cuando las mezclas poseen baja viscosidad. Por tanto, en este caso se usará una camisa de calefacción para aportar en calor necesario.

**de calefacción**

necesario temperatura 95°C por lo que aporte de calor Este aporte realizar por serpentín o por

La camisa calefactora está provista de vapor de agua proveniente de la Caldera de Vapor que se describe en el Capítulo 11 “Servicios Auxiliares”.



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

La superficie de intercambio para reactores encamisados es función de la relación entre la altura de la mezcla reaccionante y el diámetro del tanque tal y como se muestra en la Figura 7.15 a continuación. (Perry, 1984)

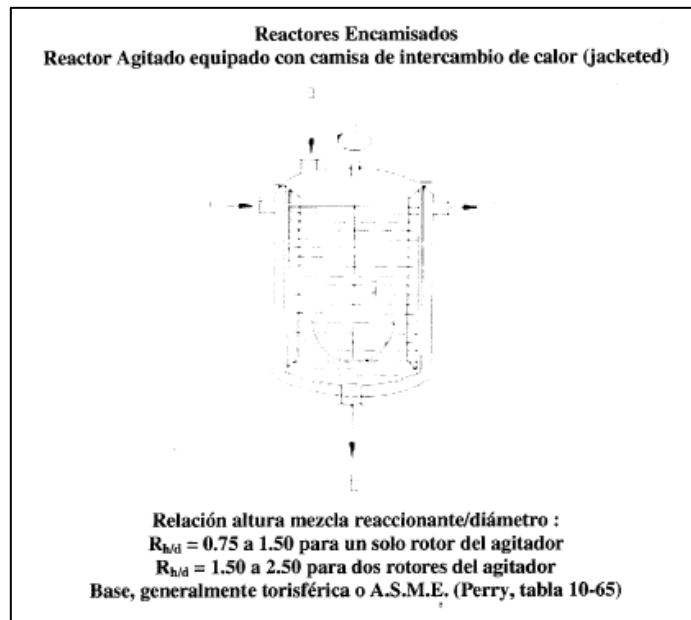


Figura 8.15 - Relación entre la superficie de intercambio y la relación de esbeltez.  
Fuente: Tesis Javier Mondaray Laguna

En este caso, la relación que se establece es la siguiente:

$$R_{h/d} = 1,19m / 1,16m = 1,02$$

Es necesario a continuación, hacer uso de la Tabla 7.21 que establece el vínculo entre la superficie de intercambio de calor y  $R_{h/d}$ .

Tabla 8.21 - Relación entre la superficie de intercambio y la relación  $R_{h/d}$

$R_{h/d}$	$S_{CT}$
0.75	$4.10 V^{2/3}$
1.00	$4.32 V^{2/3}$
1.50	$4.72 V^{2/3}$
2.00	$5.06 V^{2/3}$
2.50	$5.36 V^{2/3}$

Fuente: Tesis Javier Mondaray Laguna

Para asegurar el suficiente intercambio de calor se debe escoger como valor de  $R_{h/d}$  el inmediatamente superior a la relación de esbeltez del reactor, en este caso  $R_{h/d} = 1.50$ , y la superficie de intercambio de calor queda expresada mediante la siguiente ecuación:

$$S_{CT} = 4.72 \cdot V^{2/3}, \text{ siendo } V = \text{Volumen de mezcla.}$$





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

$$S_{CT} = 4,72 \cdot (1,33m^3)^{(2/3)} = 5,70m^2$$

Esta será entonces la superficie de intercambio de calor necesaria para asegurar la temperatura de reacción dentro del reactor.

- **Conexiones del Reactor enzimático**

El reactor tiene una serie de conexiones y aberturas roscadas, ya que sus dimensiones son menores a 2". A continuación se detallan las conexiones y aberturas:

Una abertura de ¾" de diámetro, correspondiente a la entrada de la solución, ubicada en la parte superior las paredes de cada reactor.

Tres aberturas de ¼" de diámetro, correspondiente al sistema de control de presión y temperatura, ubicadas en las paredes laterales del reactor.

Una abertura de ½" de diámetro, correspondiente a una purga del sistema, ubicada en la tapa.

Una abertura de ¾" de diámetro, correspondiente a la salida de la solución, ubicada en el centro del fondo del reactor.

Una abertura de ¾" de diámetro, correspondiente a la entrada de la solución de la enzima

Una abertura de ¾" de diámetro, correspondiente a la entrada de cloruro de calcio.

Una abertura de ¾" de diámetro, correspondiente a la entrada de la solución de Ácido sulfúrico para la inactivación de la enzima.

- **Características de construcción del Reactor enzimático**

La construcción del reactor según los parámetros indicados en la Tabla 7.22 será llevada a cabo por la empresa M y V Mixing – Soluciones en Agitación.

Tabla 8.22 - Parámetros de diseño del Reactor.

Características Generales	
<b>TANQUE</b>	Tanque con agitación
Volumen (m <sup>3</sup> )	5,01
Diámetro (m)	1,86
Relación H/D	1
Espesor (mm)	35
<b>MATERIAL CONSTRUCCIÓN</b>	Acero Inoxidable 316
<b>AGITACIÓN</b>	
Agitadores	1
Tipo	4 álabes inclinados



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Diámetro (m)	0,74
Potencia adoptada (kW)	5,5
<b>CARACTERÍSTICA OPERACIÓN</b>	
Flujo o Alimentación (kg)	4810,12
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1210
Temperatura de ingreso (°C)	55
Temperatura de Operación (°C)	95
Tiempo de reacción (min)	30
Tiempo de inactivación de la enzima (min)	30

Fuente: Propia.



Figura 8.16 - Reactor Tanque Agitado con Camisa de calefacción.

Fuente: <http://myv-mixing.com.ar>

#### 8.3.5 Diseño Tanques Pulmón de Almacenamiento T-005 y T-006

Debido a que el reactor R-001 funciona en modo batch, se tienen en cuenta los siguientes tiempos por cada ciclo:

- Tiempo de reacción.
- Tiempo de descarga.
- Tiempo de lavado.
- Tiempo de carga.

Resultando un tiempo total de 1 hora y 15 minutos.

El proceso, antes y después de cada ciclo batch se establece de modo continuo, razón por la cual se hace necesario plantear el diseño de dos tanques pulmón que aseguren el permanente abastecimiento al reactor y a los equipos a continuación respectivamente.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

En este caso, la corriente G, “Lechada de Almidón acidificada”, que ingresa al reactor se integra energéticamente con la corriente J, “Solución de Maltodextrina”, que sale del mismo, a partir de un intercambiador de calor; por lo tanto, el tanque previo y posterior al reactor contendrán la solución de la corriente G, una vez precalentada y la solución de la corriente J obtenida luego de la reacción.

Cada tanque se diseña teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Debe poseer aislamiento térmico, con el fin de que las soluciones contenidas, se mantengan a temperatura constante.
- Su capacidad admite hasta 2 cargas, en caso de algún acontecimiento fortuito.
- En régimen, cada carga no permanece más de 30 minutos almacenada; aun así se estima un tiempo de permanencia de 1 hora en caso de algún imprevisto.
- Se utiliza como material de fabricación acero inoxidable A-316, ya que es un material resistente a la corrosión.
- Se adopta un espesor estándar según “Tabla de Parámetros de Producción - Láminas de Acero”- Outokumpu Fortinox S.A.

En la tabla presentada a continuación, (Tabla 7.23), se resumen los cálculos de diseño para estos equipos. Los mismos fueron realizados según los pasos indicados en el apartado 7.3.1.1 “Diseño de Tanque” y “Aislamiento térmico”.

Tabla 8.23 - Parámetros de Diseño de Tanque Reactor

Parámetro de diseño	Tanque Pulmón I T-005	Tanque Pulmón II T-006
Caudal (kg/h)	9312,9	9620,24
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1210	1143,52
Volumen Útil (m <sup>3</sup> )	7,70	8,41
Volumen Real (m <sup>3</sup> )	9,24	10,10
H/D	2	2
D (m)	1,80	1,86
H (m)	3,6	3,72
Altura líquido d (m)	3,01	3,10
P <sub>máx</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	3639	3542
t presión (cm)	0,0433	0,0434
t corrosión (cm)	0,1	0,1
t total (cm)	0,1433	0,1434
Espesor Mínimo t mín (cm)	0,28	0,29
Espesor adoptado Acero A-316 (cm)	0,3	0,30
σ <sub>máx</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	229	229
<b> AISLACIÓN</b>		
Espesor (mm)	40	40
Material	Lana mineral	Lana mineral

Fuente: Propia.



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

La siguiente Tabla 7.24, presenta los parámetros de operación para el cálculo del aislamiento térmico.

Tabla 8.24 - Parámetros de operación y pérdidas de calor.

Parámetro	Tanque Pulmón I T-005	Tanque Pulmón II T-006
Temperatura Cte. Ingreso $t_p$ (°C)	55	95
Temperatura ambiente $t_a$ (°C)	25	25
Temperatura Cte. almacenada luego de $\Theta$ (hora)	54,9	94,9
Diámetro tanque + Espesor de aislante $D_1$ (m)	1,84	1,90
Diámetro del tanque $D_p$ (m)	1,80	1,86
Conductividad térmica del aislante $K_s$ (kcal/s.m.°C)	$9,3 \times 10^{-6}$	$9,3 \times 10^{-6}$
Coefficiente de Transferencia de calor al aire $h_a$ (kcal/s.m.°C)	$1,9 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-3}$
Pérdida de calor por metro de altura $q$ (kcal/m.s)	$1,45 \times 10^{-3}$	$3,23 \times 10^{-3}$
Altura tanque $H$ (m)	3,6	3,72
Tiempo de permanencia $\Theta$ (hora)	1	1
Masa de solución contenida $M_f$ (kg)	9312,9	9620,24
Calor específico de solución $C_p$ (kcal/kg °C)	0,745	0,840

Fuente: Propia

- **Conexiones de Tanques pulmón de Almacenamiento T-005 y T-006**

Estos tanques tienen una serie de conexiones y aberturas roscadas y bridadas. A continuación se detallan las mismas:

Una abertura de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, correspondiente a la entrada de la materia, ubicada en la parte superior de las paredes del tanque.

Una abertura de  $\frac{1}{4}$ " de diámetro, correspondiente al sistema de control de pH y temperatura, ubicadas en las paredes laterales.

Una abertura de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, correspondiente a una purga del sistema, ubicada en la tapa.

Una abertura de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, correspondiente a la salida de la materia, ubicada en el centro del fondo.

Tres aberturas de  $\frac{1}{4}$ " de diámetro, correspondiente a las entradas de los sistemas de dosificación, ubicadas en la parte superior de las paredes del tanque.

#### 8.3.6 Diseño de Intercambiadores de Calor E-001 y E-002

En el proceso se usan los intercambiadores de calor como equipo fundamental para realizar una integración energética entre el fluido frío que se requiere calentar y el fluido caliente que necesita ser enfriado.

El diseño de estos equipos es llevado a cabo mediante el programa de simulación ChemCAD 6.1.3.

##### 8.3.6-1 Diseño de Intercambiador de calor E – 001

En este equipo se integran energéticamente la corriente G "Lechada de almidón acidificada" y la corriente J "Solución de Maltodextrina".







Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

El diámetro de corte será aquel tal que haga cumplir que:

$$d \geq d_c \rightarrow \text{Separación de las partículas}$$

$$d \leq d_c \rightarrow \text{Arrastre de las partículas con el agua}$$

Para calcularlo, se utiliza la siguiente expresión:

$$d_c = \sqrt{\frac{B_c \cdot 9 \cdot \mu}{\pi \cdot N \cdot V_c \cdot \Delta\rho}} \quad (\text{Ec.7.1})$$

Dónde:

- $B_c$  = Anchura de la entrada del ciclón.
- $N$  = Número de vueltas de la corriente en el ciclón.
- $V_c$  = Velocidad centrífuga.
- $\mu$  = Viscosidad del agua.
- $\Delta\rho$  = Diferencia de densidad entre las partículas y el agua.

Por lo tanto,  $d_c$  deberá ser igual al diámetro de las partículas de menor tamaño. En este caso queda establecido en  $30\mu\text{m}$ .

- **Dimensionamiento**

Para calcular las dimensiones es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se toma como base de tiempo 1h.
- El valor de la densidad de la mezcla es la del agua ya que es el componente mayoritario.
- El tamaño mínimo a separar es de  $30\mu\text{m}$ , este será el diámetro crítico.
- El flujo es laminar y se cumple la Ley de Stokes.

La Tabla 7.29 mostrada a continuación, presenta las propiedades de la solución que ingresa al hidrociclón.

Tabla 8.29 - Propiedades de Corriente J- Solución de Maltodextrina

Propiedad	Valor
Viscosidad agua (60°C) (kg/m.s)	0.469
Densidad agua (60°C)(kg/m <sup>3</sup> )	983,13
Densidad almidón (kg/m <sup>3</sup> )	1300
Diámetro Corte (dC) (um)	30
Caudal Másico Alimentado (kg/h)	4810,12
Caudal Volumétrico Alim (qA) (m <sup>3</sup> /s)	1,36x10 <sup>-3</sup>

Fuente: Propia



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

En primera instancia, se resuelve la ecuación de  $d_c$  mostrada anteriormente, resultando:

$$\frac{B_c}{N \cdot V_c} = 2,12 \times 10^{-7}$$

Luego, reemplazamos las dos ecuaciones siguientes en la expresión anterior y se calculan los restantes parámetros de diseño.

$$V_c = \frac{q_A}{2 \cdot B_c^2}$$

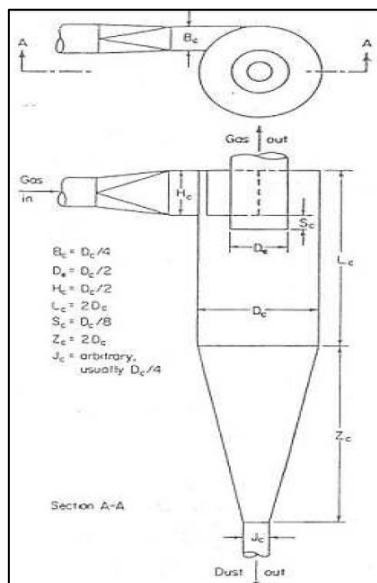
$$N = \frac{0,4682 \cdot V_c}{1 + 0,0618 \cdot V_c}$$

Los parámetros calculados se muestran en la siguiente Tabla 7.30 y corresponden a las dimensiones que se muestran en el croquis a continuación (Figura 7.17).

Tabla 8.30 - Parámetros de Diseño para Hidrociclón.

Dimensió n	Equivalenci a	Valor (m)
Bc		0,06912
Dc	Bc.4	0,28
De	Dc/2	0,144
Hc	Dc/2	0,144
Lc	Dc.2	0,552
Sc	Dc/8	0,035
Zc	Dc.2	0,552
Jc	Dc/4	0,0696
Lt	Lc+Zc	1,104

Fuente: Propia







## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Figura 8.17 – Dimensiones del Hidrociclón

- **Conexiones del Hidrociclón**

A continuación se detallan las conexiones y aberturas:

Una abertura de 3" de diámetro, correspondiente a la entrada de la alimentación, ubicada en la parte superior.

Una abertura de 6" de diámetro, correspondiente a la salida de la solución acuosa, ubicada en el centro del hidrociclón en su parte superior.

Una abertura de 3" de diámetro, correspondiente a la salida de los sólidos que se encuentra en la parte inferior del equipo.

- **Características de construcción del Hidrociclón**

La construcción del reactor según los parámetros indicados en la Tabla 7.31 será llevada a cabo por la empresa Filtomat Water Systems – Soluciones y Tecnología en aguas.

Tabla 8.31 - Parámetros de Diseño del Hidrociclón.

<b>HIDROCICLÓN</b>	
<b>HC - 001</b>	
<b>MATERIALES DE CONSTRUCCION</b>	
Cuerpo Y Tapas	Acero Al Carbono
Mallas Filtrantes	Acero Inoxidable
<b>DIMENSIONES</b>	
<b>Bc (m)</b>	0,069
<b>Dc(m)</b>	0,28
<b>De (m)</b>	0,144
<b>Hc (m)</b>	0,144
<b>Lc (m)</b>	0,552
<b>Sc (m)</b>	0,035
<b>Zc (m)</b>	0,552
<b>Jc (m)</b>	0,070
<b>Lt (m)</b>	1,104

Fuente: Propia



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**



Figura 8.18 - Hidrociclón.

Fuente: <http://www.f-w-s.com/filtros-industriales>

#### **8.3.8 Diseño del Evaporador de Doble Efecto**

Este equipo recibe la corriente S, “Solución Pura de Maltodextrina Regulada”, proveniente del tanque en el cual se regula por última vez su grado de acidez en un caudal de 4461,52 kg/h para concentrarla desde un contenido en peso de maltodextrina del 32% hasta un 43%. Dicha corriente proviene con un 67,5% de humedad, esto supone la eliminación de 1097,51 kg/h de agua para lograr un producto final con el 56% de humedad.

El objetivo es entonces eliminar parte del contenido de agua de la corriente que luego ingresa al Secadero por Atomización.

Se resuelve emplear un evaporador vertical de tubos cortos, o evaporador de calandria, como el que se representa en la Fig. 7.19. Este equipo, consiste en un haz de tubos verticales, cortos, colocado entre dos espejos que se remachan en las bridas del cuerpo del evaporador. El vapor fluye por fuera de los tubos en la calandria mientras que la solución sube por la parte interna de los tubos y consecuentemente se concentra por ebullición hasta que desciende por un gran paso circular de derrame en el centro. (Hugot, 1963)



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

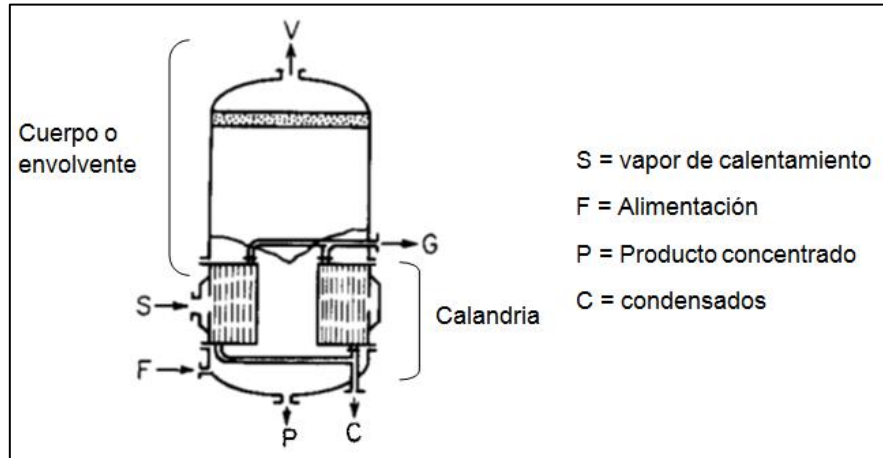


Figura 8.19 – Evaporador de calandria.  
Fuente: Manual para ingenieros azucareros. Hugot (1963)

El modelo físico-matemático utilizado para el sistema de concentración final, corresponde a un evaporador de doble efecto con corrientes paralelas y de áreas de transferencia iguales.

• **Balance de Masa por Efecto**

Balance Global	$S = T + U$
Efecto 1	$S = U_1 + T_1$
Efecto 2	$U_1 = U + T_2$
Corriente total de agua evaporada	$T = T_1 + T_2$

Especificación de corrientes

S = Corriente ingreso, Solución Pura de Maltodextrina Regulada.

T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> = Agua evaporada en Efecto 1 y 2.

U<sub>1</sub> y U = Solución de Maltodextrina concentrada que sale del Efecto 1 y 2.

• **Balance de Energía y Transferencia de Calor por Efecto**

Balance de Energía	
Efecto 1	$Q \cdot \lambda_{vap} + S \cdot h_s = T_1 \cdot H_1 + U_1 \cdot h_{U1}$
Efecto 2	$T_1 \cdot H_1 + U_1 \cdot h_{U1} = T_2 \cdot H_2 + U \cdot h_U$
Transferencia de Calor	
Efecto 1	$W \cdot \lambda_{vap} = U'_1 \cdot A_1 \cdot \Delta T_1$
Diferencia de temperatura en Efecto 1	$\Delta T_1 = t_{vap} - t_1 + EPE_1$
Efecto 2	$T_1 \cdot (\lambda_{T1} \cdot H_{recal}) = U'_2 \cdot A_2 \cdot \Delta T_2$
Diferencia de temperatura en Efecto 2	$\Delta T_2 = t_1 - t_2 + EPE_2$
Área de Transferencia	$A_1 = A_2$



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Especificación de corrientes

S = Corriente ingreso, Solución Pura de Maltodextrina Regulada.

$T_1$  y  $T_2$  = Agua evaporada en Efecto 1 y 2.

$U_1$  y  $U$  = Solución de Maltodextrina concentrada que sale del Efecto 1 y 2.

$h$  y  $H$  = Entalpía de corriente líquida y gaseosa respectivamente.

$U'_1$  y  $U'_2$  = Coeficiente de transferencia de calor para Efecto 1 y 2.

$\lambda_{\text{vap}}$  y  $\lambda_{T_1}$  = Calor latente de vaporización para vapor de calentamiento y corriente  $T_1$ .

$t_{\text{vap}}$  = Temperatura del vapor de calentamiento

$t_1$  y  $t_2$  = Temperatura de ebullición del agua para la presión de Efecto 1 y 2.

EPE = Aumento de punto de ebullición debido a sólidos presentes.

W = Flujo másico de vapor.

$\Delta T_1$  y  $\Delta T_2$  = Diferencia de temperatura en Efecto 1 y 2.

$A_1$  y  $A_2$  = Area de Transferencia de Efecto 1 y 2.

En la siguiente Tabla 7.32, se muestran los valores de cada parámetro presentado en las ecuaciones anteriores. Cabe mencionar que los datos fueron aproximados a partir del “Manual para ingenieros azucareros” Hugot (1963) y del libro “Procesos de Transferencia de Calor” Kern (1999) Pág. 945, Tabla 8.

Tabla 8.32 – Condiciones de Operación del Evaporador V- 001

Propiedad	Valor
$\lambda_{vap}$ (kcal/kg)	532,30
$\lambda_{T1}$ (kcal/kg)	540,2
$H_{recal}$ (kcal/kg)	1
$h_{U1}$ (kcal/kg)	70,21
$h_U$ (kcal/kg)	40,34
$h_s$ (kcal/kg)	81,14
$H_1$ (kcal/kg)	637,20
$H_2$ (kcal/kg)	624,90
$t_{vap}$ (°C)	150
$t_1$ (°C)	95,8
$t_2$ (°C)	60
$EPE_1$ (°C)	2,9
$EPE_2$ (°C)	5,1
$U'_1$ (kcal/hm <sup>2</sup> °C)	2441,21
$U'_2$ (kcal/hm <sup>2</sup> °C)	1318,25
$Cp_{U1}$ (kcal/kg°C)	0,56
$Cp_U$ (kcal/kg°C)	0,45

Fuente: “Manual para Ingenieros Azucareros” Hugot (1963)  
 “Procesos de Transferencia de Calor” Kern (1999)

### Cálculo del Área de Transferencia

A partir de la combinación del balance de masa y energía, en la siguiente Tabla 7.33, se muestran los valores de las corrientes que forman parte de la etapa.

Tabla 8.33 – Corrientes del Evaporador Doble Efecto.

Corriente	Valor
Cte S, Sol. Pura de Maltodextrina Regulada (kg/h)	4461,32
zS, Fracción de Maltodextrina	0,3243
Cte U <sub>1</sub> , Sol. Maltodextrina en salida de Efecto 1 (kg/h)	4035,14
z U <sub>1</sub> , Fracción de Maltodextrina en salida de Efecto 1	0,3586
Cte T <sub>1</sub> , Agua Evaporada en salida de Efecto 1 (kg/h)	426,38
Cte U, Sol. Maltodextrina Concentrada (de Efecto 2) (kg/h)	3364,55
z U <sub>2</sub> , Fracción de Maltodextrina Concentrada	0,43
Cte T <sub>2</sub> , Agua Evaporada en salida de Efecto 2 (kg/h)	671,13
W, Flujo másico de vapor (kg/h)	1109,89

Fuente: Propia

Se determina entonces un Área de Transferencia para cada efecto de 4,27 m<sup>2</sup>. Considerando un factor de sobre diseño igual al 10 % (“Plant design and economics for chemical engineers”, Peters, Timmerhaus, Capítulo 2), el Área de Transferencia de cada efecto queda definida en 4,70 m<sup>2</sup>.



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### Cálculo de Tubos y Calandria

Según el modelo presentado en el “Manual de Ingenieros azucareros”, Hugot (1963), para evaporadores de múltiple efecto, en la construcción de los distintos cuerpos, se utilizan tubos con las siguientes características (Tabla 7.34).

Tabla 8.34 – Parámetros de Tubos para Calandria.

Parámetro	Valor
Diámetro externo DE (plg)	1 1/2
Diámetro externo DE (m)	$3,81 \times 10^{-2}$
BWG	12
Diámetro Interno DI (m)	$3,25 \times 10^{-2}$
Área por unidad de longitud, A/Lt, interna (Sup/m lineal)	$0,093 \text{ m}^2/\text{m}$

Fuente: “Manual para Ingenieros Azucareros” Hugot (1963)  
“Procesos de Transferencia de Calor” Kern (1999)

El largo de tubos, según Hugot (1963), está estipulado normalmente entre 2 y 2,5 metros. En este caso se decide adoptar una longitud  $L_t = 2 \text{ m}$ .

El cálculo del número de tubos se realiza considerando como área de transferencia el área interna de los mismos, por lo cual se requieren 26 tubos.

El diámetro interno de la calandria se adopta de  $15 \frac{1}{4} \text{ plg}$  o  $0,39 \text{ m}$ , este tamaño de calandria admite 36 tubos, según la disposición de los mismos en triángulo de  $1 \frac{7}{8} \text{ plg}$  o  $47,63 \text{ mm}$  de paso. Los tubos sobresalen 3 mm sobre las placas de la calandria.

Deben eliminarse en primer término 7 tubos del centro para montar el tubo central correspondiente a la evacuación del concentrado y en segundo lugar, otros 3 tubos enfrente a la entrada de vapor, con el objetivo de minimizar las pérdidas de energía por rozamiento. Con esto se alcanza el número de tubos requeridos.

El tubo central debe tener un diámetro de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{8}$  del diámetro de la calandria. Se adopta un tubo de  $3 \frac{1}{2} \text{ plg}$  o  $88,9 \text{ mm}$ . La parte inferior de este tubo se encuentra unida a un tubo de  $1 \frac{1}{4} \text{ plg}$  o  $31,75 \text{ mm}$  mediante un angostamiento cónico, por donde se evacua la solución de maltodextrina concentrada.

La evacuación del condensado se realiza por medio de un drenaje colocado en la placa inferior de la calandria. La sección transversal interna de este tubo debe escogerse para lograr una velocidad de flujo de aproximadamente  $0.5$  a  $0.6 \text{ m/s}$ . Se resuelve escoger entonces una tubería de  $\frac{3}{4} \text{ plg}$  40S o  $19,05 \text{ mm}$ .



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

La alimentación se realiza por la parte inferior, denominada vaso, por medio de un tubo de 1 ¼ plg 40S o 31,75 mm. Este tubo es el mismo que se utiliza para la evacuación de la solución de maltodextrina concentrada en el cuerpo que le antecede. El vaso, para cada uno de los cuerpos, es simplemente un fondo toriesférico del mismo diámetro que el calandria, adosado a la placa inferior de tubos.

### **Cálculo de la Envolvente**

La envolvente o el cuerpo del evaporador, es un cilindro vertical montado sobre la placa superior de la calandria. Este espacio compone la mayor parte del equipo, y tiene como fin disminuir los riesgos de arrastre de las gotas de solución de maltodextrina que se proyectan por ebullición.

Según Hugot (1963), la altura del cuerpo debe ser de 1.5 veces la longitud de los tubos de la calandria, por lo tanto  $L_{env} = 3$  m.

El diámetro del cuerpo, por sugerencia del mismo autor, debe permitir una velocidad del vapor de 0.5 a 1 m/s, esto si se coloca un separador de arrastre a la salida del cuerpo, de lo contrario la velocidad debe ser de 0.1 m/s aproximadamente. Como este equipo contará con un separador de arrastre, se adopta un diámetro interno de 0.6 m.

Los extremos de cuerpo tendrán forma cónica, reduciéndose desde el diámetro del mismo hasta el de la calandria. El ángulo de cierre cónico es de 25 °.

### **Cálculo del Separador de Vapor**

Se coloca en la parte superior del cuerpo del evaporador. Su función es separar el líquido arrastrado por el vapor hasta esta altura del equipo, y retornarlo hasta la zona de evaporación.

Existen varios modelos que se pueden utilizar, según los presentados por Hugot (1963), el más común es el de tipo sombrilla o Heckmann, el cual consta de un tubo interior de entrada de vapor, que desemboca en una superficie cóncava denominada sombrilla, lo que produce un cambio brusco de velocidad en el vapor, que pasa al cuerpo del separador, y es evacuado por la salida del mismo. Este separador puede apreciarse en la Figura 7.20 a continuación.

El jarabe que se deposita en el fondo del cuerpo del separador, es retornado por medio de un drenaje al cuerpo del evaporador.



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

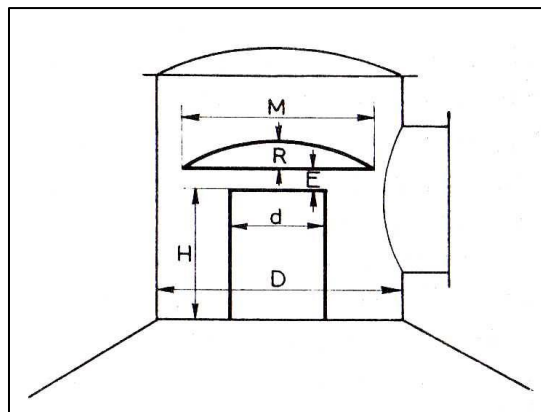


Figura 8.20 – Evaporador de calandria.

Fuente: Manual para ingenieros azucareros. Hugot (1963)

Las dimensiones del separador de vapor se calculan en base a las proporciones establecidas por Hugot (1963) y se presentan en la siguiente Tabla 7.35.

Tabla 8.35 – Dimensiones del Separador de Vapor.

Parámetro	Valor
Diámetro del cuerpo del separador, D, (m)	0,34
Altura del cuerpo del separador, H <sub>tot</sub> , (m)	0,3
Diámetro interior del tubo de entrada de vapor, d, (m)	0,1
Diámetro de sombrilla, M, (m)	0,13
Altura de sombrilla, R, (mm)	12
Separación entre salida del tubo y sombrilla, E, (mm)	20
Altura del tubo de entrada de vapor, H, (m)	0,16

Fuente: "Manual para Ingenieros Azucareros" Hugot (1963)

### Cálculo del Sistema de Evacuación de Gases Incondensables

Los gases incondensables que se encuentran en el evaporador se componen principalmente por aire y provienen en muchos casos tanto de gases disueltos en la solución a evaporar como del aire que entra por las fugas en las juntas de la calandria.

Una pequeña proporción de aire es suficiente para que la temperatura del vapor en la calandria descienda varios grados debido a la disminución de la presión parcial del vapor, y con ello se interrumpe el funcionamiento normal del equipo reduciendo su eficiencia. Se debe disponer entonces de un sistema de evacuación de gases incondensables que podrían estar presentes en el vapor de calentamiento.

Para tal fin, se utilizan distintos dispositivos según la presión en la calandria del cuerpo considerado, sea superior o inferior a la presión atmosférica.





## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

En este caso, en uno de los cuerpos del evaporador en diseño, donde el vapor en la calandria se encuentra a presiones superiores a la atmosférica, se instala un tubo de diámetro 10 mm, en el lugar más alejado a la entrada del vapor, con escape al aire libre. El tubo está provisto de una válvula esférica para regular el flujo de escape.

### Cálculo del Espesor

Mediante el modelo propuesto por Sales (1995), cuando un cuerpo debe resistir presión interna, el espesor de la pared se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$t = \frac{p \cdot D}{2 \cdot \sigma_t \cdot e - p} + c$$

$$t_{min} = \frac{D + 2540}{1000}$$

Dónde:

- $t$  = Espesor de pared.
- $p$  = Presión interna.
- $D$  = Diámetro Interno.
- $\sigma_t$  = Esfuerzo máximo admisible del material
- $e$  = Eficacia de la soldadura. Se toma un valor medio de 0.7.
- $c$  = Tolerancia por corrosión.
- $t_{min}$  = Espesor mínimo admisible.

En este caso, el material a utilizar para la construcción de los efectos del evaporador es Acero SA 283 /A, al que le corresponde una tensión admisible  $\sigma_t = 787,5 \text{ kg/cm}^2$ . Exceptuando los sectores calculados posteriormente, el espesor que se adopta para el resto del equipo es de 63,5 mm del mismo material.

Cabe aclarar que el primer evaporador funciona a presión atmosférica mientras que el segundo lo hace a una presión más baja (vacío) para hacer una utilización más eficiente del calor y el vapor producido en el primer efecto.



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

En la siguiente Tabla 7.36 se pueden observar los parámetros utilizados y resultados obtenidos del cálculo anterior.

Tabla 8.36 – Espesores de Efectos con presión.

Sector del Equipo	Parámetro	Valor
	Esfuerzo máximo admisible del material, $\sigma_i$ (kg/cm <sup>2</sup> )	787,5
	Eficacia de la soldadura, $e$	0,7
	Tolerancia por corrosión, $c$	0
Envolvente Efecto 2	Diámetro Interno, $D$ , (mm)	600
	Presión Interna, $p$ , (kg/cm <sup>2</sup> )	0,5062
	Espesor, $t$ , (mm)	0,276
	Espesor mínimo, $t_{min}$ , (mm)	3,14
Calandria Efecto 2	Diámetro Interno, $D$ , (mm)	390
	Presión Interna, $p$ , (kg/cm <sup>2</sup> )	1,457
	Espesor, $t$ , (mm)	0,5161
	Espesor mínimo, $t_{min}$ , (mm)	2,93
Tubos Efecto 1	Diámetro Interno, $D$ , (mm)	38,1
	Presión Interna, $p$ , (kg/cm <sup>2</sup> )	0,634
	Espesor, $t$ , (mm)	0,0187
Tubos Efecto 2	Diámetro Interno, $D$ , (mm)	38,1
	Presión Interna, $p$ , (kg/cm <sup>2</sup> )	0,602
	Espesor, $t$ , (mm)	0,0178

Fuente: "Manual para Ingenieros Azucareros" Hugot (1963)

- **Conexiones del Evaporador**

- Ingreso y salida de vapor: Teniendo en cuenta las especificaciones del evaporador tomadas en cuenta hasta el momento en base a Hugot (1963), el cálculo del diámetro del tubo por el que ingresa el vapor se realiza de la manera que se detalla a continuación.

Tabla 8.37 – Parámetros de ingreso de vapor.

	Parámetro	Valor
Efecto 1	Flujo másico de vapor seco saturado a 150°C (kg/h)	1109,89
	Volumen Específico (m <sup>3</sup> /kg)	0,3924
	Caudal Volumétrico (m <sup>3</sup> /h)	435,52
	Velocidad recomendada (m/s)	20-25
	Diámetro Interno (m)	0,078
	Efecto 2	Flujo másico de vapor recalentado a 150°C (kg/h)
Volumen Específico (m <sup>3</sup> /kg)		2,809
Caudal Volumétrico (m <sup>3</sup> /h)		1197,70
Velocidad recomendada (m/s)		25-30
Diámetro Interno (m)		0,119

Fuente: Propia



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

- Evacuación de concentrados: Se realiza mediante un tubo de 88,9 mm (3½ plg 40S), calculado anteriormente.
  - Evacuación de condensado: Se realiza utilizando una tubería de 19,05 mm (¾ plg 40S), como se menciona anteriormente.
  - Ingreso de alimentación: Se escoge un tubo de 31,75 mm (1 ¼ plg 40S). Este tubo es el mismo que se utiliza para la evacuación de la solución de maltodextrina concentrada en el cuerpo que le antecede.
- **Características de Construcción del Evaporador de doble efecto.**

Se tiene en cuenta según el modelo utilizado, que el total de las pérdidas de calor (por pared, escape de vapor y gases incondensables) es un 5% del calor total suministrado, por esta razón, se adopta una aislación de lana mineral con un espesor de 20 mm.

Tabla 8.38 - Parámetros de Diseño del Evaporador doble efecto.

<b>EVAPORADOR</b>	
<b>V - 001</b>	
<b>MATERIALES DE CONSTRUCCION</b>	
Cuerpo	Acero Al Carbono SA 283/A
Espesor (mm)	20
<b>DIMENSIONES</b>	
<b>Calandria</b>	
DI(m)	0,39
H (m)	2
Espesor (m)	$6,35 \times 10^{-3}$
<b>Tubos</b>	
Número	26
DI (m)	$3,25 \times 10^{-2}$
DE(m)	$3,81 \times 10^{-2}$
Lt (m)	2
<b>Envolvente</b>	
DI (m)	0,60
Ángulo de conicidad	25°
H (m)	3
Espesor (m)	$6,35 \times 10^{-3}$
<b>Separador de Vapor</b>	
D (m)	0,34
H (m)	0,3
Espesor (m)	$6,35 \times 10^{-3}$

Fuente: Propia



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 8.3.9 Diseño del Secadero por Atomización S-001.

En este equipo ingresa la corriente U, "Solución Maltodextrina Concentrada" en un caudal de 3364,55 kg/h y 56% de humedad y se obtiene mediante un secado por atomización un producto final en forma de polvo a razón de 1461,37 kg/h y con un contenido de 1% de humedad para luego ser envasado. Debe eliminarse en esta etapa un caudal de 1903,18 kg/h de agua.

El proceso de secado por atomización consta de dos etapas; La primera, tiene lugar en la cámara de secado donde se pulveriza la solución entrante y circula aire en contracorriente para secar las gotas. La segunda, se realiza en un ciclón donde se separan las partículas secas del aire (en este caso del vapor de agua).

#### Diseño de la Cámara de Secado

El principal parámetro a tener en cuenta para el diseño de la cámara es el tiempo de residencia de las gotas, que deberá ser el suficiente para secarlas casi por completo, pero sin degradar el producto.

En el secado instantáneo se buscan tiempos de residencia pequeños, en este caso, un valor de 0,5 segundos será apropiado para secar la maltodextrina por completo.

$$t_R = \frac{\text{altura del secadero}}{\text{velocidad de caída de las gotas}}$$

El tiempo de residencia mencionado se define como:

La ecuación anterior demuestra en primer lugar que la altura juega un papel muy importante, ya que deberá ser suficiente para que las gotas se sequen a lo largo del trayecto recorrido en la cámara. En segundo término, la velocidad de caída de las gotas, depende a su vez de dos velocidades: la terminal ( $v_t$ ) y la del gas en el interior del secadero ( $v_g$ ); ambas se desarrollan a continuación.

#### ➤ Cálculo de $v_t$

Para evaluar la velocidad terminal se tienen en cuenta las siguientes suposiciones:

- Las partículas descienden como esferas rígidas, es decir que las corrientes en el interior de las gotas no existen o son muy pequeñas.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

- Debido a que el tamaño de las gotas y las propiedades físicas del aire varían entre la entrada y la salida de la cámara de secado, se evalúan las propiedades físicas del aire a una temperatura media entre  $T_1$  y  $T_2$ .
- El diámetro de la gota, será máximo a la salida del pulverizador y más pequeño cuanto mayor sea el caudal de aire comprimido.
- A medida que la gota se seca disminuye su tamaño hasta llegar a ser un sólido.
- Debido a que una boquilla típica comercial pulveriza en un intervalo de 20-120 $\mu\text{m}$ , es decir tamaños muy pequeños de partículas, se considera que las mismas descienden en flujo laminar y, por tanto, es válida la ley de Stokes.

La viscosidad del aire es función de la temperatura, por lo que se evalúa a una temperatura intermedia entre la de entrada y la de salida del aire, 250°C = 523°K.

$$\mu_{(T)} = 1,73 \times 10^{-5} \times (393 / (T_m + 120)) \times (T_m / 273)^{3/2} = 2,80 \times 10^{-5} \text{ Pa.s}$$

La densidad varía también en función de la temperatura y de la posición en la cámara. Cerca de la entrada, se aproxima a la del agua ya que es el componente mayoritario de las gotas formadas en el pulverizador y al ir secándose a lo largo de la cámara la densidad disminuye hasta aproximarse al valor de la del producto sólido. Se toma entonces un valor medio de 1150 kg/m<sup>3</sup> y como este valor es mucho mayor que la densidad del aire en cualquier punto,  $\Delta\rho = 1150 \text{ kg/m}^3$ .

Se escoge como diámetro medio de las gotas 120 $\mu\text{m}$ , este valor está impuesto comercialmente según la boquilla adquirida. Cabe mencionar que es a su vez el tamaño más grande ya que si la cámara consigue secar tales partículas, las de menor tamaño no sufrirán inconvenientes.

Sustituyendo en la ley de Stokes, se obtiene el valor de la velocidad terminal:

$$v_t = \frac{g \cdot d_p^2 \cdot \Delta\rho}{18 \cdot \mu}$$

$$v_t = [9,81 \text{ m/s} \cdot (120 \times 10^{-6} \text{ m})^2 \cdot 1150 \text{ kg/m}^3] / [18 \cdot 2,80 \times 10^{-5} \text{ kg/m.s}] = 0,322 \text{ m/s}$$

➤ Cálculo de  $v_g$

Para determinar la velocidad del gas en el interior de la cámara de secado, se utiliza la siguiente expresión:



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

$$U_g = \frac{G_m}{\rho_g \cdot A_s}$$

Dónde:

-  $\rho_g$  = Densidad del aire a la temperatura intermedia entre la entrada y salida, kg/m<sup>3</sup>.

- A = Área de la cámara de secado, m<sup>2</sup>.

-  $A_m$  = Caudal medio de aire entre la temperatura de entrada y salida.

El valor de  $A_m$ , se calcula según la siguiente ecuación:

$$A_m = A_E \text{ (kilogramos de aire de secado/h). } (2+ha+hb) / 2$$

$$A_m = 16764,5 \text{ kg/h} = 4,98 \text{ kg/s}$$

Para el cálculo de la densidad del gas, se toma un valor medio de presión del mismo a la temperatura intermedia de la cámara, resultando 1.19 bar. La densidad del aire es entonces:

$$\text{Densidad del aire} = 0,811 \text{ kg/m}^3$$

➤ Cálculo de Diámetro y Altura de la cámara de secado

Sustituyendo en la expresión que determina el tiempo de residencia los parámetros calculados y suponiendo una relación de esbeltez de 2, se obtiene el diámetro y la altura de la cámara:

$$t_R = \frac{H}{U_g + v_t} = \frac{2 \cdot D}{\frac{G_m}{\rho \cdot A_s} + v_t} = \frac{2 \cdot D}{\frac{G_m}{\rho \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2} + v_t}$$

$$D = 1,29 \text{ m}$$

$$H = 2,51 \text{ m}$$

Para estas dimensiones, el valor de  $v_a = 6.50 \text{ m/s}$ .

La altura de la cámara incluye también la parte cónica inferior del secadero.

En la Tabla 7.39 a continuación, se recogen los principales parámetros de diseño de la cámara de secado.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 8.39 - Parámetros de diseño de Cámara de Secado

Propiedad	Valor
Tiempo de residencia (h)	0,5
Capacidad de Secado (L/h)	5000
Caudal Másico de aire de secado (kg/h)	16764,5
Diámetro de la cámara (m)	1,29
Altura de la cámara (m)	2,51

Fuente: Propia

### Diseño del Ciclón

En las tablas presentadas a continuación, (Tabla 7.40 y Tabla 7.41), se describen los parámetros de diseño del Ciclón calculados según los pasos indicados en el apartado 7.3.7 “Diseño de Hidrociclón”.

Tabla 8.40 - Propiedades del aire que ingresa al Ciclón

Propiedad	Valor
Viscosidad aire (100°C) (kg/m.s)	2,8x10-5
Densidad aire (100°C)(kg/m <sup>3</sup> )	0,811
Diámetro Corte (dC) (um)	120
Caudal Másico Alimentado de aire seco (kg/h)	16764,5
Caudal Volumétrico Alim de aire seco (qA) (m <sup>3</sup> /s)	6,14

Fuente: Propia

Tabla 8.41 - Parámetros de Diseño de Ciclón.

Dimensión	Equivalencia	Valor (m)
Bc		0,098
Dc	Bc.4	0,392
De	Dc/2	0,196
Hc	Dc/2	0,196
Lc	Dc.2	0,784
Sc	Dc/8	0,049
Zc	Dc.2	0,784
Jc	Dc/4	0,098
Lt	Lc+Zc	1,57

Fuente: Propia



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

El aire caliente se obtiene mediante un “Quemador de vena de aire”. En este equipo, el aire ambiente se hace pasar por un quemador de vena de aire. La corriente de aire a calentar circula en dirección paralela a la llama, asegurando una perfecta combustión, por la disposición adecuada de los deflectores. El quemador dispone de todos los elementos de seguridad, regulación y control de presión de gas, así como del control de la temperatura.

Se escoge el modelo Auto-quem UCHC-1200 con capacidad de hasta 2.500.000 kcal/h, el cual cubre ampliamente la necesidad de energía que absorbe el caudal de aire utilizado en el proceso el cual es de 1.545.332 kcal/h. Se tiene como ventaja que este quemador posee un sistema de alto-bajo fuego, por lo tanto puede regularse perfectamente el consumo energético del equipo.



Figura 8.21- Quemador de vena de aire Auto-quem UCHC-1200  
Fuente: <http://www.autoquem.com.ar>

- **Conexiones del Secadero por Atomización**

A continuación se detallan las conexiones y aberturas:

Una abertura de 4” de diámetro, correspondiente a la entrada de la alimentación, ubicada en la parte superior.

Una abertura de 8” de diámetro, correspondiente a la salida de la solución acuosa, ubicada en el centro del hidrociclón en su parte superior.

Una abertura de 4” de diámetro, correspondiente a la salida de los sólidos que se encuentra en la parte inferior del equipo.

- **Características de construcción del Secadero por Atomización**





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

La construcción del reactor según los parámetros indicados en la Tabla 7.42 será llevada a cabo por la empresa GALAXIE Secado Spray.

Tabla 8.42 - Parámetros de Diseño del Secadero por Atomización.

SECADOR POR ATOMIZACIÓN	
S - 001	
MATERIALES DE CONSTRUCCION	
Cuerpo Y Tapas	Acero Al Carbono
DIMENSIONES CÁMARA DE SECADO	
Diámetro de la cámara (m)	1,29
Altura de la cámara (m)	2,51
DIMENSIONES CICLÓN	
Bc (m)	0,098
Dc(m)	0,392
De (m)	0,196
Hc (m)	0,196
Lc (m)	0,784
Sc (m)	0,049
Zc (m)	0,784
Jc (m)	0,098
Lt (m)	1,57

Fuente: Propia



Figura 8.22 - Secador por atomización.

Fuente: <http://www.galaxie.com.ar>

### 8.3.10 Adopción de Filtros

#### 8.3.10-1 Adopción de Filtro Rotativo

Este filtro es utilizado con el fin de separar los sólidos suspendidos que ingresan con la solución de almidón al proceso.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

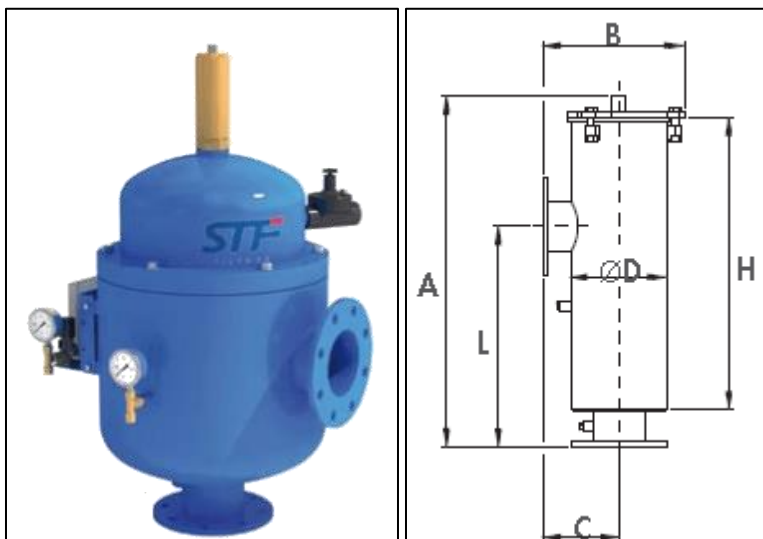
### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Al equipo ingresa un volumen de solución de 10,81 m<sup>3</sup>/h y el proceso de filtrado se lleva a cabo en una hora. Para tales condiciones, se adopta un filtro rotativo auto limpiante STF, cuyas características se presentan en la Tabla 7.43 que se muestra debajo.

Tabla 8.43 - Características de Filtro Rotativo Auto limpiante STF

<b>FILTRO ROTATIVO</b>	
<b>FIL - 001</b>	
<b>MODELO</b>	FMA 1002
Diámetro De Entrada/Salida	2"
Presión De Trabajo Min/Max	2 bar/10 bar
Temperatura De Trabajo	50 °C
Caudal Min/Max	3 - 50 m <sup>3</sup> /h
Superficie Filtrante	1 m <sup>2</sup>
Peso En Vacío	36 kg
Tamaño De Filtración	100 - 1000 micras
<b>CICLO DE LAVADO</b>	
Duración	4 - 13 S
Caudal De Lavado	2,4 m <sup>3</sup> /h
Consumo De Agua	5 L
<b>MATERIALES DE CONSTRUCCION</b>	
Cuerpo Y Tapas	Acero Al Carbono S-235-Jr
Acabado	Recubierto Con Pintura Epoxi Poliéster
Mallas Filtrantes	Acero Inoxidable Aisi-304
<b>DIMENCIONES</b>	
C	0,15 m
L	0,5 m
D	0,165 m
H	0,794 m
A	1,054 m
B	0,265 m

Fuente: <http://www.stf-filtros.com>





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Figura 8.23 - Filtro Rotativo Auto limpiante STF  
Fuente: <http://www.stf-filtros.com>

### 8.3.10-2 Adopción de Filtro de Osmosis Inversa

Este filtro tiene como objetivo concentrar la solución que contiene almidón.

La Ósmosis Inversa es un proceso físico en el cual, mediante la aplicación de presión, se hace pasar el agua a través de una membrana semipermeable desde una solución más concentrada a una menos concentrada, con el objetivo de filtrar pequeñas partículas y concentrar una solución.

Para esta operación se adopta un filtro comercial marca OSMO VIC que procesa hasta 15 m<sup>3</sup>/h y sus características se resumen en la siguiente Tabla 7.44.

Tabla 8.44- Características de Filtro Osmosis Inversa OSMO VIC

FILTRO OSMOSIS INVERSA	
FIL - 002	
MODELO	OI-501
Diámetro De Entrada/Salida	2"
Presión De Trabajo Min/Max	5 Bar
Temperatura De Trabajo	25 °C
Caudal Min/Max	15 m <sup>3</sup> /h
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	
Tablero Y Cuerpo	Acero Inoxidable
DIMENSIONES	
Ancho	0,810 m
Alto	1,5 m
Profundidad	0,5 m

Fuente: [osmovic.com.ar](http://osmovic.com.ar)



Figura 8.24 - Filtro de Osmosis Inversa OSMO VIC  
Fuente: [osmovic.com.ar](http://osmovic.com.ar)



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón



Figura 8.25 - Filtro de Osmosis Inversa OSMO VIC  
Fuente: osmovic.com.ar

#### 8.3.10-3 Adopción de Filtro de Diatomeas

En este equipo, se separan parte de las sustancias que contiene la solución de maltodextrina proveniente del hidrociclón con el fin de purificar el producto en la mayor medida de lo posible.

Se tiene una corriente formada por 4664,77 kg, cuyos componentes principales son el agua y la maltodextrina que equivalen a un caudal volumétrico de 4,05 m<sup>3</sup>/h a filtrar.

Se escoge, a partir de las condiciones expuestas, el filtro comercial Culligan HCF, filtro de tierra de diatomeas de pequeñas dimensiones cuyas características se aprecian en la siguiente Tabla 7.45.

Tabla 8.45 - Características del Filtro de Tierra de Diatomeas Culligan HCF

FILTRO TIERRA DE DIATOMEAS	
FIL - 003	
MODELO	CULLIGAN HCF
Diámetro De Entrada/Salida	2"
Diámetro Expulsión	1"
Presión De Trabajo Min/Max	1 bar/2,5 bar
Temperatura De Trabajo	70
Caudal Max	10 m3/h
Superficie Filtrante	1,42 m2
Tamaño De Filtración	< 5µm
Velocidad De Filtrado	7 m3/h
Peso Diatomeas	1,4 kg
Peso Neto	29 kg
MATERIALES DE CONSTRUCCION	
Cuerpo Y Tapas	Resinas De Poliéster Y Fibras De Vidrio
DIMENCIONES	
A	1230 mm
H	930 mm
C	675 mm



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

<b>M</b>	420 mm
<b>N</b>	1230 mm
<b>D</b>	610 mm

Fuente: <http://www.culligan.com.ar>

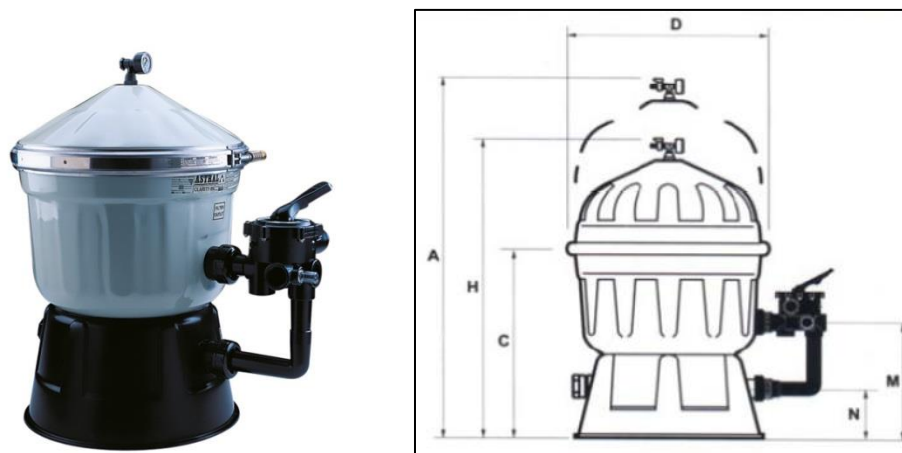


Figura 8.26 - Filtro de Tierra de Diatomeas Culligan HCF

Fuente: <http://www.culligan.com.ar>

#### 8.3.10-4 Adopción de Filtro de Carbón Activo

La solución rica en maltodextrina, pasa por este equipo con el objetivo de convertirse en solución pura de maltodextrina que luego se secará para obtener el producto final.

Para procesar un caudal volumétrico requerido de 3,7 m<sup>3</sup>/h se resuelve adoptar el filtro de carbón activado Aquaplus, de fácil operación y casi nulo en mantenimiento.

Las características del equipo se mencionan en la Tabla 7.46 a continuación.

Tabla 8.46 - Características del Filtro de Carbón Activo Aquaplus

<b>FILTRO CARBON ACTIVADO</b>	
<b>FIL - 004</b>	
<b>MODELO</b>	CA 24
DIAMETRO DE ENTRADA/SALIDA	1,5"
PRESION DE TRABAJO MIN/MAX	2 BAR/5 BAR
TEMPERATURA DE TRABAJO	35 °C
CAUDAL MIN/MAX	1,5 - 5 M3/H
PESO EN VACÍO	463 KG
TAMAÑO DE FILTRACION	> 5µm
MEDIO FILTRANTE	CARBON GRANULADO
<b>MATERIALES DE CONSTRUCCION</b>	



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

CUERPO Y TAPAS	ACERO AL CARBONO
ACABADO	RECUBIERTO CON PINTURA EPOXI
<b>DIMENSIONES</b>	
DIAMETRO DEL TANQUE	610 mm
ALTURA DEL TANQUE	1900 mm

Fuente: www.aquaplus.com

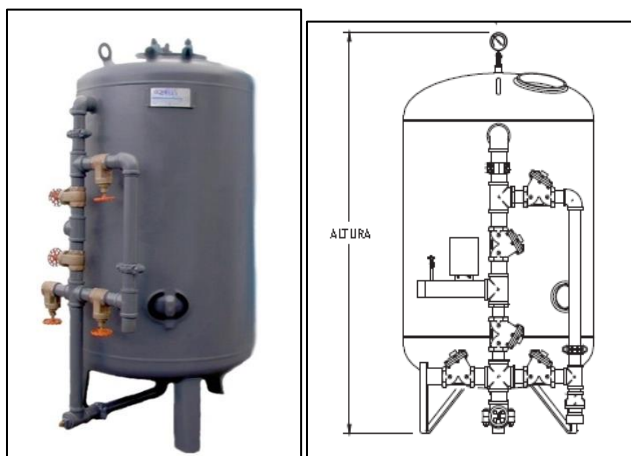


Figura 8.27 - Filtro de Carbón Activo Aquaplus

Fuente: www.aquaplus.com

#### 8.3.11 Adopción de Envasadora P-001

El envasado se realiza en bolsas de polietileno recubierto con 3 a 5 capas de papel Kraft con una capacidad de 25 kg/bolsa. Se escoge la Envasadora Sipel Net de Sipel “Tecnología en pesaje” diseñada para envasar productos en dosis de 25 a 75 kg.

Las características del equipo se muestran en la Tabla 7.47.

Tabla 8.47 - Características Envasadora Sipel NET – Sipel

ENVASADORA P-001	
MODELO	Sipel NET
Requerimiento eléctrico	220 voltios
Gabinete	Acero NEMA XII, terminación epoxi.
Balanzas	1
Rango de pesado	De 25.000 a 75.000 gramos
Control de peso	Por celda de carga
Tipos de envase	Bolsas resistentes kraft
Largo de envase	Ajustable mecánicamente, o por sensor de transparencia o reflexión.
Centrado de impresión	Ajuste mecánico a tornillo.
Modo de sellado	Por pulsos o por calor constante
Tracción de lámina	Por mordazas de acción neumática.
Carro porta bobina	Con freno neumático.
Panel de control	Digital con pantalla sensible al tacto.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

<b>Regule de velocidad</b>	Neumático
<b>DIMENSIONES</b>	
<b>Altura</b>	275 mm
<b>Ancho</b>	215 mm
<b>Profundidad</b>	90 mm

Fuente: <http://www.sipel.com.ar>



Figura 8.28 - Envasadora Sipel NET  
Fuente: <https://www.sipel.com.ar>

#### 8.3.12 Bombas

Los fluidos se transportan generalmente por el interior de tubos o tuberías de sección circular, que existen en una amplia variedad de tamaños, espesor de pared y materiales de construcción.

Los métodos que se utilizan para unir tubos y tuberías, dependen en parte de las propiedades del material de construcción, pero sobre todo del espesor de la pared. Las tuberías de paredes gruesas, se conectan entre sí por medio de accesorios roscados, bridas o soldaduras. Las piezas de pared delgadas se unen por soldadura, compresión o accesorios cónicos. Además, se utilizan el proceso un gran número de válvulas para disminuir o detener el flujo de un fluido. Los dos tipos más utilizados son:



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Válvula de asiento: son utilizadas para controlar la velocidad de flujo de un fluido, haciendo que el fluido cambie varias veces de dirección. La caída de presión es grande en este tipo de válvulas.

Válvula de retención: permite el flujo solamente en una dirección. Se abre debido a la presión del fluido en una determinada dirección, cuando se detiene el flujo o tiende a invertirse, la válvula cierra automáticamente.

En este proyecto las válvulas utilizadas son en su mayoría de retención para evitar el golpe de ariete cuando sea necesario cortar la circulación del fluido, pero es indispensable que se incluya en la descarga, una válvula de asiento, que permita regular el caudal cuando sea necesario y una válvula de retención.

Debido a los accesorios, válvulas y las diferencias de nivel en el sistema de conducción se producen pérdidas de carga en el transporte del fluido, por lo que es necesario colocar bombas que lo impulsen desde un equipo a otro. (McCabe, Smith, & Harriott, 4ta edición).

Las bombas se instalan en la conducción y suministra la energía necesaria para succionar un fluido de un recipiente que se encuentra a menor presión o altitud y trasladarlo a otro de mayor presión o altitud.

Entre los tipos de bombas, los utilizados en su mayoría en el presente proyecto son:

- **Bomba centrífuga:** El líquido penetra a través de una unión de succión, concéntrica con el eje de un impulsor o rodete que gira a gran velocidad. El rodete está provisto por álabes radiales solidarios con el mismo. El líquido circula hacia afuera, por el interior de los espacios que existen entre los álabes, y abandona el rodete con una velocidad mucho mayor que a la que entra en el mismo.

Estas bombas resultan indispensables en las instalaciones industriales de diversos procesos con el fin de abastecimiento de agua, impulsión de toda clase de líquidos, ya sean viscosos, corrosivos, alimenticios, entre otros.

- **Bombas de dosificación:** Las bombas dosificadoras se usan en varios ámbitos para la dosificación exacta de un medio. Tanto en la industria como en el laboratorio, se aplica pegamento, se dosifica medicamentos o se introduce sustancias químicas en un proceso.

El procedimiento sencillo y preciso de estas bombas que permiten medir de forma constante en el tiempo el mismo volumen, mejoran el resultado y reducen o evitan fallos subjetivos o insuficiencias, que se producen inevitablemente por el factor humano. Además, evitan el contacto con medios agresivos en un proceso. La experiencia muestra que la inversión en bombas dosificadoras se rentabiliza en poco tiempo.

Dentro de estos tipos, las bombas dosificadoras escogidas son las:





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

- Bombas peristálticas: Mediante el desplazamiento del medio por fuerzas mecánicas externas en un tubo de plástico flexible se transporta de forma precisa entre la entrada y la salida. Este transporte del medio se puede realizar de forma muy precisa, y se usa con más frecuencia en el ámbito de la medicina, laboratorios e industrias.

Debido a que, como se mencionó, la función básica de toda bomba es la de transportar un fluido, las características de funcionamiento y los medios de acción sobre el líquido deben estar estrechamente relacionados con las características del fluido en cuestión.

Con el fin de escoger la bomba adecuada, se realizan los cálculos correspondientes de diseño para luego adoptar el equipo que mejor se adapte a las características requeridas.

El cálculo comienza teniendo en cuenta la ecuación de Bernoulli corregida para tener en cuenta la fricción del fluido (Mataix, 1982).

$$H + \frac{p_a}{\rho \cdot g} + Z_a + \frac{V_a^2}{2 \cdot g} = \frac{p_b}{\rho \cdot g} + Z_b + \frac{V_b^2}{2 \cdot g} + h_f$$

Dónde:

H: altura efectiva de la bomba (ideal)

$p_a$  y  $p_b$ : presión sobre el fluido en los puntos de succión y descarga respectivamente

$\rho$ : densidad del fluido

$Z_a$  y  $Z_b$ : altura del nivel del líquido en los puntos de succión y descarga respectivamente

$V_a$  y  $V_b$ : velocidad lineal del fluido en los puntos de succión y descarga respectivamente

$h_f$ : pérdidas por fricción

$g$ : aceleración de la gravedad

- El primer paso, es el cálculo de los diámetros de las tuberías de succión (D1) y de impulsión (D2), utilizando la siguiente ecuación (Warring, 1977).

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_m}{\pi \cdot V}}$$



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Dónde:

D: Diámetro de la tubería

Qm: Caudal másico del líquido

V: Velocidad en la tubería de succión o de impulsión

- Se adoptan las velocidades del líquido a la entrada de la bomba (V1) y a la salida de la misma (V2) según Tabla 8.1 McCabe, Smith (McCabe, Smith, & Harriott, 4ta edición).
- Con los diámetros calculados se obtienen del apéndice 6 los diámetros nominales (Ds y Di), y las características de la tubería de succión e impulsión de la bomba (McCabe, Smith, & Harriott, 4ta edición).
- Una vez obtenidos estos datos se recalculan las velocidades a la entrada y a la salida de la bomba (Vs y Vi), utilizando las ecuaciones que se expresan a continuación.

$$V = \frac{Q_m}{\rho \cdot A} \quad A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Donde:

A: Área de succión o de impulsión de la tubería

- El segundo paso, es el cálculo del número de Reynolds para determinar el tipo de flujo del fluido tanto en la tubería de entrada como en la tubería de salida de la bomba (NRes y NRei), con la siguiente ecuación.

$$N_{Re} = \frac{D \cdot \rho \cdot V}{\mu}$$

Donde:

$\mu$ : Viscosidad de la solución

- El tercer paso, es el cálculo de la pérdida de carga en la tubería de succión (hfs) y de impulsión (hfi), utilizando las siguientes ecuaciones (Ocon García & Tojo Barreiro).



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

$$h_f = 4 \cdot f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

L: Longitud total de la cañería de succión o de impulsión

f: Factor o coeficiente de fricción

En donde L se calcula como la longitud del tramo de tubería recta más la longitud equivalente correspondiente a los accesorios incluidos en dicho tramo (codos, válvulas, etc.).

Para el cálculo de la longitud equivalente de los accesorios se utiliza el gráfico 1-2 (Ocon García & Tojo Barreiro).

- Si el flujo es laminar, el coeficiente de fricción se calcula con la siguiente ecuación (Ocon García & Tojo Barreiro).

$$f = \frac{64}{N_{Re}}$$

- Si el flujo es turbulento, el coeficiente de fricción se determina obteniendo la rugosidad relativa de la tubería ( $\epsilon/D$ ) en el gráfico 1-3 y luego se procede a buscar f en el gráfico 1-4 (Ocon García & Tojo Barreiro).

• El cuarto paso consiste en calcular la pérdida de carga total exterior a la bomba ( $h_f$ ), con la siguiente ecuación.

$$h_f = h_{fs} + h_{fi} + \frac{V_i^2}{2 \cdot g}$$

Para así determinar la altura útil o efectiva de la bomba (H), simplificando los términos despreciables de la ecuación de Bernoulli.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

$$H = Z_b + h_f$$

- En el quinto paso se calcula la potencia útil ( $P_u$ ) y necesaria ( $P_n$ ) de la bomba, con las ecuaciones que se expresan a continuación (Mataix, 1982).

$$P_u = Q_m \cdot g \cdot H$$

$$P_n = \frac{P_u}{\eta}$$

Donde:

$\eta$ : Rendimiento global de la bomba

El rendimiento global de la bomba  $\eta$ , en las bombas centrífugas varía con el caudal y la altura de elevación. Un valor medio para cálculos aproximados es 75 %.

- Por último, se procede a calcular la altura de aspiración disponible de la bomba (NPSH) (McCabe, Smith, & Harriott, 4ta edición).

$$NPSH = \frac{V_s^2}{2 \cdot g} + \frac{p_1 - p_v}{\rho}$$

Donde:

$p_1$ : Presión en la tubería de succión

$p_v$ : Presión de vapor

Este valor debe ser mayor que cero y generalmente, por lo menos, de algunos metros para que no se produzca la cavitación dentro de la bomba (Harriot, s.f.)

Las características de las corrientes del proceso se expresan en la siguiente Tabla 7.48. A partir de estos datos es posible determinar el diámetro de tubería más apropiado para cada tramo y realizar los demás cálculos. El material seleccionado para la tubería es, en todos los casos, acero comercial.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 8.48 – Características de las corrientes y ubicación de las bombas.

Desde Equipo	Hasta Equipo	Cte.	Código Bomba	Nombre Corriente	Caudal (kg/h)	Viscosidad (kg/ms)	Densidad (kg/m3)
T-001(a-j)	F-001	A	P-001/2	Solución acuosa y sólidos	12125	1,24E-03	1210
F-001	F-002	B	P-003	Solución Acuosa Filtrada	12107,49	1,24E-03	1210
F-002	ME-001	D	P-004	Lechada de almidón	4654,12	1,24E-03	1310
T-002	ME-001	F1	B.DOSIF	Ácido Sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	2,32	3,50E-03	1150
ME-001	E-001	G	P-005	Lechada de almidón acidificada	4656,44	1,20E-03	1210
E-001	T-005	G	P-005	Lechada de almidón acidificada	4656,44	1,20E-03	1210
T-005	R-001/2	G	P-006/7	Lechada de almidón acidificada	4656,44	1,20E-03	1210
R-001/2	T-006	J	P-008	Solución de Maltodextrina	4810,12	2,50E-03	1150
T-006	E-001	J	P-009	Solución de Maltodextrina	4810,12	2,50E-03	1150
E-001	HC-001	J	P-009	Solución de Maltodextrina	4810,12	2,50E-03	1150
T-004	R-001/2	H	P-010	Cloruro de Calcio (CaCl <sub>2</sub> )	146,45	1,50E-03	1010
T-002	R-001/2	F2	PD-003	Ácido Sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	5,41	3,50E-03	1150
Enzima	R-001/2	I	PD-001	Enzima Alpha amilasa	1,82		
HC-001	F-003	K	P-011	Sol. Malto libre de borra	4655,31	1,90E-03	1150
F-003	E-002	M	P-012	Sol. Rica en Maltodextrina	4522,08	1,50E-03	1160
E-002	F-004	M	P-012	Sol. Rica en Maltodextrina	4522,08	1,50E-03	1160
F-004	ME-002	Q	P-013	Sol Pura de Maltodextrina	4462,49	1,45E-03	1165
T-003	ME-002	R	PD-002	Hidróxido de Sodio (NaOH)	2,9	3,50E-03	1100
ME-002	V-001	S	P-014	Sol Pura de Maltodextrina Regulada	4461,52	1,43E-03	1250
V-001	S-001	U	P-015	Sol. Maltodextrina Concentrada	4461,52	1,55E-03	1170
F-002	E-002	O	P-016	Agua de Enfriamiento	6501,11	1	1000

Fuente: Propia

Por las características de las corrientes, se decide adoptar bombas centrífugas. Las mismas son calculadas en un primer paso para posteriormente escoger la que mejor se adapta a los requerimientos en cuestión.

Para el cálculo de las longitudes equivalentes, se toman en cuenta las siguientes nomenclaturas:

Accesorios	Nomenclatura
Codo gran curvatura	C
Conexión en T	T
Conexión T con válvula	TV
Ensanchamiento brusco 1/4	EB
d/D 1/2	
d/D 3/4	
Contracción brusca	CB



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Embocadura ordinaria	EO
Válvula de asiento (general)	V
Empalme en T	ET
Cruce de T	CT



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

**8.3.12-1 Bomba P-001 y P-002**

Tabla 8.49 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-001 y P-002

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	30,49 m	
Longitud Equivalente	1V+1EO+2C	10,7m
Tubería de Impulsión		
Longitud de Cañería	2,32 m	
Longitud Equivalente	1TV+1C	2,5 m

Fuente: Propia

Tabla 8.50 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-001 y P-002

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
D <sub>1</sub>	2 -1/2" Cédula 10	
V <sub>1</sub>	0,66 m/s	
Le <sub>1</sub>	41,2 m	
NRe <sub>1</sub>	6,4x10 <sup>5</sup>	
ε/D <sub>1</sub>	0,0007	
f <sub>1</sub>	0,017	
hf <sub>1</sub>	0,481	
Tubería de Impulsión		
D <sub>2</sub>	2" Cédula 10	
V <sub>2</sub>	0,97 m/s	
Le <sub>2</sub>	4,82 m	
NRe <sub>2</sub>	7x10 <sup>5</sup>	
ε/D <sub>2</sub>	0,00085	
f <sub>2</sub>	0,0182	
hf <sub>2</sub>	0,111	
Pérdida de Carga del Sistema		
HF	0,591 m	
HZ	0	
H	0,032 m	
Potencia		
Pu	21,62 W	
Pm	28,33 W	
Eficiencia η	75%	
Altura de Aspiración		
P <sub>1</sub>	10332,30 kg/m <sup>2</sup>	
Pv	283.4 kg/m <sup>2</sup>	
NPSH	8,31 m	

Fuente: Propia



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 8.51 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba P-001/002	
<b>Tipo</b>	Bomba centrífuga mono turbina.
<b>Descripción</b>	Bomba diseñada para el llenado/vaciado de tanques y depósitos en general. Propia de industria química y alimenticia.
<b>Marca</b>	SACI Pumps
<b>Modelo</b>	K-5T
<b>Potencia Máx.</b>	0,37kW
<b>H máx.</b>	22 m
<b>Presión máx.</b>	6 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: -10 a 50°C Peso: 13 kg Voltaje: 230-240 V

Fuente: www.sacipumps.com

#### 8.3.12-2 Bomba P-003

Tabla 8.52 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-003

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	4,32 m	
Longitud Equivalente	1C	1,4m
	Tubería de Impulsión	
Longitud de Cañería	0,88 m	
Longitud Equivalente		0 m

Fuente: Propia

Tabla 8.53 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-003

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
D <sub>1</sub>	2 -1/2" Cédula 10	
V <sub>1</sub>	0,664 m/s	
Le <sub>1</sub>	5,72 m	
NRe <sub>1</sub>	6,41x10 <sup>5</sup>	
ε/D <sub>1</sub>	0,0007	
f <sub>1</sub>	0,017	
hf <sub>1</sub>	0,096	
	Tubería de Impulsión	
D <sub>2</sub>	2" Cédula 10	
V <sub>2</sub>	0,973 m/s	
Le <sub>2</sub>	0,88 m	
NRe <sub>2</sub>	7,064x10 <sup>5</sup>	
ε/D <sub>2</sub>	0,00085	
f <sub>2</sub>	0,0182	
hf <sub>2</sub>	0,044	
	Pérdida de Carga del Sistema	
HF	0,140 m	
HZ	0	
H	0,032 m	





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Potencia	
Pu	5,96W
Pm	7,45 W
Eficiencia $\eta$	75%
Altura de Aspiración	
P <sub>1</sub>	10332,30 kg/m <sup>2</sup>
Pv	283,6 kg/m <sup>2</sup>
NPSH	8,312 m

Fuente: Propia

Tabla 8.54 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba P-003	
<b>Tipo</b>	Bomba centrífuga.
<b>Descripción</b>	Las bombas centrífugas mono bloque horizontales OMA permiten el traslado, la recirculación y la distribución de productos químicos contenidos en tanques de almacenamiento o en pozos de proceso, carga y descarga de auto cisternas, etc. Sus detalles de construcción aseguran una elevada resistencia a la agresión química y un funcionamiento durable. Las bombas horizontales OMA pueden ser entregadas con plataforma o sobre carretillas. Instalaciones: bajo nivel o con tanque de auto cebado.
<b>Marca</b>	Savino Barbera
<b>Modelo</b>	OMA-30
<b>Potencia Máx.</b>	1,1 kW
<b>H máx.</b>	14 m
<b>Presión máx.</b>	10,2 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: -10 a 110°C Voltaje: 230-400 V

Fuente: www.savinobarbera.com

#### 8.3.12-3 Bomba P-004

Tabla 8.55 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-004

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	3,75 m	
Longitud Equivalente	0m	
Tubería de Impulsión		
Longitud de Cañería	2,36 m	
Longitud Equivalente	2C+1EO	2,38 m

Fuente: Propia

Tabla 8.56 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-004



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Parámetro	Valor
	Tubería de Succión
$D_1$	1 -1/4" Cédula 10
$V_1$	0,706 m/s
$Le_1$	3,75 m
$NRe_1$	$4 \times 10^5$
$\epsilon/D_1$	0,0015
$f_1$	0,022
$hf_1$	0,108
<b>Tubería de Impulsión</b>	
$D_2$	1" Cédula 10
$V_2$	1,125 m/s
$Le_2$	4,74 m
$NRe_2$	$4,23 \times 10^5$
$\epsilon/D_2$	0,0018
$f_2$	0,023
$hf_2$	0,303
<b>Perdida de Carga del Sistema</b>	
HF	0,411 m
HZ	1,66
H	1,69 m
<b>Potencia</b>	
$P_u$	27 W
$P_m$	36 W
Eficiencia $\eta$	75%
<b>Altura de Aspiración</b>	
$P_1$	10332,30 kg/m <sup>2</sup>
$P_v$	219,9 kg/m <sup>2</sup>
NPSH	7,78 m

Fuente: Propia

Tabla 8.57 – Características del equipo adoptado.

<b>Adopción Bomba P-004</b>	
<b>Tipo</b>	Bomba centrífuga.
<b>Descripción</b>	Realizadas en tres tamaños, responden a numerosas exigencias de mantenimiento industrial. El cebado, solamente con el cuerpo de la bomba lleno de líquido y la descarga libre, es automático y rápido, sin necesidad de válvula de fondo. Se pueden suministrar con plataforma o también en versión portátil sobre carretillas.
<b>Marca</b>	Savino Barbera
<b>Modelo</b>	PA-20
<b>Potencia Máx.</b>	0,25 kW
<b>H máx.</b>	5 m
<b>Presión máx.</b>	15 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: -10 a 100°C

Fuente: www.savinobarbera.com



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

**8.3.12-4 Bomba P-005**

Tabla 8.58 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-005

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	2,76 m	
Longitud Equivalente	1V+1EO+1C	10,1m
	Tubería de Impulsión	
Longitud de Cañería	6 m	
Longitud Equivalente	2C+1EB	2,14 m

Fuente: Propia

Tabla 8.59 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-005

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
$D_1$	1 -1/4" Cédula 10	
$V_1$	0,77 m/s	
$Le_1$	12,86 m	
$NRe_1$	$3,83 \times 10^5$	
$\epsilon/D_1$	0,0017	
$f_1$	0,0215	
$hf_1$	0,323	
	Tubería de Impulsión	
$D_2$	1-1/4" Cédula 10	
$V_2$	0,772 m/s	
$Le_2$	8,14 m	
$NRe_2$	$5,101 \times 10^5$	
$\epsilon/D_2$	0,0014	
$f_2$	0,024	
$hf_2$	0,418	
	Pérdida de Carga del Sistema	
HF	0,741 m	
HZ	1,40	
H	1,43 m	
	Potencia	
Pu	28 W	
Pm	37 W	
Eficiencia $\eta$	75%	
	Altura de Aspiración	
$P_1$	10332,30 kg/m <sup>2</sup>	
$P_v$	226,38 kg/m <sup>2</sup>	
NPSH	8,38 m	

Fuente: Propia



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 8.60 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba P-005	
<b>Tipo</b>	Bomba centrífuga.
<b>Descripción</b>	Bomba ideal para amplia gama de aplicaciones industriales tales como circulación de agua para circuitos de calefacción y refrigeración, equipos de presión y otras instalaciones del sector civil y agrario.
<b>Marca</b>	SACI Pumps
<b>Modelo</b>	NKM-G32
<b>Potencia Máx.</b>	0,37 kW
<b>H máx.</b>	7 m
<b>Presión máx.</b>	25 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: -10 a 140°C Peso: 23,2 kg

Fuente: www.sacipumps.com

#### 8.3.12-5 Bomba P-006 y P-007

Tabla 8.61 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-006 y P-007

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	2,05 m	
Longitud Equivalente	1V+1EO+1C	10,1m
	Tubería de Impulsión	
Longitud de Cañería	4,65 m	
Longitud Equivalente	1C+1TV+1EB	3,44 m

Fuente: Propia

Tabla 8.62 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-006 y P-007

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
D <sub>1</sub>	1 -1/4" Cédula 10	
V <sub>1</sub>	0,76 m/s	
Le <sub>1</sub>	12,15 m	
NRe <sub>1</sub>	3,83x10 <sup>5</sup>	
ε/D <sub>1</sub>	0,0014	
f <sub>1</sub>	0,0215	
hf <sub>1</sub>	0,421	
	Tubería de Impulsión	
D <sub>2</sub>	1-1/4" Cédula 10	
V <sub>2</sub>	0,76 m/s	
Le <sub>2</sub>	8,09 m	
NRe <sub>2</sub>	5,10x10 <sup>5</sup>	
ε/D <sub>2</sub>	0,0014	
f <sub>2</sub>	0,024	
hf <sub>2</sub>	0,418	
	Pérdida de Carga del Sistema	
HF	0,839 m	
HZ	1,25	
H	1,28 m	



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Potencia	
Pu	26,8 W
Pm	36 W
Eficiencia $\eta$	75%
Altura de Aspiración	
P <sub>1</sub>	10332,30 kg/m <sup>2</sup>
Pv	226,38 kg/m <sup>2</sup>
NPSH	8,38 m

Fuente: Propia

Tabla 8.63 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba P-006/007	
<b>Tipo</b>	Bomba centrífuga.
<b>Descripción</b>	Las bombas centrífugas mono bloque horizontales OMA permiten el traslado, la recirculación y la distribución de productos químicos contenidos en tanques de almacenamiento o en pozos de proceso, carga y descarga de auto cisternas, etc. Sus detalles de construcción aseguran una elevada resistencia a la agresión química y un funcionamiento durable. Las bombas horizontales OMA pueden ser entregadas con plataforma o sobre carretillas. Instalaciones: bajo nivel o con tanque de auto cebado.
<b>Marca</b>	Savino Barbera
<b>Modelo</b>	OMA-20
<b>Potencia Máx.</b>	0,25 kW
<b>H máx.</b>	8 m
<b>Presión máx.</b>	10,2 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	

Fuente: www.savinobarbera.com

#### 8.3.12-6 Bomba P-008

Tabla 8.64 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-008

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	4,04 m	
Longitud Equivalente	1V+1EO+1C+1TV	12 m
Tubería de Impulsión		
Longitud de Cañería	4,69 m	
Longitud Equivalente	1EB	0,94 m

Fuente: Propia

Tabla 8.65 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-008



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Parámetro	Valor
	Tubería de Succión
$D_1$	1 -1/4" Cédula 10
$V_1$	0,832 m/s
$Le_1$	16,04 m
$NRe_1$	$1,74 \times 10^5$
$\epsilon/D_1$	0,0014
$f_1$	0,0215
$hf_1$	0,421
	Tubería de Impulsión
$D_2$	1-1/4" Cédula 10
$V_2$	0,832 m/s
$Le_2$	5,63 m
$NRe_2$	$2,33 \times 10^5$
$\epsilon/D_2$	0,0014
$f_2$	0,022
$hf_2$	0,306
	Perdida de Carga del Sistema
HF	0,728 m
HZ	3,72
H	3,75 m
	Potencia
Pu	59 W
Pm	78,3 W
Eficiencia $\eta$	75%
	Altura de Aspiración
$P_1$	10332,30 kg/m <sup>2</sup>
$P_v$	302 kg/m <sup>2</sup>
NPSH	8,75 m

Fuente: Propia

Tabla 8.66 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba P-008	
<b>Tipo</b>	Bomba centrífuga.
<b>Descripción</b>	Electrobombas monoblock construidas totalmente en acero INOX 316L, fabricadas según normas EN733. Aptas para líquidos limpios y químicamente compatibles con el acero inox e indicadas para usos doméstico e industrial, siendo muy adecuadas para trabajar en industria alimentaria, tratamiento de aguas, agua de mar, refrigeración, climatización, riegos, etc. Electrobombas con motor de eje prolongado, excepto modelos CMSX, con eje bomba y eje motor unidos por acoplamiento rígido.
<b>Marca</b>	AGP Bombas
<b>Modelo</b>	CMX-32/125-A
<b>Potencia Máx.</b>	1,1 kW
<b>H máx.</b>	21 m
<b>Presión máx.</b>	10,2 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: Hasta 110°C Voltaje: 230-400 V

Fuente: www.agpbombas.com



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

#### 8.3.12-7 Bomba P-009

Tabla 8.67 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-009

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	8,47 m	
Longitud Equivalente	1V+2EO+2C	10,7 m
	Tubería de Impulsión	
Longitud de Cañería	6,26 m	
Longitud Equivalente	1EB + 2C	2,14 m

Fuente: Propia

Tabla 8.68 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-009

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
$D_1$	1 -1/4" Cédula 10	
$V_1$	0,832 m/s	
$Le_1$	19,70 m	
$NRe_1$	$1,74 \times 10^5$	
$\epsilon/D_1$	0,0014	
$f_1$	0,0215	
$hf_1$	0,632	
	Tubería de Impulsión	
$D_2$	1-1/4" Cédula 10	
$V_2$	0,832 m/s	
$Le_2$	8,4 m	
$NRe_2$	$2,33 \times 10^5$	
$\epsilon/D_2$	0,0014	
$f_2$	0,022	
$hf_2$	0,46	
	Pérdida de Carga del Sistema	
HF	1,092 m	
HZ	1,4	
H	1,43 m	
	Potencia	
$P_u$	33 W	
$P_m$	44 W	
Eficiencia $\eta$	75%	
	Altura de Aspiración	
$P_1$	10332,30 kg/m <sup>2</sup>	
$P_v$	302 kg/m <sup>2</sup>	
NPSH	8,76 m	

Fuente: Propia



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 8.69 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba P-009	
<b>Tipo</b>	Bomba centrífuga.
<b>Descripción</b>	Bomba centrífuga aptas para uso en equipos de presión.
<b>Marca</b>	SACI
<b>Modelo</b>	CB -100 T
<b>Potencia Máx.</b>	0,75 kW
<b>H máx.</b>	23 m
<b>Presión máx.</b>	6,02 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: Hasta 90°C Voltaje: 240-400 V

Fuente: www.sacipumps.com

#### 8.3.12-8 Bomba P-010

Tabla 8.70 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-010

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	3,37 m	
Longitud Equivalente	1V+1EO+1C	10,1 m
	Tubería de Impulsión	
Longitud de Cañería	9,16 m	
Longitud Equivalente	1TV + 1C	2,50 m

Fuente: Propia

Tabla 8.71 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-010

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
D <sub>1</sub>	1 -1/4" Cédula 10	
V <sub>1</sub>	0,282 m/s	
Le <sub>1</sub>	13,47 m	
NRe <sub>1</sub>	8,3x10 <sup>4</sup>	
ε/D <sub>1</sub>	0,0020	
f <sub>1</sub>	0,026	
hf <sub>1</sub>	1,33	
	Tubería de Impulsión	
D <sub>2</sub>	1-1/4" Cédula 10	
V <sub>2</sub>	0,282 m/s	
Le <sub>2</sub>	11,66 m	
NRe <sub>2</sub>	1,109x10 <sup>5</sup>	
ε/D <sub>2</sub>	0,002	
f <sub>2</sub>	0,0255	
hf <sub>2</sub>	2,047	
	Pérdida de Carga del Sistema	
HF	3,38 m	





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

HZ	1,25
H	1,28 m
<b>Potencia</b>	
Pu	22 W
Pm	24 W
Eficiencia $\eta$	75%
<b>Altura de Aspiración</b>	
P <sub>1</sub>	10332,30 kg/m <sup>2</sup>
Pv	228 kg/m <sup>2</sup>
NPSH	10,3 m

Fuente: Propia

Tabla 8.72 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba P-010	
<b>Tipo</b>	Bomba centrífuga.
<b>Descripción</b>	Bomba ideal para amplia gama de aplicaciones industriales tales como circulación de agua para circuitos de calefacción y refrigeración, equipos de presión y otras instalaciones del sector civil y agrario.
<b>Marca</b>	SACI Pumps
<b>Modelo</b>	K-5M
<b>Potencia Máx.</b>	0,37 kW
<b>H máx.</b>	7 m
<b>Presión máx.</b>	6 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: Hasta -10 a 50°C Voltaje: 230-400 V

Fuente: www.sacipumps.com

#### 8.3.12-9 Bomba P-011

Tabla 8.73 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-011

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	0,57 m	
Longitud Equivalente		0 m
	Tubería de Impulsión	
Longitud de Cañería	2 m	
Longitud Equivalente		0 m

Fuente: Propia

Tabla 8.74 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-011

Parámetro	Valor
-----------	-------



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

<b>Tubería de Succión</b>	
$D_1$	6" Cédula 10
$V_1$	0,051 m/s
$Le_1$	0,57 m
$NRe_1$	$9,6 \times 10^5$
$\epsilon/D_1$	0,0003
$f_1$	0,0155
$hf_1$	0,004
<b>Tubería de Impulsión</b>	
$D_2$	2" Cédula 10
$V_2$	0,806 m/s
$Le_2$	2 m
$NRe_2$	$3,06 \times 10^5$
$\epsilon/D_2$	0,0008
$f_2$	0,017
$hf_2$	0,089
<b>Perdida de Carga del Sistema</b>	
HF	0,093 m
HZ	0
H	0,032 m
<b>Potencia</b>	
$P_u$	1,5 W
$P_m$	2,24 W
Eficiencia $\eta$	75%
<b>Altura de Aspiración</b>	
$P_1$	10332,30 kg/m <sup>2</sup>
$P_v$	210.2 kg/m <sup>2</sup>
NPSH	8,84 m

Fuente: Propia

Tabla 8.75 – Características del equipo adoptado.

<b>Adopción Bomba P-011</b>	
<b>Tipo</b>	Bomba centrífuga.
<b>Descripción</b>	Realizadas en tres tamaños, responden a numerosas exigencias de mantenimiento industrial. El cebado, solamente con el cuerpo de la bomba lleno de líquido y la descarga libre, es automático y rápido, sin necesidad de válvula de fondo. Se pueden suministrar con plataforma o también en versión portátil sobre carretillas.
<b>Marca</b>	Savino Barbera
<b>Modelo</b>	PA-20
<b>Potencia Máx.</b>	0,25 kW
<b>H máx.</b>	5 m
<b>Presión máx.</b>	15 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: -10 a 100°C

Fuente: www.savinobarbera.com



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

**8.3.12-10 Bomba P-012**

Tabla 8.76 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-012

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	0,40 m	
Longitud Equivalente	0 m	
Tubería de Impulsión		
Longitud de Cañería	3,5 m	
Longitud Equivalente	1C+1EB	1,54 m

Fuente: Propia

Tabla 8.77 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-012

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
$D_1$	1-1/4" Cédula 10	
$V_1$	0,776 m/s	
$Le_1$	0,40 m	
$NRe_1$	$2,93 \times 10^5$	
$\epsilon/D_1$	0,00145	
$f_1$	0,0215	
$hf_1$	0,021	
Tubería de Impulsión		
$D_2$	1-1/4" Cédula 10	
$V_2$	0,776 m/s	
$Le_2$	5,04 m	
$NRe_2$	$3,91 \times 10^5$	
$\epsilon/D_2$	0,00145	
$f_2$	0,022	
$hf_2$	0,306	
Pérdida de Carga del Sistema		
HF	0,328 m	
HZ	0,3	
H	0,332 m	
Potencia		
Pu	8,2 W	
Pm	11,8 W	
Eficiencia $\eta$	75%	
Altura de Aspiración		
$P_1$	10332,30 kg/m <sup>2</sup>	
$P_v$	210.2 kg/m <sup>2</sup>	
NPSH	8,75 m	

Fuente: Propia

Tabla 8.78 – Características del equipo adoptado.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Adopción Bomba P-012	
<b>Tipo</b>	Bomba centrífuga.
<b>Descripción</b>	Electrobombas monoblock construidas totalmente en acero INOX 316L, fabricadas según normas EN733. Aptas para líquidos limpios y químicamente compatibles con el acero inox e indicadas para usos doméstico e industrial, siendo muy adecuadas para trabajar en industria alimentaria, tratamiento de aguas, agua de mar, refrigeración, climatización, riego, etc. Electrobombas con motor de eje prolongado, excepto modelos CMSX, con eje bomba y eje motor unidos por acoplamiento rígido.
<b>Marca</b>	AGP Bombas
<b>Modelo</b>	CMX-4- 32/125-B
<b>Potencia Máx.</b>	0,25 kW
<b>H máx.</b>	3,9 m
<b>Presión máx.</b>	10,2 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: Hasta 110°C Voltaje: 230-400 V

Fuente: www.agpbombas.com

#### 8.3.12-11 Bomba P-013

Tabla 8.79 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-013

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	0,8 m	
Longitud Equivalente	1C	1,4 m
Tubería de Impulsión		
Longitud de Cañería	4,34 m	
Longitud Equivalente	2C+EB+RED	12,14 m

Fuente: Propia

Tabla 8.80 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-013

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
D <sub>1</sub>	1-1/4" Cédula 10	
V <sub>1</sub>	0,776 m/s	
Le <sub>1</sub>	2,2 m	
NRe <sub>1</sub>	3,049x10 <sup>5</sup>	
ε/D <sub>1</sub>	0,00145	
f <sub>1</sub>	0,0210	
hf <sub>1</sub>	0,123	
Tubería de Impulsión		
D <sub>2</sub>	1-1/4" Cédula 10	
V <sub>2</sub>	0,776 m/s	
Le <sub>2</sub>	16,48 m	
NRe <sub>2</sub>	4,065x10 <sup>5</sup>	
ε/D <sub>2</sub>	0,00145	
f <sub>2</sub>	0,018	
hf <sub>2</sub>	0,627	



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Perdida de Carga del Sistema	
HF	0,75 m
HZ	2,74
H	2,77 m
Potencia	
Pu	43,2 W
Pm	58,16 W
Eficiencia $\eta$	75%
Altura de Aspiración	
P <sub>1</sub>	10332,30 kg/m <sup>2</sup>
Pv	216 kg/m <sup>2</sup>
NPSH	8,70 m

Fuente: Propia

Tabla 8.81 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba P-013	
<b>Tipo</b>	Bomba centrífuga.
<b>Descripción</b>	Electrobombas monoblock construidas totalmente en acero INOX 316L, fabricadas según normas EN733. Aptas para líquidos limpios y químicamente compatibles con el acero inox e indicadas para usos doméstico e industrial, siendo muy adecuadas para trabajar en industria alimentaria, tratamiento de aguas, agua de mar, refrigeración, climatización, riegos, etc. Electrobombas con motor de eje prolongado, excepto modelos CMSX, con eje bomba y eje motor unidos por acoplamiento rígido.
<b>Marca</b>	AGP Bombas
<b>Modelo</b>	CMX-4/32/160-A
<b>Potencia Máx.</b>	0,37 kW
<b>H máx.</b>	7,8 m
<b>Presión máx.</b>	10,2 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: -20 a 110°C Voltaje: 230-400 V

Fuente: www.agpbombas.com

#### 8.3.12-12 Bomba P-014

Tabla 8.82 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-014

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	1,45 m	
Longitud Equivalente	1C+1V+1EO	15,54 m
Tubería de Impulsión		
Longitud de Cañería	0,9 m	
Longitud Equivalente	EB	1,45 m

Fuente: Propia

Tabla 8.83 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-014



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Parámetro	Valor
	Tubería de Succión
$D_1$	1-1/4" Cédula 10
$V_1$	0,772 m/s
$Le_1$	17 m
$NRe_1$	$3,32 \times 10^5$
$\epsilon/D_1$	0,00145
$f_1$	0,0213
$hf_1$	0,522
	Tubería de Impulsión
$D_2$	1-1/4" Cédula 10
$V_2$	0,776 m/s
$Le_2$	2,35 m
$NRe_2$	$4,42 \times 10^5$
$\epsilon/D_2$	0,00145
$f_2$	0,022
$hf_2$	0,153
	Perdida de Carga del Sistema
HF	0,675 m
HZ	0.5
H	0.53 m
	Potencia
$P_u$	15,7 W
$P_m$	21,6 W
Eficiencia $\eta$	75%
	Altura de Aspiración
$P_1$	10332,30 kg/m <sup>2</sup>
$P_v$	220 kg/m <sup>2</sup>
NPSH	8,12 m

Fuente: Propia

Tabla 8.84 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba P-014	
<b>Tipo</b>	Bomba centrífuga.
<b>Descripción</b>	Realizadas en tres tamaños, responden a numerosas exigencias de mantenimiento industrial. El cebado, solamente con el cuerpo de la bomba lleno de líquido y la descarga libre, es automático y rápido, sin necesidad de válvula de fondo. Se pueden suministrar con plataforma o también en versión portátil sobre carretillas.
<b>Marca</b>	Savino Barbera
<b>Modelo</b>	PA-20
<b>Potencia Máx.</b>	0,25 kW
<b>H máx.</b>	5 m
<b>Presión máx.</b>	15 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: -10 a 100°C

Fuente: www.savinobarbera.com

### 8.3.12-13 Bomba P-015

Tabla 8.85 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-015



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	0,93 m	
Longitud Equivalente	1V+1EO	14,7 m
Tubería de Impulsión		
Longitud de Cañería	2,62 m	
Longitud Equivalente	EB+2C	3,13 m

Fuente: Propia

Tabla 8.86 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-015

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
D <sub>1</sub>	1-1/4" Cédula 10	
V <sub>1</sub>	0,78 m/s	
Le <sub>1</sub>	15,63 m	
NRe <sub>1</sub>	2,86x10 <sup>5</sup>	
ε/D <sub>1</sub>	0,00145	
f <sub>1</sub>	0,0225	
hf <sub>1</sub>	0,440	
Tubería de Impulsión		
D <sub>2</sub>	1-1/4" Cédula 10	
V <sub>2</sub>	0,75 m/s	
Le <sub>2</sub>	5,75 m	
NRe <sub>2</sub>	3,82x10 <sup>5</sup>	
ε/D <sub>2</sub>	0,00145	
f <sub>2</sub>	0,0224	
hf <sub>2</sub>	0,420	
Pérdida de Carga del Sistema		
HF	0,859 m	
HZ	0.5	
H	0.532 m	
Potencia		
Pu	17,15 W	
Pm	23,11 W	
Eficiencia η	75%	
Altura de Aspiración		
P <sub>1</sub>	10332,30 kg/m <sup>2</sup>	
Pv	184,3 kg/m <sup>2</sup>	
NPSH	8,70 m	

Fuente: Propia

Tabla 8.87 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba P-015	
Tipo	Bomba centrífuga.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

<b>Descripción</b>	Electrobombas monoblock construidas totalmente en acero INOX 316L, fabricadas según normas EN733. Aptas para líquidos limpios y químicamente compatibles con el acero inox e indicadas para usos doméstico e industrial, siendo muy adecuadas para trabajar en industria alimentaria, tratamiento de aguas, agua de mar, refrigeración, climatización, riegos, etc. Electrobombas con motor de eje prolongado, excepto modelos CMSX, con eje bomba y eje motor unidos por acoplamiento rígido.
<b>Marca</b>	AGP Bombas
<b>Modelo</b>	CMX-4/32/160-A
<b>Potencia Máx.</b>	0,37 kW
<b>H máx.</b>	7,8 m
<b>Presión máx.</b>	10,2 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: -20 a 110°C Voltaje: 230-400 V

Fuente: www.agpbombas.com

#### 8.3.12-14 Bomba P-016

Tabla 8.88 – Características del sistema para la instalación de la bomba P-016

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
Longitud de Cañería	12,5 m	
Longitud Equivalente	1C+1T+1V	17,54 m
Tubería de Impulsión		
Longitud de Cañería	4 m	
Longitud Equivalente		0 m

Fuente: Propia

Tabla 8.89 – Cálculos del sistema para la instalación de la bomba P-016

Parámetro	Valor	
	Tubería de Succión	
D <sub>1</sub>	2" Cédula 10	
V <sub>1</sub>	0,632 m/s	
Le <sub>1</sub>	30,04 m	
NRe <sub>1</sub>	542,97	
ε/D <sub>1</sub>	-	
f <sub>1</sub>	0,118	
hf <sub>1</sub>	2,82	
Tubería de Impulsión		
D <sub>2</sub>	1-1/2" Cédula 10	
V <sub>2</sub>	0,987 m/s	
Le <sub>2</sub>	4 m	
NRe <sub>2</sub>	597,12	
ε/D <sub>2</sub>	-	
f <sub>2</sub>	0,111	
hf <sub>2</sub>	1,009	
Pérdida de Carga del Sistema		
HF	3,83 m	
HZ	0.3	
H	0,332 m	





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Potencia	
Pu	73,82 W
Pm	98,43 W
Eficiencia $\eta$	75%
Altura de Aspiración	
P <sub>1</sub>	10332,30 kg/m <sup>2</sup>
Pv	323,41 kg/m <sup>2</sup>
NPSH	10,06 m

Fuente: Propia

Tabla 8.90 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba P-016	
<b>Tipo</b>	Bomba centrífuga.
<b>Descripción</b>	Electrobombas monoblock construidas totalmente en acero INOX 316L, fabricadas según normas EN733. Aptas para líquidos limpios y químicamente compatibles con el acero inox e indicadas para usos doméstico e industrial, siendo muy adecuadas para trabajar en industria alimentaria, tratamiento de aguas, agua de mar, refrigeración, climatización, riegos, etc. Electrobombas con motor de eje prolongado, excepto modelos CMSX, con eje bomba y eje motor unidos por acoplamiento rígido.
<b>Marca</b>	AGP Bombas
<b>Modelo</b>	CMX-32/125-A
<b>Potencia Máx.</b>	1,1 kW
<b>H máx.</b>	21 m
<b>Presión máx.</b>	10,2 kg/m <sup>2</sup>
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: -20 a 110°C Voltaje: 230-400 V

Fuente: www.agpbombas.com

#### 8.3.12-15 Bomba dosificadora Electromagnética PD-001

Tabla 8.91 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba PD-001	
<b>Uso</b>	Dosificación de Enzima Alpha-Amilasa. Caudal: 1,78 Lt/h.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

<b>Tipo</b>	Bomba Dosificadora Electromagnética
<b>Descripción</b>	Bombas ideales para inyección de aditivos a calderas, maquinas lavadoras, control de pH y otros procesos industriales. Recomendada para fluidos corrosivos o viscosos. Diafragma con recubrimiento de PTFE y un grado de protección IP-65.
<b>Marca</b>	ARES – Electrónica Industrial.
<b>Modelo</b>	DX9 - Simple
<b>Presión máx.</b>	700 KPa
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: -10 a 40°C Voltaje: 0,17 a 0,8 V Caudal: 0,3- 6 Lt/h Peso: 4,6 kg

Fuente: www.ares.com.ar

#### 8.3.12-16 Bomba dosificadora Electromagnética PD-002

Tabla 8.92 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba PD-001	
<b>Uso</b>	Dosificación de NaOH. Caudal: 1,36 Lt/h.
<b>Tipo</b>	Bomba Dosificadora Electromagnética
<b>Descripción</b>	Bombas ideales para inyección de aditivos a calderas, maquinas lavadoras, control de pH y otros procesos industriales. Recomendada para fluidos corrosivos o viscosos. Diafragma con recubrimiento de PTFE y un grado de protección IP-65.
<b>Marca</b>	ARES – Electrónica Industrial.
<b>Modelo</b>	DX7 - Simple
<b>Presión máx.</b>	1000 KPa
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: -10 a 40°C Voltaje: 0,17 a 0,8 V Caudal: 0,08- 1,5 Lt/h Peso: 4,3 kg

Fuente: www.ares.com.ar

#### 8.3.12-17 Bomba dosificadora Electromagnética PD-003

Tabla 8.93 – Características del equipo adoptado.

Adopción Bomba PD-003	
<b>Uso</b>	Dosificación de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . Caudal: 4,3 Lt/h.
<b>Tipo</b>	Bomba Dosificadora Electromagnética
<b>Descripción</b>	Bombas ideales para inyección de aditivos a calderas, maquinas lavadoras, control de pH y otros procesos industriales. Recomendada para fluidos corrosivos o viscosos. Diafragma con recubrimiento de PTFE y un grado de protección IP-65.
<b>Marca</b>	ARES – Electrónica Industrial.
<b>Modelo</b>	DX9 - Simple
<b>Presión máx.</b>	700 KPa
<b>Otras Características</b>	Temperatura de trabajo: -10 a 40°C Voltaje: 0,17 a 0,8 V Caudal: 0,3- 6 Lt/h Peso: 4,6 kg

Fuente: www.ares.com.ar



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

#### 8.3.13 Transporte de Maltodextrina por Cangilón y Tornillo Sinfín. CG-001

Se utiliza un transporte elevador de cangilones para transportar la Maltodextrina en polvo desde la salida del Secadero por Atomización (S-001) hacia los silos de almacenamiento (SL-001/006) para luego ser envasada.

Para la adopción del equipo es necesario conocer las características de la corriente de Maltodextrina en polvo que se especifican en la siguiente Tabla 7.94.

Tabla 8.94 – Parámetros de Corriente de Maltodextrina.

Parámetro	Valor
Cte. W	
Caudal másico	1461,37 kg/h
Densidad del polvo	1581 kg/m <sup>3</sup>
Caudal volumétrico	0,92 m <sup>3</sup> /h
Longitud del pantalón	13,6 m

Fuente: Propia

En base a estos parámetros se adopta un transportador por cangilones marca SC (Silos Córdoba) debido a que cuenta con las siguientes características:

- El diseño en cadena de cangilones permite un cuidadoso transporte de los productos
- Los elevadores proporcionan estabilidad, son silenciosos y ocupan poco espacio.
- Los cangilones soportan bajas y altas temperaturas.
- Fácil gestión y control por parte del usuario.
- Variedad de manipulación de materiales.
- Amplio rango de capacidades.
- Amplio rango de longitudes de transportación.
- Gran facilidad para la carga y descarga del material.
- Estructura liviana.
- Desgaste mínimo y fácil mantenimiento.
- Bajo consumo de energía.

Se selecciona un elevador de cangilones de la empresa Silos Córdoba, diseñado en **acero galvanizado de calidad S350GD con recubrimiento Z-600** que le confiere gran robustez y le permite trabajar con una amplia gama de productos.

En la siguiente Tabla 7.93 se mencionan las especificaciones técnicas del equipo seleccionado.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 8.95 –Especificaciones técnicas del transportador mediante cangilones.

Especificaciones técnicas	
Marca	SC Silos Córdoba
Modelo	ECI-40
Capacidad volumétrica	1,58 tn/h
Capacidad máxima	10 tn/h
Altura	16 m
Velocidad	1,13 m/s
Cangilones por metro lineal	6
Material de construcción	Acero galvanizado de calidad S350GD con recubrimiento Z-600

Fuente: [www.siloscordoba.com.ar](http://www.siloscordoba.com.ar)

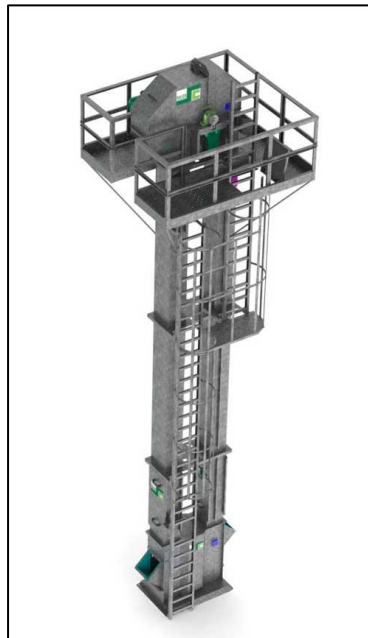


Figura 8.29 – Elevador por Cangilón  
Fuente: <https://www.siloscordoba.com.ar>

Anexo al elevador de cangilones se utiliza un transportador de tornillo sinfín para trasladar la Maltodextrina desde la descarga del elevador a los Silos de Almacenamiento mediante un sistema de clapetas automáticas que trabajan con sensores de nivel.

Se selecciona un transportador sinfín construido de acero inoxidable 304 o 316.

En la siguiente Tabla 7.96 se mencionan las especificaciones técnicas del equipo seleccionado.

Tabla 8.96 –Especificaciones técnicas del transportador mediante Tornillo Sinfín.

#### Especificaciones técnicas



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Modelo	TRSF-100
Material de construcción	Acero inox304
Potencia del motor	1,5 kW

Fuente: [www.siloscordoba.com.ar](http://www.siloscordoba.com.ar)

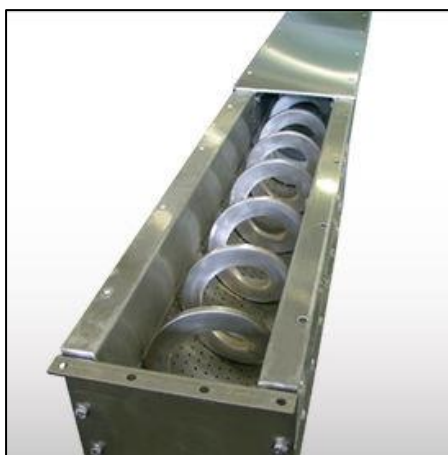


Figura 8.29 – Elevador por Tornillo Sinfin.  
Fuente: <https://www.siloscordoba.com.ar>

#### 8.4 Bibliografía

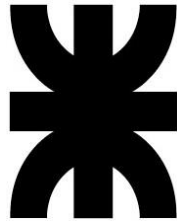
Harriot, M. C. S., s.f. *Operaciones Unitarias de Ingeniería Química*. 4 ta Edición ed. s.l.:s.n.

Hugot, 1963. *Manual para Ingenieros Azucareros*. s.l.:s.n.

Perry, R., 1984. *Manual del Ingeniero Químico*. s.l.:s.n.

SciELO, s.f. *Ingeniería Hidráulica Ambiental*. SciELO.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA**

**Año 2018**

**Proyecto Final: Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

***CAPÍTULO 8:***

***Organización Industrial***

**COCHI, Florencia**

**MOITRE, Malena**

**MUZZIO, Mariana Elizabeth**



## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **9. Organización del Proyecto**

#### **9.1 Introducción**

El objetivo del estudio organizacional de un proyecto es, fundamentalmente, realizar una estimación lo suficientemente realista de los costos generados en la implementación, administración y operación del mismo.

En este capítulo se realiza el diseño de la organización correspondiente a la planta de producción de maltodextrina estudiada en este trabajo.

El diseño de la estructura organizacional se realiza teniendo en cuenta la situación particular de este proyecto, el cual es complemento de un proyecto de mayor envergadura, o ampliación de una industria ya existente como lo es la compañía Mc Cain, estudiada en el Capítulo 3 “Localización industrial”. Considerando esto, se propone una organización con una estructura de línea y estado mayor, con departamentos por funciones, modelo recomendado para la organización total de la empresa de las mismas características que la anterior, con departamentos combinados, por funciones y por producto. Este tipo de organización confiere un alto grado de independencia a las distintas plantas.

Con la estructura de organización diseñada, se realiza solo la asignación de personal para la administración y operación de la planta. No siendo así, para el caso de la organización de la empresa, debido a que el personal de mayor jerarquía en la empresa global, esta preestablecido por la compañía Mc Cain.

#### **9.2 Principios de la Organización Empresarial**

Para toda organización empresarial los principios básicos son los que ayudan a cumplir las metas de las mismas. No se puede concebir una buena organización sin considerar estas cualidades básicas que debe tener si o si una buena empresa.

- **Capitalización:** La empresa debe ser capaz de generar utilidades para poder capitalizarse en su propio beneficio.
- **Rentabilidad:** Las utilidades logradas deben ser comparables o superiores a la del resto de las actividades de la economía en su conjunto.
- **Competitividad:** La empresa debe competir con otras que producen bienes similares.
- **Autogestión:** Capacidad de la empresa de valerse de sus propios recursos para sostenerse en el mercado.



## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **9.3 Estructura Organizativa**

Para la empresa se va a adoptar un esquema de organización lineal. Este tipo de organización se constituye de la forma estructural más simple y es la más antigua: tiene su origen en la organización de los antiguos ejércitos y en la organización eclesiástica de los tiempos medievales.

#### **9.3.1 Características**

- Autoridad lineal o única: La principal característica de la organización lineal es la autoridad única y absoluta del superior sobre sus colaboradores, como secuencia de inicio de la unidad de mando. Son las características típicas de las organizaciones militares.
- Líneas formales de comunicación: La comunicación entre los órganos o cargos existentes en la organización es realizada únicamente a través de las líneas que existen en el organigrama. Todo órgano o cargo (con excepción de aquellos situados en la cúspide y de aquellos situados en la base de organigrama) posee dos terminales de comunicación: uno orientado al órgano superior, o sea el del mando y otro exclusivamente a sus subordinados.
- Centralización de las decisiones: Como el terminal de la comunicación, sucede que la autoridad que comanda toda la organización centraliza los canales de comunicación y de responsabilidad en la cima del organigrama.
- Aspecto piramidal: A medida que se asciende en la escala jerárquica disminuye el número de cargos u órganos. El resultado es que a medida que aumenta el nivel jerárquico, más aumenta la generalización, centralización y visión global de la organización. A medida que se desciende en el nivel jerárquico, más aumenta la especialización, la delimitación de las responsabilidades y la visión específica del cargo o función.

#### **9.3.2 Ventajas de la Organización Lineal**

- Es sencillo y claro.
- Los deberes y responsabilidades de los diferentes miembros y las relaciones entre ellos aparecen claramente definidas.
- No hay conflicto de autoridad ni fugas de responsabilidad.
- Se facilita la rapidez de acción.





*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

- Se crea una firme disciplina, cada jefe adquiere toda la autoridad ya que para sus subordinados es el único que la posee.
- Es útil en la pequeña empresa.
- Permite solucionar inconvenientes de manera justa.

#### **9.3.3 Desventajas de la Organización Lineal**

- Carece de especialización.
- No hay flexibilidad para futuras expansiones.
- Es muy difícil capacitar a un jefe en todos los aspectos que debe coordinar.
- Se propicia la arbitrariedad de que el jefe observe toda la responsabilidad de la autoridad.
- La autoridad lineal basada en el mando puede tornarse autocrática.
- La comunicación, por obedecer a la escala jerárquica, se vuelve indirecta, lenta y está sujeta a intermediarios y distorsiones.

#### **9.4 Estructura Organizativa de la Empresa**

La organización que se recomienda para la empresa a la cual se integra este proyecto, debe estar departamentalizada por funciones en el primer nivel de la estructura y, por producto en el segundo nivel de la misma, para brindarles cierto grado de independencia a las distintas plantas.

El organigrama de la empresa, con sus distintos departamentos, se encuentra representado en la Figura 8.1. Mientras que en la Figura 8.2, se pueden visualizar las distintas gerencias de plantas.

Los demás departamentos de la estructura, aparte del de producción, podrían estar desdoblados por producto en un segundo nivel, sobre todo el departamento de marketing.



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

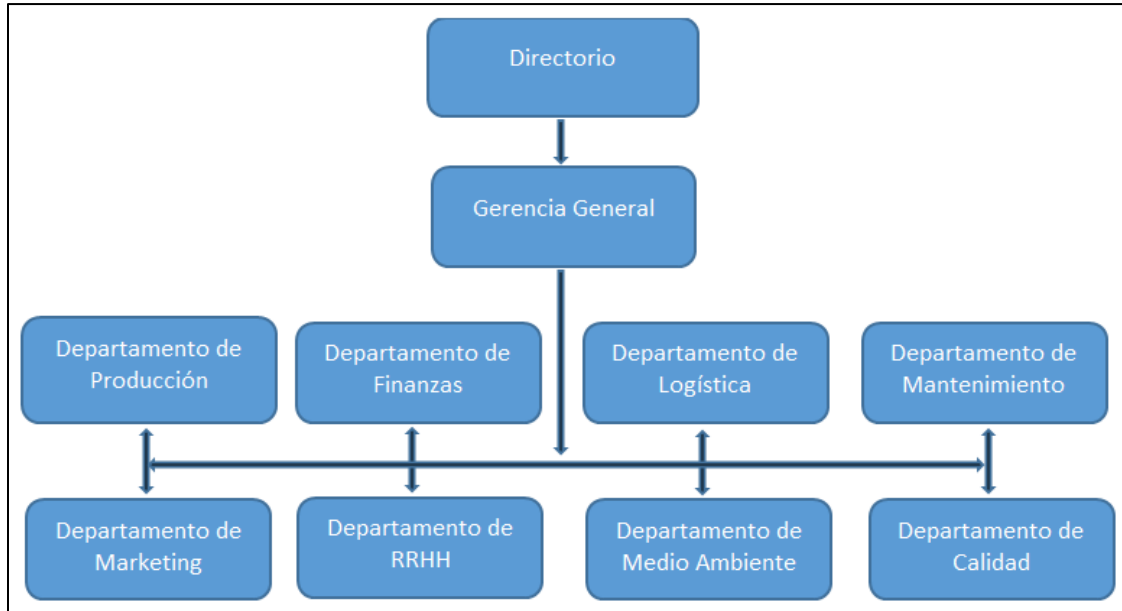


Figura 8.1- Organigrama de departamentos

Fuente: Propia

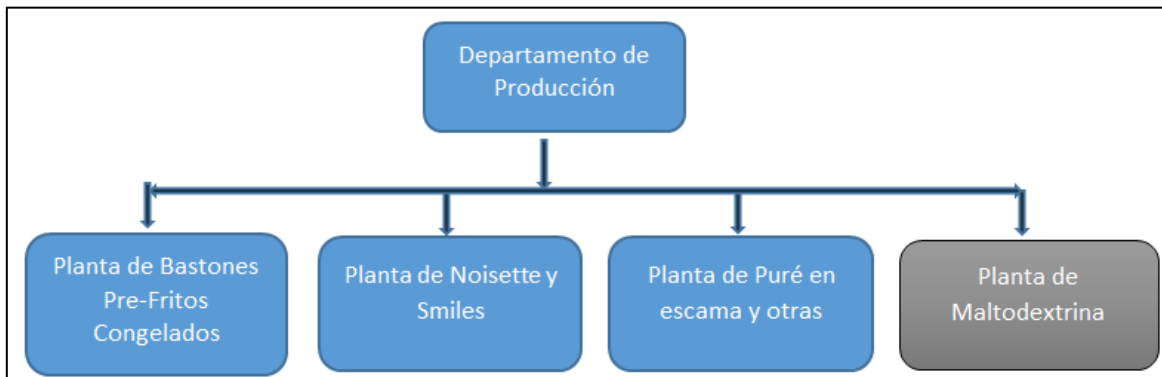


Figura 8.2- Organigrama Área Producción

Fuente: Propia

A continuación, se realiza una descripción de las funciones de cada uno de los departamentos:

#### a. Gerencia General

Es la máxima autoridad de la empresa. Tiene como función transmitir y hacer cumplir los objetivos de la empresa, y establecer las normas generales y las políticas a seguir. Se



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

apoya en los diferentes departamentos, quienes son los que proporcionan la información de los acontecimientos de la empresa y al mismo tiempo ejerce un control directo sobre los mismos.

### **b. Departamento de Producción**

De este departamento dependen directamente las plantas de los distintos productos, por intermedio de sus respectivos gerentes.

Su función principal es la de coordinar la producción de las distintas plantas, sobre todo en el caso en que éstas dependan una de otra, como en el caso que se está estudiando. Para ello, se deberá contar con funciones de staff dentro del departamento, que se encarguen de realizar la planificación y el control de las producciones de las mismas como elaboración del producto, desarrollo e implementación de los planes productivos, estudio de la factibilidad de nuevos procesos de trabajo, respeto de los estándares y patrones de calidad.

### **c. Departamento de Finanzas**

En este departamento, como su nombre lo indica, se realiza el seguimiento económico financiero de la empresa, siendo sus funciones: relacionarse directamente con las fuentes de crédito de la empresa y llevar la contabilidad de la misma.

Además en este departamento, se deben realizar los estudios de actualización de costos correspondientes a los distintos productos de la empresa.

### **d. Departamento de Mantenimiento**

El departamento de mantenimiento, es el encargado del mantenimiento, la reparación, reposición, etc. del proceso productivo. Donde, el jefe de mantenimiento debe establecer en forma conjunta con el gerente general y los operarios del área de mantenimiento, el plan de mantenimiento anual y mensual de los sistemas eléctricos, mecánicos y edificios.

### **e. Departamento de Marketing**



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Es el encargado de fijar las políticas de ventas, y de administrar y realizar estimaciones futuras de las mismas. Es decir, es el departamento que se encuentra relacionado con los clientes de la empresa.

### **f. Departamento de Recursos Humanos**

En este departamento se agrupan las funciones de administración de personal, medicina laboral, capacitación del personal, comunicación empresarial, etc.

Las políticas de la empresa, correspondientes a estas áreas, son estudiadas por este departamento, en conjunto con los demás departamentos interesados.

### **g. Departamento de Calidad**

Es el encargado de fijar las políticas de “aseguramiento de la calidad”, a llevarse a cabo en la empresa, por los distintos departamentos de control de calidad existentes en cada una de las plantas de producción. Encargándose además de controlar que estas políticas sean debidamente cumplidas, definir la metodología para el control de los parámetros de calidad en el producto en proceso, producto final y materia prima, organizar las tareas del laboratorio, informar a la gerencia general, departamento comercial y departamento de producción, sobre la calidad de los productos elaborados y llevar a cabo los análisis sobre el producto terminado y materia prima.

### **h. Departamento de Logística**

En este departamento, se realizan las compras de materias primas e insumos a utilizarse en las distintas plantas de la empresa, fijándose las políticas de supply chain de las mismas, gestión y fuerza de ventas, desarrollo de las zonas geográficas de comercialización, detección de nichos de mercados insatisfechos, desarrollo de planes y estrategias de marketing, investigaciones de mercado, contribuir al desarrollo y fortalecimiento de las variables que interactúan en el Mercado: Producto, Comunicación y logística.

Su función está en constante relación con los departamentos de producción y finanzas, y fundamentalmente con los proveedores de la empresa.

### **i. Departamento de Medio ambiente**



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Este departamento se encarga de dirigir, supervisar y controlar las actividades de medio ambiente y tratamiento de aguas y efluentes de la empresa, dentro del marco de una gestión medioambiental concordante con los objetivos del Sistema de Gestión Integrado de la empresa.

#### 9.5 Organización de la Planta

La estructura organizacional diseñada para la planta de producción de Maltodextrina, es también una estructura de línea y estado mayor, como la correspondiente a la empresa, pero departamentalizada por funciones.

El organigrama correspondiente a la planta, está representado en la Figura 8.3, en el que se puede visualizar las especificaciones de las funciones de cada uno de los niveles.

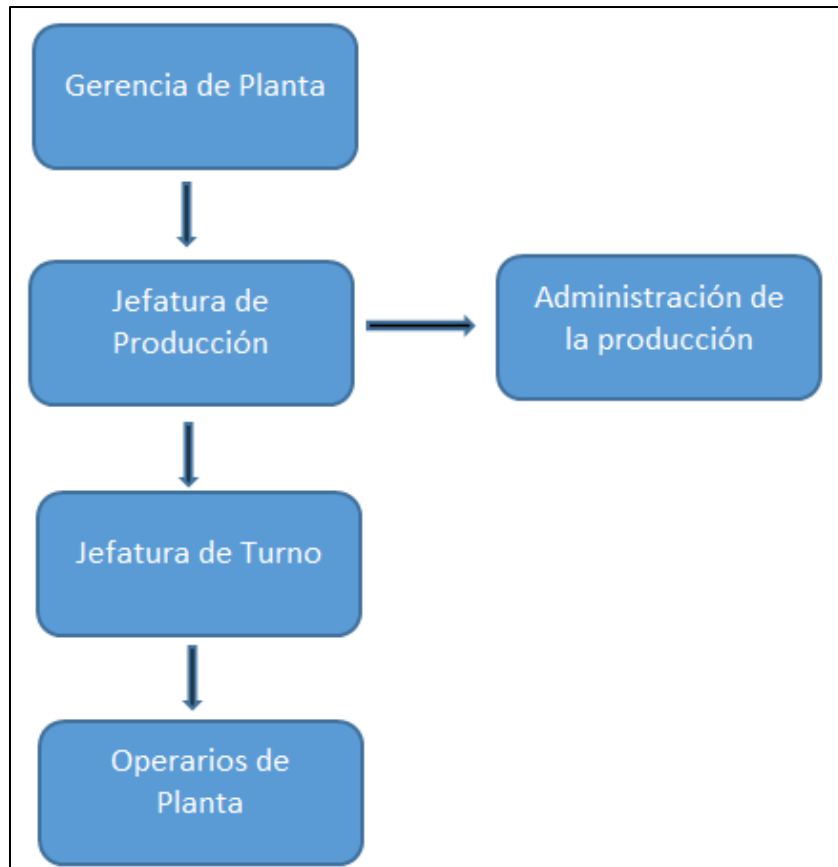


Figura 8.3- Organigrama Planta de Maltodextrina

Fuente: Propia



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

A continuación se describen cada una de estas funciones señaladas en el organigrama:

### **a. Gerencia de Planta**

El gerente de planta es el máximo responsable de la conducción del área, y responde directamente al departamento de producción de la empresa. Sus funciones son las de coordinar las políticas del departamento, con las políticas internas de la planta.

### **b. Jefatura de Producción**

El jefe de producción de la planta, como el nombre de su cargo lo indica, es el responsable de la producción de la misma. Es decir, de él dependen todas las funciones de línea correspondientes a la operación y administración de la planta.

Jefe de planta:

- Supervisión, coordinación y ejecución de actividades de producción.
- Decisión de los puestos a ocupar por el personal de la planta.
- Hacer cumplir las reglas de trabajo, convivencia y conducta.
- Supervisar las actividades y a los responsables de cada área a su cargo.
- Establecer técnicas y métodos de trabajo en la producción.
- Control y regulación del proceso.
- Definir y hacer cumplir el programa de mantenimiento de la planta de acuerdo a las necesidades.

### **c. Jefatura de Turno**

Esta función depende directamente del jefe de producción de la planta, y de ella dependen todos los operarios de la misma. De esta función también depende la administración del sector de almacenamiento, tanto de insumos, como de producto terminado.

En ella deberán trabajar cuatro personas, debido al carácter continuo del proceso, lo que obliga a que esta función este cubierta, durante las 24 horas, todos los días de la semana.

### **d. Administración de la producción**



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

En este sector, se realizan todas las tareas administrativas referidas a producción, como son:

- Organización dinámica, obteniendo la máxima calidad del sistema administrativo.
- Converger a la estrategia global de la compañía.
- Optimización de las relaciones: cliente, proveedores, mercado económico y fuentes de financiamiento.

*Gerente administrativo:*

- Supervisión y control del área administrativa, y del departamento de logística y comercialización.
- Revisión y aprobación del balance contable mensual y anual.

*Auxiliar de administración:*

- Atención a proveedores, pedidos de cotización, compra de insumos.
- Atención a clientes y facturación del producto vendido.
- Registro contable de las operaciones comerciales.
- Liquidación de sueldos.
- Pagos y cobranzas
- Confección de balances contables mensuales y anuales, entre otras actividades administrativas.

#### **e. Operarios de Planta**

Estos, como ya se mencionó, dependen directamente de la jefatura de turno, existiendo distintas categorías entre ellos. Hay un número determinado de ellos, asignado por turno de trabajo en la planta. Esta función se encuentra en el nivel más bajo de la organización.

Los operarios realizarán diferentes actividades según el sector en el cual se desempeñen.

*Operario de hidrogenación:*

- carga y descarga del reactor
- control de las variables de reacción (temperatura, presión, pH),



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

- toma de muestra y realización de análisis para determinar el punto final de la reacción
- control de las condiciones de filtración durante la descarga del reactor.

*Operario de evaporación:*

- control de las condiciones de evaporación (caudal, temperatura, presión)
- control de los intercambiadores de calor y condensador (caudales, temperaturas)
- toma de muestras a la salida del evaporador.

*Operario de envasado:*

- envasado de maltodextrina en bolsas de 25 kilos.

*Operarios de mantenimiento:*

- Llevar a cabo el mantenimiento preventivo y operativo.
- Revisión periódica de los equipos e instalaciones.
- Control de la caldera y torres de enfriamiento.

## **9.6 Asignación de Personal**

Como se mencionó en la introducción de este capítulo, la asignación de personal se realiza solamente para las funciones correspondientes a la planta en cuestión, debido a que es la parte de la organización de la que se tiene información completa sobre su envergadura.

Se plantea utilizar los departamentos comunes de la nave industrial de la firma Mc Cain, tales como el de Control de Calidad, Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Mantenimiento, ya que la compañía presenta éstas áreas muy bien definidas, pues las mismas son las encargadas de las tareas específicas de control de calidad, tratamiento de efluentes, Higiene y Seguridad y del mantenimiento de todas las plantas incluidas en la nave industrial.

Sin embargo, se planea generar los siguientes puestos de trabajo (Tabla 8.1), que serán destinados a asistir a los departamentos antes mencionados junto con el personal afectado a la planta.

Tabla 8.1 – Personal de Planta





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Nivel	Cargo o Función	Cantidad de Personas	Grado de especialización
0	Gerente de Planta	1	Ingeniero Químico
1	Jefe de Producción	1	Ingeniero Químico
2	Jefe de Turno	4	Ingeniero Químico
3	Operarios de Planta Generales	4	Secundario completo
3	Operarios de Planta especializados	4	Secundario técnico
2	Auxiliar administrativo	2	Contador
1	Auxiliar comercial	2	Lic. En Marketing
3	Auxiliar de mantenimiento	3	Técnico Mecánico-Electricista
1	Analista calidad	3	Técnico Químico
<b>Total de Personal</b>		<b>24</b>	

Fuente: Propia

Con respecto a la carga horaria del personal de la planta, el correspondiente a funciones administrativas o de apoyo, como son todas las funciones de los Niveles 0, 1 y 2 de la organización (excepto el caso de la jefatura de turno), trabajan en un horario diurno, preestablecido por la empresa, como horario normal de trabajo ya que la planta es continua y tiene que funcionar los 7 días a la semana.

Para el caso de los operarios del Nivel 3, junto con la jefatura de turno, el régimen de trabajo será en algunos casos horarios normales y en otros con turnos rotativos de 8 horas, establecidos de 8:00 hs a 17:00hs.

En los puestos continuos donde se debe trabajar las 24 horas, se utilizará el siguiente esquema de trabajo:

Los turnos a cumplir son de 8 horas, de la siguiente manera:

- Turno mañana (M): de 6 a 14 hs - Turno tarde (T): de 14 a 22 hs - Turno noche (N): de 22 a 6 hs  
 Con un régimen de trabajo 7-2 / 7-2 / 7-3 (7 días de turno mañana, 2 francos, 7 días de turno tarde, 2 francos, 7 días de turno noche, 3 francos) La Tabla 8.2 muestra la distribución horaria para estos sectores.

Tabla 8.2 - Horario rotativo.

Apellido	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
1	M	M	M	M	M	M	M				N	N	N	N
2				N	N	N	N	N	N	N			T	T



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

3	N	N	N		T	T	T	T	T	T	T	
4	T	T	T	T		M	M	M	M	M	M	M

Fuente: Propia

#### 9.7 Convenio Colectivo de Trabajo

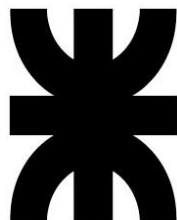
La empresa está asociada al sindicato de obreros y empleados de refinerías de maíz según Ministerio de trabajo, empleo y seguridad social, Secretaria de trabajo, Resolución N° 2064/2012, Registro N° 2/2013. Visto el Expediente N° 1.519.158/12 del Registro del MINISTERIO DE TRABAJO, EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL, la Ley N° 14.250 (t.o. 2004), la Ley N° 20.744 (t.o. 1976).(Leg, 2004)

#### 9.8 Bibliografía

Leg, I., 2004. *Servicios-Info Leg*. [En línea]

Available at: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/205000-209999/208452/norma.htm>

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA**

**Año 2018**

**Proyecto Final: Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

***CAPÍTULO 9:***

***Calidad***

**COCHI, Florencia**

**MOITRE, Malena**

**MUZZIO, Mariana Elizabeth**



## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **10. CONTROL DE CALIDAD**

#### **10.1 Introducción**

En los últimos años el objetivo principal de la industria alimenticia es ofrecer productos de excelente calidad, con la seguridad de cumplir las necesidades y expectativas de los consumidores.

Las buenas prácticas de Manufactura y el Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos son una herramienta básica y segura para la obtención de productos inocuos para el consumo humano, que se centralizan en la higiene y forma de manipulación. Son importantes, ya que ellas evitan errores, contaminación cruzada de los alimentos y garantizan la inocuidad durante el proceso del producto.

El control de calidad consiste en la caracterización de las propiedades físicas y químicas, con la finalidad de ofrecer al consumidor lo que realmente necesita del producto para satisfacer sus necesidades.

#### **10.2 Objetivos**

- Establecer las Buenas Prácticas de Manufactura de la Planta
- Establecer un programa de higiene y/o sanitización.
- Definir los lineamientos para asegurar y mantener bajo control las situaciones de riesgo que puedan afectar la seguridad alimentaria.
- Definir los Puntos de control y Puntos crítico de control asegurando la inocuidad del alimento.

#### **10.3 Definiciones**

**Limpieza:** la eliminación de tierra, residuos de alimentos, grasa u otra materia objetable.

**Contaminación:** la presencia de cualquier materia objetable en el producto.

**Desinfección:** reducción mediante agentes químicos y/o métodos físicos higiénicamente satisfactorios, del número de microorganismos a un nivel que no dé lugar a contaminación nociva del alimento.

**Establecimiento:** edificio o zona donde se manipula alimentos, y lugares circundantes, bajo control de la misma empresa.

**Manipulación de alimentos:** todas las operaciones de preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución del producto.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Manipulador alimentario: toda persona empleada en la producción, preparación, procesado, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos.

Portador: persona que aloja o puede transmitir bacterias perjudiciales sin mostrar ella misma síntomas de enfermedad.

Higiene de los alimentos: todas las medidas necesarias para garantizar la inocuidad y salubridad de alimentos en todas las etapas de manipulación.

Intoxicación alimentaria: enfermedad muy desagradable y a veces muy peligrosa causada por la ingestión de alimentos contaminados.

Material de envasado: todos los recipientes destinados a contener, cubrir o envolver y que en general están en contacto directamente con el alimento.

Plagas: animales o insectos capaces de contaminar directa o indirectamente los alimentos.

### **10.4 Principios Higiénicos de las Materias Primas y productos terminados**

#### **10.4.1 Almacenamiento y transporte de materias y productos terminados.**

- Estos productos deben ser almacenados y transportados de manera tal que se evite la contaminación, proliferación de microorganismos, alteración o daños al producto o envase.
- Los productos terminados almacenados, deben ser controlados para asegurar que se liberen sólo alimentos aptos para consumo humano.
- Los vehículos destinados al transporte de materias primas o productos terminados tanto propios como vehículos externos, deben encontrarse limpios y no deben transportar productos o sustancias no alimenticias por seguridad alimentaria.
- Los transportes deben estar libres de cuerpos extraños, plagas, óxidos, perforaciones deterioros y contar con una correcta hermeticidad para evitar contaminación al producto.
- Los transportes serán fumigados acorde a los requerimientos de los clientes.
- El establecimiento debe contar con un listado de proveedores habituales y con un listado de materias primas e insumos empleados para la elaboración. Este listado debe incluir las características esenciales que debe cumplir cada ítem en función de las exigencias del proceso y los parámetros de calidad del producto terminado.

### **10.5 Condiciones generales de las instalaciones**

Estas son algunas consideraciones en cuanto a la instalación de equipamientos, construcción del predio y áreas de alrededores de la fábrica siendo importantes para que no ofrezcan condiciones



## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

de riesgo generales de higiene y sanidad (riesgos de contaminación de las materias primas, productos en proceso y de los productos terminados).

### **10.5.1 Instalaciones**

- Las vías de tránsito internas (dentro del cerco perimetral) deben ser superficie dura y/o pavimentada apta para el tránsito rodado con un desagüe adecuado. Si en el área hay césped, éste debe ser bien cortado para evitar presencia de plagas (hormigas, roedores, etc.)
- La planta debe estar ubicada en una zona exenta de olores objetables, humo, polvo y otros contaminantes y no debe estar expuesta a inundaciones.
- Evitar la acumulación de material en desuso o material que no corresponde a la elaboración de helados, remoción de residuos y desperdicios en forma diaria.
- El diseño de las instalaciones incluyendo los depósitos de almacenamiento deben permitir una limpieza fácil, adecuada, permitir una debida inspección de la higiene y evitar el deterioro.
- Las instalaciones deben permitir que las operaciones se realicen en condiciones higiénicas, desde la llegada de la materia prima hasta el producto terminado.
- El edificio debe estar separado por zonas para evitar la contaminación cruzada.
- Se debe contar con un zócalo sanitario no menor a 40 cm de la pared, para que se permita una buena circulación, una adecuada limpieza, organización y control de roedores.
- La unión entre la pared y el piso debe facilitar la limpieza por lo cual se harán a 45°.
- Las instalaciones deben ser diseñadas de manera tal que impidan la entrada de insectos, roedores y/o plagas u otros contaminantes del medio, como humo, polvos y vapores entre otros.
- Los pisos deben ser de material resistente al tránsito, impermeables, no absorbentes, lavables y antideslizantes, no debe tener grietas y fácil de limpiar y desinfectar.
- Los líquidos deben escurrir hacia las bocas de sumideros impidiendo la acumulación en los pisos. Los desagües con salida al exterior deben permitir libre acceso para su limpieza y ser dotados de un sistema de cerramiento (tapones, telas, tapas de chapa, etc.) u otro sistema que impida la entrada de plagas al interior de la fábrica.
- Los techos o paredes de la planta deben ser de material no absorbente, estar en perfectas condiciones, sin roturas, sin aberturas entre las paredes y techos, evitando de esa manera la presencia de goteras, suciedad o entrada de plagas (aves, roedores).
- Las paredes deben ser lisas lavables y de color claro.
- Todas las puertas de entrada, ventanas y entradas de aire que se comuniquen con el exterior deben estar provistas de protección contra plagas (ejemplo tela mosquitera),



### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

estas protecciones deben ser de fácil limpieza y buena conservación. Dichas aberturas deben ser de material no absorbente y de fácil limpieza.

- Los portones deben contar con cortinado sanitario para impedir la entrada de insectos y contaminación.
- Los vestuarios, baños y comedor deben estar completamente separados de las zonas de manipulación de alimentos, no tener accesos directo a éstas, ni comunicación alguna con ellas.
- Se debe evitar el uso de materiales que impida la fácil limpieza y desinfección como ejemplo la madera.
- Se deben colocar soportes con un cartel de identificación para los elementos de limpieza (ejemplo escobillones, baldes, etc)
- Está prohibida la utilización de vidrios dentro del área de producción, en caso de existir partes vidriadas, se coloca láminas de seguridad anti-roturas y de ser factible se eliminarán por otro material apto para el proceso.
- Está prohibido la utilización de plásticos duros dentro del área de producción y en puntos que sean un peligro potencial de contaminación. En caso de no poder evitar el uso de plásticos duros, se mantendrá control sobre ellos.

#### **10.5.2 Iluminación e instalaciones eléctricas**

- Se debe disponer de iluminación natural y/o artificial que posibiliten la realización de las tareas, no comprometa la higiene de los alimentos ni altere los colores.
- La luz artificial debe ser lo más semejante a la luz natural.
- Se debe proveer iluminación adecuada en los lavamanos, vestidores, cuartos de armarios y servicios sanitarios y en todas aquellas áreas donde los alimentos se inspeccionan, elaboran, o almacenan donde se lavan el equipo y utensilios.
- Las lámparas deben estar ubicadas y protegidas de tal manera que su rotura potencial no ocasione la contaminación de los alimentos.
- Las instalaciones eléctricas deberán ser empotradas o exteriores, en este caso estar perfectamente recubiertas por caños aislantes.
- No está permitido cables colgantes sobre las zonas de elaboración.

#### **10.5.3 Ventilación**

- Se debe contar con una adecuada ventilación para evitar el calor excesivo, la acumulación de polvo y para eliminar el aire contaminado. El exceso de calor puede desembocar en condensación de vapores y consecuentes contaminaciones.
- La dirección del aire no debe ir nunca desde una zona sucia a una limpia.



## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **10.5.4 Evacuación de aguas residuales**

- Los efluentes líquidos (aguas servidas, aguas de lavado) deben ser evacuados eficazmente.
- No instalar equipos sobre rejillas o desagües a los fines de prevenir salpicaduras o malos olores en las superficies en contacto con el producto o las materias primas.

### **10.5.5 Almacenamiento de residuos y materiales no comestibles**

- Los residuos que se generen en el establecimiento deben ser almacenados en recipientes de material impermeable, de fácil limpieza y con tapa.
- Los recipientes deben limpiarse y desinfectarse diariamente para evitar que atraigan insectos y roedores.
- Los residuos deben ser retirados del establecimiento y ubicados en una zona alejada de la producción las veces que sea necesario y por lo menos una vez al día, poniendo especial cuidado en evitar el acceso de plagas.

### **10.5.6 Abastecimiento de agua**

- El agua debe cumplir con las regulaciones nacionales. Referencia: Artículo 982 CAA
- Se debe disponer de un abastecimiento abundante de agua potable, a presión adecuada y a temperatura conveniente, con adecuado sistema de distribución y protección contra contaminación.
- Se deben efectuar controles de potabilidad en los puntos de utilización de agua.

### **10.5.7 Instalaciones sanitarias**

- Deben estar convenientemente situados garantizando la eliminación higiénica de las aguas residuales. Estos lugares deben estar bien iluminados, ventilados y no tener comunicación directa con la zona de manipulación de alimentos.
- Deben ser áreas limpias, desinfectadas, en buen funcionamiento y provistas de agua caliente y fría.
- Los baños deben contar con lavabos, dispenser con jabón neutro, toallas descartables, desinfectante y recipientes de desechos.
- Sólo en el comedor esté permitido almacenar y consumir alimentos.
- Los cofres en los vestuarios deben estar separados en su interior, y así poder discriminar la ropa de calle de la de trabajo.
- Dentro de los cofres no está permitido el almacenamiento de herramientas que entren en contacto con el producto equipos de proceso, alimentos, basura ni vestimenta sucia.





## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **10.5.8 Estación de lavado de manos**

- En las entradas al área de producción deben existir lavatorios, provistos de jabón neutro y sanitizante para la higienización de manos, toallas de papel y recipientes cerrados provistos de pedales para depositar desperdicios.
- Se debe colocar avisos de indicación al personal de lavarse las manos.

### **10.6 Equipos y utensilios.**

#### **10.6.1 Materiales**

- Todo equipo y utensilio empleados en zona de manipulación de alimentos y que pueda entrar en contacto con ellos deben ser de material que no transmita sustancias tóxicas, olores ni sabores, sea no absorbente, resistente a la corrosión capaz de resistir reiteradas operaciones de limpieza y desinfección.
- Las superficies deben ser lisas y exentas de hoyos, grietas e imperfecciones que afecten la higiene de los alimentos o sean fuentes de contaminación.
- Se debe evitar el uso de madera y otros materiales que impidan su limpieza y desinfección.
- Todo material que entre en contacto con la materia prima, producto en proceso o producto terminado, debe ser de plástico o acero inoxidable.

#### **10.6.2 Diseño, construcción y mantenimiento**

- Todos los equipos y utensilios deben estar diseñados y contruidos de manera de asegurar la higiene, permitir una fácil y completa limpieza y desinfección. Los utensilios no deben tener contacto con el piso.
- Los equipos deben estar ubicados de manera tal que faciliten realizar las actividades operativas de limpieza y mantenimiento.
- Todos los equipos deben ser diseñados para evitar la presencia de derrame de óxidos, aceites o grasas que puedan entrar en contacto con el producto y contaminarlos.
- Los equipos no deben estar pintados en su interior para evitar contaminación química al producto.
- Cinta de papel, cartón, cinta adhesiva, etc., no pueden ser utilizadas para amarrar piezas de equipamientos, o para cualquier otra operación ya que los mismos pueden desprenderse caer sobre el producto y contaminarlo.
- El mantenimiento dentro del área de manipulación debe realizarse de ser factible en paradas de producción y siempre debe estar perimetrada la zona con carteles o cintas.
- Se utilizará lubricante grado alimenticio en aquellos equipos que puedan contaminar el producto o la línea de proceso.
- El personal de mantenimiento será capacitado en cuanto a los peligros asociados a sus actividades.



## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **10.7 Requisitos de higiene del establecimiento.**

#### **10.7.1 Conservación**

Las instalaciones, equipos y utensilios incluidos los desagües, se deben mantener en buen estado de conservación y funcionamiento.

#### **10.7.2 Limpieza y desinfección**

- Los productos utilizados para la limpieza y desinfección deben estar autorizados por la legislación vigente, y deben estar guardarse e identificarse adecuadamente fuera de las áreas de manipulación de alimentos.
- Los detergentes y desinfectantes deben ser convenientes para el fin que se persigue. Los residuos de estos agentes deben eliminarse mediante un enjuague minucioso con agua potable.
- No se deben utilizar sustancias odorizantes para la limpieza y desinfección.
- Cuantas veces sea necesario, se deben limpiar los pisos, incluidos desagües, estructuras y paredes de las zonas de manipulación
- Se deben usar paños limpios y que no suelten pelusa para la limpieza del equipamiento, pues si el mismo está sucio, se estará contaminando y no limpiando o se soltará pelusa y el mismo contaminará al producto.
- Los vestuarios y cuartos se deben mantener limpios como así también sus vías de acceso.

#### **10.7.3 Programa de limpieza y desinfección**

- Se debe asegurar la limpieza y desinfección del establecimiento, no permitiendo utilizar en los POES (procedimientos operativos estandarizados de saneamiento ANEXO 4) sustancias odorizantes y/ó desodorantes en zona de manipulación de alimentos.
- El personal debe tener conocimiento de la importancia de la contaminación y de los POES.
- Los POES son verificados para asegurar su eficacia.

#### **10.7.4 Ausencia de animales domésticos**

Está prohibido el ingreso de animales domésticos en zona de materias primas, material de empaque, alimentos terminados o en cualquiera de sus etapas de industrialización.

#### **10.7.5 Sistema de control de plagas**

- Se debe aplicar un programa eficaz y continuo de control de plagas. Las instalaciones y zonas circundantes se deben inspeccionar periódicamente para disminuir el mínimo riesgo de contaminación.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

- Los productos utilizados deben estar autorizados por la industria alimenticia y deben ser aplicados por personal competente con conocimiento de los riesgos que el uso de éstos agentes pueden entrañar en la salud.
- Sólo se deben utilizar plaguicidas si no se pueden aplicar con eficacia por otras medidas preventivas. Antes de su aplicación se deben proteger alimentos, equipos y utensilios, y al finalizar se deben limpiar equipos o utensilios contaminados. La desinfectación interna de la planta no debe realizarse durante etapas de producción.
- Se deben mantener los siguientes requisitos:
  - Mapa de trampas
  - Control a realizar según planta o área y metodología
  - Productos a utilizar para el control de plagas
  - Registros de control realizado, incluyendo fecha, responsable, plaga encontrada y producto utilizado.

#### **10.7.6 Almacenamiento de sustancias peligrosas**

Todas las sustancias que puedan representar un riesgo para la salud se deben etiquetar adecuadamente y deben almacenarse en salas separadas de las áreas de manipulación de alimentos para evitar la contaminación o intoxicación del personal y los alimentos.

#### **10.7.7 Ropa y efectos personales**

No se deben depositar ropas ni efectos personales en las zonas de manipulación de alimentos.

### **10.8 Higiene Personal y Requisitos Sanitarios**

#### **10.8.1 Capacitación sobre higiene**

Se debe instruir al personal que manipula de manera adecuada y continua con respecto a manipulación higiénica de los alimentos e higiene personal.

#### **10.8.2 Higiene personal**

- Todo el personal debe lavar sus manos al ingreso a la sala de elaboración, antes de comenzar a trabajar, luego de manipular residuos, limpiar y desinfectar, luego de pausas en el trabajo, de utilizar los sanitarios, manipular alimentos crudos, fumar o tocarse cualquier parte del cuerpo.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

- Si se emplean guantes los mismos deben ser de material impermeable. Si los guantes son de tipo descartable deben descartarse al salir de la sala de elaboración. Si son de tipo reusable deben lavarse antes de usarlos.
- Todo el personal debe utilizar ropa de protección compuesta por: chaqueta blanca o guardapolvo, cofia, calzado exclusivo para usar en la sala de elaboración.
- No se debe emplear la vestimenta de trabajo para otras actividades distintas de las del puesto de trabajo.
- Está prohibido que los empleados lleguen a la planta o salgan de ella con el uniforme puesto.
- Los empleados deben mantener el cabello corto o si se usa largo debe estar recogido y en ambos casos usar cofia o gorro.
- Se debe mantener las uñas cortas a la altura de la yema de los dedos, limpias y sin esmalte.
- No está permitido el uso de maquillaje y cosméticos.

#### **10.8.3 Estado de salud**

- Las personas de las que se sepa o sospeche padecen alguna enfermedad que pueda transmitirse por medio de los alimentos, no deben entrar en ninguna zona de manipulación de alimentos.
- El personal debe informar a su superior cuando presente síntomas gripales u otras enfermedades (alergias, heridas, eczemas, diarreas) para ser atendido por el médico.

#### **10.8.4 Heridas**

Ninguna persona que sufra de heridas graves puede continuar manipulando alimentos, ya que una herida abierta es una fuente de contaminación, poniendo en riesgo los productos. Las cortaduras de pequeña importancia en las manos deberán vendarse adecuadamente con material impermeable y utilizar guante de látex para evitar que el apósito se desprenda.

#### **10.8.5 Lavado de manos**

Todo personal que trabaje en zona de manipulación de alimentos, se debe lavar las manos de manera eficaz las veces que sea necesario con productos de limpieza aprobados para su uso.

Se deben mantener carteles que indiquen la obligación de lavarse las manos.

#### **10.8.6 Visitas**

El acceso del personal y de las visitas debe ser controlado para prevenir contaminación cruzada. Limitar la circulación de las visitas, éstas a su vez deben cumplir con las BPM.



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

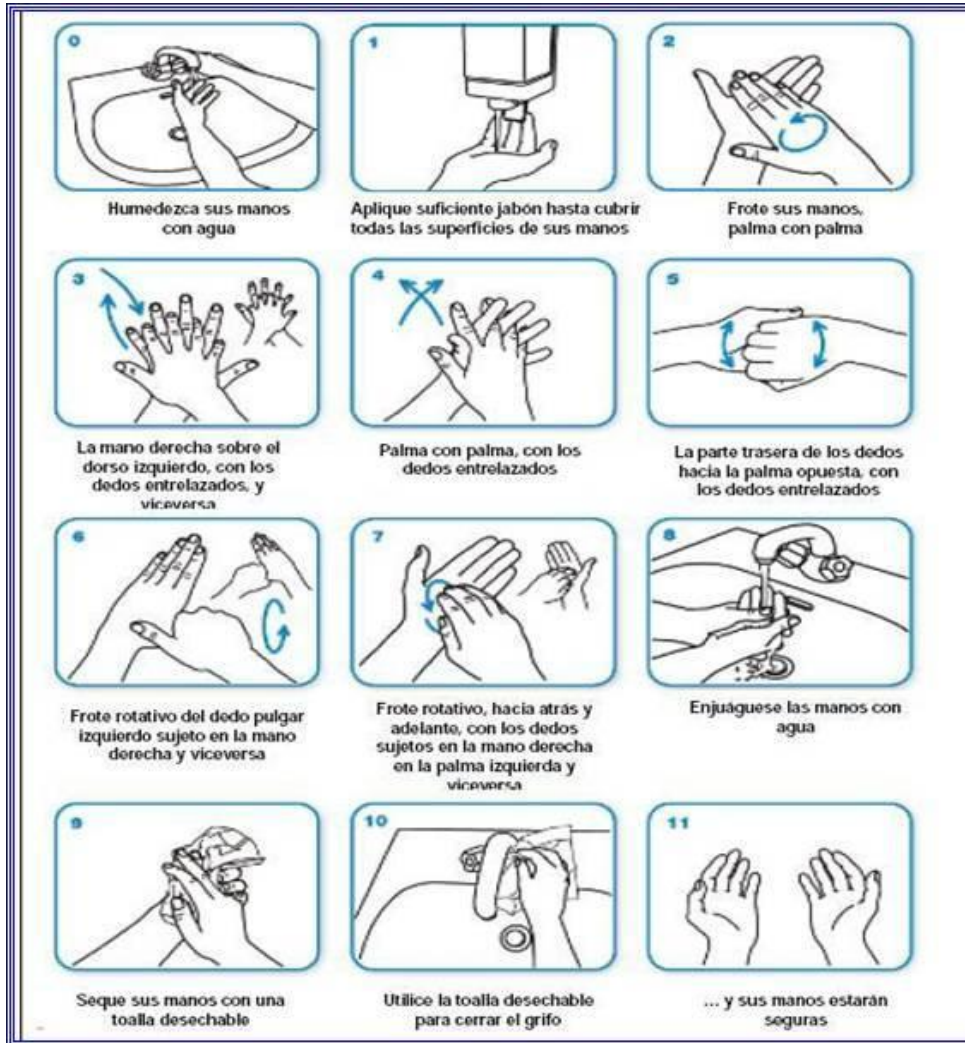


Figura 9.1 – Lavado de manos

#### 10.8.7 Conducta personal

Todos los involucrados en la elaboración de los productos deben asumir con responsabilidad sus tareas, los descuidos o la falta de conocimiento, implican en muchos casos, contaminación.

Las conductas básicas que deben evitarse son: salivar, fumar, comer, beber, mascar chicle o realizar cualquier otra práctica antihigiénica como, tocarse los oídos, el cabello o el cuero cabelludo.



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 10.9 Requerimientos de higiene en la elaboración

#### 10.9.1 Materias primas e insumos

- No se debe aceptar materia prima o insumos que evidencien algún tipo de contaminación la cuál puede ser trasladada al producto o planta.
- Las materias primas e insumos se deben inspeccionar antes de su uso en cumplimiento con especificaciones.
- Las materias primas e insumos deben almacenarse sobre pallet y de manera tal que se evite deterioro o contaminación y se debe asegurar una correcta rotación.

RECEPCION DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS								
Producto	Variable	Valor	Técnica	Registro	AC/AP	Muestreo	Análisis	Frecuencia
Agua de lavado papas McCain	Densidad	1,12 g/ml		MP-01	Reclamo a proveedor	Responsable de recepción de materia prima	Analista de calidad	Por cada lote ingresado
	Almidón	12 % p/p						
	pH	6,2 – 6,8						
Enzima	Apariencia	Sólido		INS-01		Responsable e recepción de insumos	Responsable e recepción	
CaCl <sub>2</sub>	Apariencia	Sólido						
	Densidad 15°C	1,35 – 1,39						
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Apariencia	Líquido						
	Densidad 20°C	1,3 – 1,35						
Na(OH)	Apariencia	Líquido						
	Densidad 15°C	1,43 – 1,48						

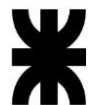


*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

#### **10.9.2 Elaboración**

- El personal de elaboración debe ser capacitado y supervisado por personal técnico competente.
- Todas las actividades del proceso de elaboración, los controles, el envasado y la conservación de los alimentos deben ser tales que se protejan contra la contaminación, deterioro, o aparición de un riesgo para la salud.
- No se debe dejar al producto expuesto a contaminación.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

CONTROL DE PROCESO										
Etapa de proceso	Equipo	Variable	Valor	Técnica	Registro	AC/AP	Muestreo	Análisis	Frecuencia	
Acondicionamiento Térmico - Gelatinización y Licuefacción	Pre-reactor	Temperatura lechada	55 °C	Visual	PRO-01	Corrección temperatura / AP correspondiente	Operador de línea	Operador de línea	Cada 1 hs	
		pH	6,2 – 6,4	TEC-03		Regular ingreso H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / AP correspondiente		Analista calidad		
		Caudal lechada	3848,30 lt/h	Caudalímetro Visual		Regular ingreso caudal / AP correspondiente		Operador de línea		
		Caudal vapor	1280,7 kg/h	Caudalímetro/Visual		Regular ingreso caudal / AP correspondiente				
	Reactor	Caudal Enzima	1,82 kg/h	Visual		Regular ingreso caudal / AP correspondiente			Operador de línea	Cada 1 hs
		Caudal CaCl <sub>2</sub>	146,45 kg/h	Visual		Regular ingreso caudal / AP correspondiente				
		Caudal H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,51 kg/h	Visual		Regular ingreso caudal / AP correspondiente				
		Temperatura reacción	95 °C	Termómetro / Visual		Corrección de temperatura / Controlar cada ½ hora				





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

		Presión	8 bar	Visual		Regular válvula / registrar desvío.		
		pH	3	TEC-03		Regular ingreso de CaCl <sub>2</sub> / AP correspondiente		Analista calidad
Enfriamiento y acondicionamiento de solución de malto dextrina	Enfriador 1	Temperatura entrada malto dextrina	95°C +/- 1°C	Visual	PRO-02	Corrección temperatura / AP correspondiente		Operador de línea
		Temperatura salida malto dextrina	60°C +/- 1°C	Visual		Corrección temperatura / AP correspondiente		Operador de línea
		Temperatura entrada lechada almidón	49,4°C +/- 1°C	Visual		Corrección temperatura / AP correspondiente		Operador de línea
		Temperatura salida lechada almidón	55°C +/- 1°C	Visual		Corrección temperatura / AP correspondiente		Operador de línea
	Enfriador 2	Temperatura entrada malto dextrina	60°C +/- 1°C	Visual		Corrección temperatura / AP correspondiente	Operador de línea	Cada 1 hs
		Temperatura salida malto dextrina	35°C +/- 1°C	Visual		Corrección temperatura / AP correspondiente	Operador de línea	



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

		Temperatura entrada agua	25°C +/- 1°C	Visual		Corrección temperatura / AP correspondiente		Operador de línea	
		Caudal agua	601,11 lt/h	Visual		Corrección ingreso agua /AP correspondiente		Operador de línea	
	pH	Caudal Na(OH)	1,36 l/h	Visual		Corrección ingreso NaOH /AP correspondiente		Operador de línea	
		pH	4,5 – 5,5	TEC-03		Corrección ingreso NaOH /AP correspondiente		Analista de calidad	
Evaporación y secado de solución de malto dextrina	Evaporador	Temperatura entrada malto dextrina	35°C +/- 1°C	Visual	PRO-03	Corrección temperatura / AP correspondiente		Operador de línea	Cada 1 hs
		Temperatura vapor		Visual		Corrección temperatura / AP correspondiente		Operador de línea	
	Secado	Temperatura entrada vapor	400°C +/- 1°C	Visual		Corrección temperatura / AP correspondiente		Operador de línea	
		Temperatura salida vapor	100°C +/- 1°C	Visual		Corrección temperatura / AP		Operador de línea	



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

						correspondiente			
--	--	--	--	--	--	-----------------	--	--	--



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

#### **10.9.3 Contaminación cruzada**

- Los manipuladores de alimentos, no deben entrar en contacto con éstos hasta contar con la vestimenta de trabajo.
- Todo equipo que haya entrado en contacto con materias primas o material contaminante, debe ser limpiado y desinfectado antes de ser reutilizado.

#### **10.9.4 Envasado**

- Todo el material de envasado, debe ser apropiado para el producto, almacenarse en buenas condiciones, limpios, no transferir sustancias que excedan los límites aceptables según la legislación y no haber sido utilizados para algún fin que pueda haberlo contaminado.
- Los envases deben controlarse antes de su uso para asegurarse que están en buen estado y el envasado debe realizarse en condiciones que evite la contaminación del producto.
- El departamento de control de calidad debe determinar que el producto cumpla con la especificación técnica.
- En el caso de encontrar un producto no conforme (el que no cumpla con cualesquiera de los parámetros de calidad), el destino del mismo se determinará según lo establecido en el "Procedimiento de producto no conforme (PROCED-01)", el cual establece las acciones a realizar sobre el mismo según la causa que originó la no conformidad (Anexo I)



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

<b>Control de producto terminado (análisis Laboratorio)</b>						
Variable	Valor	Técnica	Registro	Muestreo	Responsable	Frecuencia
Humedad	< 6	TEC-01	LAB-01	Analista de calidad	Analista de calidad	Cada 1 hs
pH	4,5 – 5,5	TEC-03				
DE (dextrosa equivalente)	<16 y >19,9	TEC-04				
Granulometría	<25µm =35	TEC-07				
	>400µm = 7					
Densidad	1,15	TEC-02				
Cenizas	< 0,5	TEC-05				
Presencia de almidón	Negativo	TEC-06				



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **10.9.5 Documentos y registros**

Los registros utilizados en la elaboración de un lote, protocolos de materia prima, controles de producción, laboratorio, etc. se deben conservar por el término de la vida útil del producto (ANEXO I).

### **10.9.6 Trazabilidad e información al consumidor**

Todo producto debe estar correctamente identificado indicando el tipo de producto y mantener una identificación única de nº de lote para permitir su trazabilidad.

La información debe estar clara para los consumidores o aquellos clientes que utilizan el producto como ingrediente.

### **10.10 Dirección y Supervisión**

#### **10.10.1 Responsabilidades**

- Las funciones dentro de una organización, con las tareas y responsabilidades asociadas deben estar claramente establecidas.
- Todas las tareas deben ser ejecutadas según instrucciones escritas.
- Los responsables deben tener conocimiento suficiente sobre los principios y prácticas de higiene de los alimentos para poder juzgar los riesgos y asegurar una vigilancia y supervisión eficaz.

### **10.11 Almacenamiento y Distribución**

#### **10.11.1 Almacenamiento y transporte de materias primas y productos terminados**

- Productos químicos no alimenticios

Los productos químicos son recibidos y almacenados en un área seca y bien ventilada, evitando la contaminación de los alimentos.

Si es necesario fraccionar productos químicos, se deben emplear envases no alimenticios. Los mismos deben estar etiquetados indicando su contenido.

Se debe restringir al mínimo el número de personas que manipulan los productos químicos.

- Materias primas

Las materias primas deben ser almacenadas según sus requerimientos de temperatura y humedad.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

La rotación de las materias primas y del material de envase debe ser controlada para prevenir deterioro.

Los ingredientes secos, en caso de trasvasarlos, se deben emplear recipientes exclusivos para tal uso. Los mismos deben contar con tapa hermética y estar rotulados indicando contenido, fecha de vencimiento y fecha de trasvaso.

- Producto terminado

Los productos terminados son almacenados y manipulados en condiciones para prevenir su deterioro con su respectiva etiqueta y fecha de elaboración y/o vencimiento.

Se deben realizar inspecciones frecuentes para verificar el estado del producto

El establecimiento debe contar con un sistema de control de stock de producto terminado

- Distribución

Los productos terminados se transportan en condiciones tales que impiden la contaminación, la proliferación de microorganismos y protegen contra la alteración del producto o los daños al envase.

Los vehículos de transporte propio o contratado cumplen con los requisitos de higiene.

El establecimiento debe contar con un listado de clientes. El listado consigna el nombre, teléfono y dirección además de un sistema de control de la distribución de los productos terminados.

#### **10.12 Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control**

El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) es el camino más efectivo y económico para garantizar alimentos de buena calidad.

Según la Comisión del Codex Alimentarius del 28 de Octubre de 1991, el sistema HACCP permite identificar los riesgos específicos, ya sean de tipo biológico, químico o físico, que puedan afectar adversamente a la inocuidad de los alimentos, y establecer las medidas preventivas para su control.

##### **10.12.1 Identificación de los peligros, análisis de riesgos y determinación de las medidas para su control**

Se puede definir “peligro” como la contaminación inaceptable, la proliferación o la supervivencia en los alimentos de microorganismos que puedan afectar a la inocuidad del alimento o deteriorarlo, y/o la producción o persistencia inaceptable en los alimentos de ciertos productos del metabolismo microbiano, tales como toxinas o enzimas. Pero, además,



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

por lo indicado anteriormente, también es un peligro la contaminación indeseable de tipo físico y químico.

La probabilidad de presentación de los peligros sanitarios es el riesgo que podría clasificarse de alto, moderado, bajo y despreciable, pudiendo variar dependiendo de las circunstancias del momento en el que se producen.

Otro concepto a considerar es el de severidad, que es la magnitud del peligro o grado de consecuencia que puede resultar cuando existe peligro.

Una vez identificados los riesgos o peligros potenciales en relación con un determinado tipo de alimentos y con la materia prima e ingredientes que lo integran, el análisis de riesgos debe incluir también una evaluación de la posibilidad o probabilidad de que puedan ocurrir.

Los peligros sanitarios en los alimentos pueden clasificarse de varias formas:

- Peligros químicos
- Peligros físicos.
- Peligros biológicos

Una vez identificados los peligros es necesario definir las medidas preventivas que puedan minimizar los mismos. Estos son los mecanismos de control para cada peligro y se definen como aquellos factores que son necesarios para eliminar o reducir la aparición de los peligros a un nivel aceptable.

#### **10.12.2 Identificación de los puntos críticos**

Es la determinación de los puntos críticos de control (PCC), en los que pueden ser controlados los riesgos o peligros identificados.

Se define PCC como un lugar, una práctica, un procedimiento o proceso en el que puede ejercerse control sobre uno o más factores, que si son controlados, podrían reducirse al mínimo o prevenirse un peligro o riesgo.

Los peligros dentro del proceso de producción pueden provenir de la propia materia prima o ser adicionados en algunos de los demás puntos del diagrama de flujo hasta su consumo. Así, al finalizar el estudio HACCP todos los PCC deben estar indicados en el diagrama de flujo.

#### **10.12.3 Límites críticos para cada punto crítico.**

El "límite crítico" es un valor que debe estar especificado para cada medida de control en un determinado PCC. Estos límites suelen estar recogidos en la legislación vigente para cada tipo de alimento, o en estudios experimentales realizados por expertos en esa materia.





*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **10.12.4 Procedimientos de vigilancia y control**

La monitorización o vigilancia es definida como la visión, observación o control de un proceso con un propósito especial. En sistemas HACCP se considera que la vigilancia, así como el control del procesado en los PCC sirven para verificar que estos se encuentran bajo control.

Los parámetros de monitorización deben ser valores de fácil obtención, tales como la evolución temperatura/tiempo. Asimismo, la inspección visual sería también en todos los casos una importante medida de control, siempre que la higiene personal y la limpieza de los elementos técnicos se presenten como puntos críticos de control.

### **10.12.5 Medidas correctoras que deberán tomarse en cada caso**

Consiste en la instauración de las medidas correctivas que se han de tomar cuando se produzcan desviaciones en el seguimiento de cada PCC o medida esencial controlable. Hay que especificar dichas medidas, que son los procedimientos de actuación en caso de fallos de proceso.

### **10.12.6 Documentación correspondiente a los procedimientos y registros**

Se deben tener registros, tanto de aquellas áreas que sean críticas para la seguridad del producto como evidencia escrita de que se cumple el plan HACCP. Se deben tener registros, tanto de aquellas áreas que sean críticas para la seguridad del producto como la evidencia escrita de que se cumple el plan HACCP y, que por tanto, la verificación está funcionando correctamente.

### **10.12.7 Procedimientos de comprobación y revisión**

Una vez finalizado el estudio HACCP, es necesaria una verificación del sistema.

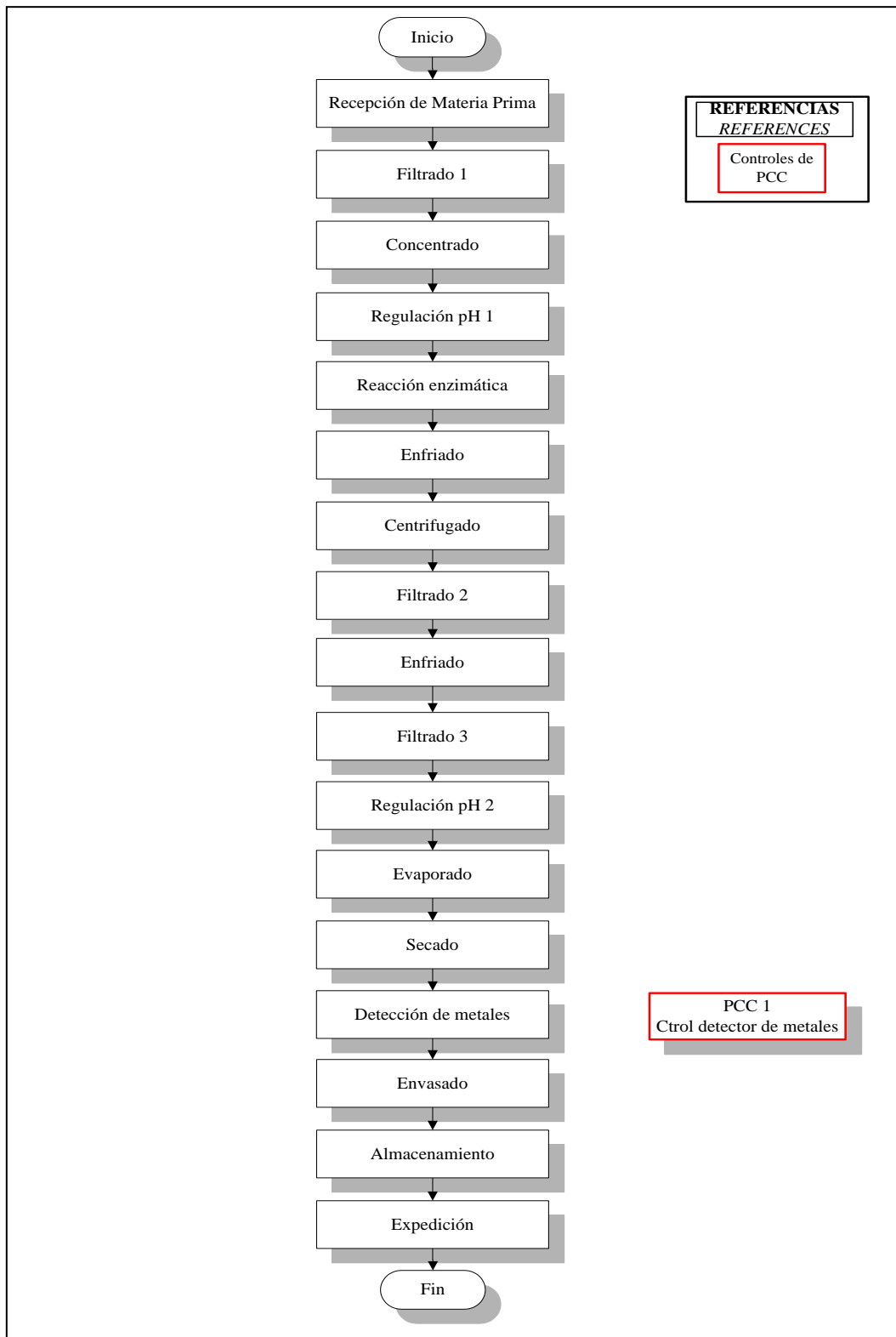
## **HACCP**

A continuación se presenta un HACCP, como se ha dicho anteriormente, la determinación de los puntos críticos.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ETAPA	PELIGRO POTENCIAL	P X S	NIVEL ACEPTABLE	JUSTIFICACIÓN	MEDIDA CONTROL	REGISTRO
<b>Recepción de materia prima</b>	La solución de agua de almidón proveniente del efluente de la industria procesadora de papas, es bombeada a tanques de almacenamiento de la materia prima El tanque es de acero inoxidable.	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		M: ND	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Filtrado 1</b>	Se realiza un filtrado mediante filtros prensas rotativas, eliminando residuos sólidos provenientes de la materia prima.	F: ND Rotura de malla	1 x 3=3	Ausencia de metales en producto terminado	Inocuidad del producto Requerimiento de Clientes	Verificación estado de mallas Detector de metales	Estado mallas Detector: DET-01
	Los filtros son de malla metálica de inoxidable auto-limpiante.	Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		M: ND	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Concentrado</b>	La etapa tiene como objetivo, separar pequeñas partículas y concentrar la solución. La	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

	<p>solución de almidón, se pasa por una malla semipermeable mediante presión.</p> <p>El equipo está construido en acero inoxidable.</p>	M: ND	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Regulación de pH 1</b>	<p>La lechada de almidón concentrada, proveniente de la etapa de concentración inicial, es recibida en un tanque de acero inoxidable con agitación donde se agrega ácido sulfúrico hasta llevar el pH a niveles óptimos para la reacción enzimática.</p>	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		M: ND	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Reacción enzimática (licuefacción)</b>	<p>En esta etapa se produce la hidrólisis parcial del almidón mediante una reacción enzimática, transformando el almidón en maltodextrina. La hidrólisis se realiza en un tanque de acero inoxidable con paletas inclinadas para una adecuada</p>	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		M: ND	-----	-----	-----	-----	-----



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

	homogeneización.						
<b>Enfriado</b> <i>(intercambiador de calor)</i>	El licor obtenido en la etapa de licuefacción, es sometido a un enfriamiento, con la finalidad de llevar la temperatura a niveles óptimos, para poder realizar la operación de centrifugado, ya que el almidón es insoluble en agua fría.	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		M: ND	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Centrifugado</b>	En esta etapa se separa la borra (impurezas) presente en el licor enfriado. Se utiliza un hidrociclón construido en acero al carbono (cuerpo y tapa) y mallas de acero inoxidable.	F: ND	1 x 3=3	Ausencia de metales en producto terminado	Inocuidad del producto Requerimiento de Clientes	Verificación estado de mallas Detector de metales	Estado mallas Detector: DET-01
		Rotura de malla					
		Q: ND					
		M: ND	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Filtrado 2</b>	Separar partes de la sustancia que contiene la solución de maltodextrina, con el fin de	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

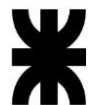
	<p>purificar el producto en la mayor cantidad posible.</p> <p>El equipo está construido de resinas de poliéster y fibra de vidrio. El material filtrante es tierra de diatomea.</p>	M: ND	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Enfriado</b> <i>(intercambiad or de calor)</i>	<p>La solución rica en maltodextrina proveniente del filtrado 2, es sometido a un enfriamiento, con la finalidad de llevar la temperatura a niveles óptimos, para poder realizar la operación de filtrado mediante carbón activado (filtrado 3).</p>	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		M: ND	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Filtrado 3</b>	<p>Purificar la solución rica en maltodextrina. El equipo está construido en acero al carbono, recubierto con pintura epoxi.</p> <p>El material filtrante es carbón</p>	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		M: ND	-----	-----	-----	-----	-----



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

	activado.						
<b>Regulación de pH 2</b>	En esta etapa se realiza la regulación del pH para evitar posibles coloraciones durante el almacenamiento del producto.	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----
	La solución es recibida en un tanque de acero inoxidable con agitación donde se agrega ácido sulfúrico hasta llevar el pH a niveles óptimos.	M: ND	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Evaporado</b>	Se realiza el evaporado mediante un evaporador de doble efecto construido en acero inoxidable, con el objetivo de eliminar la mayor cantidad de agua presente en la solución rica en maltodextrina.	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		M: ND	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Secado</b>	El proceso de secado consta de dos etapas: la primera etapa tiene lugar en la cámara	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

	de secado, en la que se pulveriza la solución entrante y circula aire en contracorriente para secar las gotas, y la segunda etapa que se realiza en un ciclón, para separar las partículas secas del aire o gases. El equipo está construido en acero inoxidable.	M: ND	-----	-----	El proceso térmico (400°C), supera ampliamente la temperatura necesaria para eliminar cualquier microorganismo	-----	-----
<b>Detección de metales</b>	Eliminar los metales ferrosos, no ferrosos o acero inoxidable.  El equipo es de tipo anillo, detectando partículas igual o mayor fe: 0,7mm, No fe:1mm, Inox: 1,2mm	F: <b>SI</b> metales de mallas de filtros	3 x 3= <b>9</b>	Ausencia de metales en producto terminado	Inocuidad del producto  Requerimiento de Clientes	Control 100% del producto y registro de hallazgos. Control cada 2 hs y verif por turno	Detector: DET-01
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		M: ND	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Envasado</b>	El envasado se realiza en bolsas de polietileno recubierto con 3 a 5 capas de papel kraff, el control de peso se realiza mediante celda de carga.  El equipo está construido en	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		M: ND	-----	-----	-----	-----	-----





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

	acero inoxidable.						
<b>Almacenado</b>	Una vez palletizado el producto, el mismo es depositado en el Sector de Producto terminado hasta la carga.	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		M: ND	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Expedición</b>	Se realiza carga del producto terminado en cumplimiento de requerimientos del Cliente.	F: ND	-----	-----	-----	-----	-----
		Q: ND	-----	-----	-----	-----	-----
	Se realiza control de los transportes asegurando la inocuidad de los mismos.	M: ND	-----	-----	-----	-----	-----



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

<b>Etapa: Eliminación de metales previo a envasado</b>		
<b>Criterio</b>	<b>Pre-requisito Operativo</b>	<b>Plan HACCP (PCC)</b>
<b>Rigor aplicado:</b> Alto: la medida de control se aplica siempre		X
Medio: la medida de control se realiza a veces		
<b>Monitoreo:</b> Continuo o 100% de los lotes		X
Con determinada frecuencia		
<b>Medida de control posterior:</b> SI		
NO		X
<b>Si la medida de control falla, la severidad es:</b> ALTA: (pérdida de inocuidad)		X
MEDIA: Posible pérdida de inocuidad		
<b>La medida de control se aplica específicamente para eliminar o reducir significativamente el nivel aceptable:</b> SI		X
NO		
Resultado		<b>PCC N° 1</b>



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Requerimientos		Descripción del cumplimiento de los requerimientos
A	Peligros relacionado con la inocuidad a controlar en los PCC	Físico: presencia de metales provenientes del proceso de filtración
B	Medidas de control	Control del correcto funcionamiento del detector de metales mediante patrones certificados asegurando liberar productos inocuos.
C	Límite crítico de PCC	Ferroso 07,mm, No ferroso: 1mm e Inoxidable: 1,2mm
D) Procedimiento de seguimiento	a) Mediciones u obs que proporcionan resultados en un plazo adecuado	Control del equipo mediante patrones cada 2 hs, evitando segregación gran volumen de producto y acotando los tiempos para calibración del equipo.
	b) Equipo de seguimiento utilizado	Detector de metales de anillo.
	c) Método de calibración aplicables	Calibración externa anual por el fabricante. Verificación interna cada 2 hs con patrones certificados.
	d) Frecuencia del seguimiento	Se realiza verificación del correcto funcionamiento del equipo (detección y rechazo) cada 2 hs.
	e) Resp y autoridad relativa al seguimiento y evaluación del	Responsabilidad Laboratorio: verificar el funcionamiento del equipo cada 2 hs, dar aviso a autoridad de laboratorio del problema. Autoridad laboratorio: solicitar la segregación desde el último control OK y solicitar servicio técnico para calibración.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

	<b>seguimiento</b>	
	<b>f) Req y métodos en materia de registro</b>	<p>Registro de verificación de funcionamiento del detector de metales según frecuencia de Cronograma de Mantenimiento Preventivo y archivados en carpeta mantenimiento de equipos.</p> <p>Registro de Control de Producto Terminado y No Conforme LAB-02 archivado en laboratorio.</p>
<b>E</b>	<b>Correcciones y acciones correctivas a tomar si se superan los límites críticos.</b>	<p><b>Límite crítico</b></p> <p>En caso que el equipo no detecte los patrones, se debe segregar el producto desde el último control OK, identificarlo, documentarlo y definir disposición según Procedimiento No conforme y Liberación de Producto final PROCED-01 y Ctrol de Productos terminados y No Conformes LAB-02</p>
<b>F</b>	<b>Responsabilidades y autoridades</b>	<p>Resp. Personal de laboratorio: identificar el producto, documentar el mismo y comunicar a Coordinador de Calidad, Coordinador de Producción de la línea y Resp de Planta.</p> <p>Resp. Coordinadores de turno: segregar el producto.</p> <p>Autoridad Coordinador de Calidad: tiene la autoridad de definir la disposición del producto potencialmente no inocuo.</p>
<b>G</b>	<b>Registros de seguimiento</b>	<p>Registro de Control de Producto Terminados y No Conforme LAB-02 archivado en laboratorio.</p>



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **10.13 ANEXO 1**

#### **Aseguramiento y control de calidad**

Los controles realizados se registran en las planillas que se presentan en este anexo, los cuales son chequeados por el responsable de producción y archivados durante la vida útil del producto más 6 meses.

Los controles son realizados por personal idóneo en el tema, el cual se encarga de registrar todos los resultados de los análisis en las planillas.

Los registros están codificados de manera que permitan su fácil localización y su identificación inequívoca.

Las planillas de control deben contar con la siguiente información:

- Fecha y hora en la que se realiza el control
- Operario/analista que realiza la actividad de toma de muestra o análisis
- Parámetro evaluado
- Lote
- Técnica utilizada
- Observaciones

#### **- Controles a materias primas e insumos**

Para la compra de algún insumo y/o materia prima se solicita al proveedor la habilitación, ficha de seguridad y ficha técnica.

Cada vez que se reciben los mismos, antes de su descarga, se corrobora que se encuentren perfectamente identificados y que estén acompañados de los protocolos correspondientes.

El aseguramiento de la calidad de estos es de suma importancia ya que de ellos dependerá la calidad e inocuidad del producto final.

#### **- Control del proceso de producción**

En cada proceso productivo se deben identificar aquellas operaciones que necesitan un control más exhaustivo de los parámetros, el seguimiento de estas condiciones es fundamental para la obtención de productos aptos y dentro de especificación.

De acuerdo al plan de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), se realizarán controles estrictos en las variables de proceso. En la siguiente planilla se detallan los



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

parámetros a inspeccionar, valores óptimos, tolerancia, acciones correctivas/preventivas para las diferentes etapas del proceso.

#### Etapas del proceso

##### ✓ **Acondicionamiento Térmico - Gelatinización y Licuefacción**

Durante la etapa de reacción, y previa a esta, el operario del reactor se encarga de controlar periódicamente las siguientes variables de operación:

- pH en primera regulación previo entrada al reactor.
- Horario de inicio de cada etapa: carga del reactor, calentamiento, reacción, enfriamiento y descarga.
- Volumen de lechada de almidón cargado al reactor (medido mediante un sensor de nivel).
- Caudal de vapor durante el calentamiento.
- Caudal de entrada de enzima, cloruro de calcio y ácido sulfúrico mediante caudalímetro.
- Temperatura, presión y pH de la reacción.

Las condiciones de reacción son controladas cada 1 hora.

Para seguridad, el sensor de presión del reactor está conectado a una alarma que se activa cuando la presión excede los 8 bares.

##### ✓ **Evaporación de Solución Pura de Maltodextrina Regulada**

El operario de evaporación controla periódicamente los parámetros que indican el funcionamiento de los intercambiadores de calor, evaporador y secadero.

Los equipos cuentan con sensores de temperatura y sensores de presión.

Para cada equipo las variables a controlar son:

##### a) Intercambiador de calor para enfriar la Solución de Maltodextrina que sale del reactor.

- Temperatura de entrada y salida de la solución de Maltodextrina.
- Temperatura de ingreso y salida de la lecha de almidón acidificada.

##### b) Intercambiador para enfriar la solución de Maltodextrina previo ingreso filtro carbón activado.

- Temperatura de salida de la solución de maltodextrina.
- Temperatura de entrada del agua de refrigeración.
- Caudal de agua de refrigeración



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

*c) Regulación del pH II, previo a evaporador.*

- Ph de salida de la solución de Maltodextrina previo al evaporador.

*d) Evaporador, concentración de la solución de Maltodextrina.*

-Temperatura y presión en los cuerpos del evaporador.

-Temperatura del vapor de calentamiento.

-Concentración del producto a la salida del evaporador.

*e) Secado por atomización de Solución de Maltodextrina Concentrada*

- Temperatura de entrada y salida del aire de secado

- Presión

Durante la etapa de evaporación es necesario realizar en forma periódica la determinación de la concentración de la solución de maltodextrina a la salida del evaporador, detectar cualquier variación respecto al valor requerido, y poder ajustar las variables de proceso.

La concentración se determinará indirectamente por medición del índice de refracción, utilizando un refractómetro portátil in situ.

Los documentos que se utilizan para llevar el registro de las variables mencionadas con anterioridad (**PRO-01 / PRO-02 / PRO-03**).

- **Control del producto terminado**

La Maltodextrina en polvo, debe cumplir una serie de parámetros para poder ser comercializada como tal.

En la Tabla 9.1, se detalla la especificación técnica de este producto.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: Maltodextrina</b>	
<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>
<b>Análisis Físicoquímicos</b>	
Aspecto	Polvo
Humedad	Máximo 6
Densidad (a 20 °C)	Mínimo 1.150
pH (a 20 °C) solución al 50 %	4,5 – 5,5
Dextrosa Equivalente (% p/p)	16 – 19,9
Cenizas	Máximo 0,5
Presencia de Almidón	Negativo
Granulometría <35µm	Máximo 35%
Granulometría >400µm	Máximo 7%
<b>Análisis Microbiológicos</b>	
Coliformes totales	< 10 ufc/gr
Hongos y levaduras	< 50 ufc/gr
E. Coli	Ausencia en gr
Salmonella	Ausencia en 25 gr
Recuento total de aerobios mesofilos	< 500 ufc/gr

El departamento de control de calidad es el encargado de determinar que el producto cumpla con la especificación técnica.

➤ Método de muestreo

Como se mencionó en capítulos anteriores, la Maltodextrina en polvo se comercializa envasada en bolsas de 25 kg.

Durante el envasado se toman 2 muestras a la salida de la envasadora, una estéril para el análisis microbiológico (una por turno) y otra (no estéril) para las determinaciones físico-químicas (cada hora).

➤ Métodos de análisis

Los diferentes parámetros de calidad serán analizados en el laboratorio de la planta, o por laboratorios de terceros, mediante métodos especificados por JECFA (Comité mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios). Los resultados de los análisis se registrarán en el documento (MICRO-01) al final del capítulo ANEXO 3.





*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **10.14 ANEXO 2**

#### **TECNICAS DE ENSAYOS**

##### **TEC-01: Determinación de humedad**

Para la determinación de la humedad, 10 gr de producto se pesan en termo balanza a 105 °C durante 5 minutos.

##### **TEC-02: Determinación de la densidad aparente**

Procedimiento: se mide el volumen empacado por caída libre al interior de una probeta graduada de 100 ml y se pesa un volumen conocido en balanza analítica.

##### **TEC-03: Determinación del pH**

Método: potenciométrico

Aparato: pH-metro

Procedimiento: Medición del pH de la solución al 50 %: pesar 5 g de muestra y agregar 10 ml de agua destilada y disolver. Medir el pH de la solución resultante con el pH-metro.

##### **TEC-04: Determinación de dextrosa equivalente**

La Dextrosa equivalente se define como azúcares reductores expresados como Dextrosa.

Este método se basa en la acción reductora de las aldosas tipo azúcares cuando se encuentran junto con ciertas sales metálicas.

- Materiales y reactivos
  - Solución acuosa de Azul de Metileno al 0.2%
  - Hidróxido de Sodio (Na OH)
  - Sulfato de Cobre (CuSO<sub>4</sub> . 5H<sub>2</sub>O)
  - Tartrato doble de Sodio y Potasio ( C<sub>4</sub> H<sub>6</sub> NaK . 4H<sub>2</sub>O )
  - Solución de Fehling
  - Preparación de la solución de Fehling
  - Solución "A". Se pesan 73.5 g de Sulfato de Cobre (CuSO<sub>4</sub> . 5H<sub>2</sub>O) se disuelven en agua destilada y se aforan a 1000 ml.
  - Solución "B". Se pesan 346 g de Tartrato doble de Sodio y Potasio y se disuelven en agua destilada, por otro lado se disuelven 100 g de hidróxido de Sodio (NaOH) en agua, se mezclan ambas soluciones y se aforan a 1000 ml.

Se toman volúmenes iguales de las soluciones "A" y "B" y se mezclan en el momento de usarse.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

- Preparación de los patrones de comparación

#### Solución patrón

*Dextrosa anhidra pura:* Se pesan 5.000 g de Dextrosa Anhidra pura, se disuelven en suficiente agua hasta un volumen final de 500 ml, medidos en matraz aforado. Esta solución tiene una concentración de 0.01 g de Dextrosa pura es un ml.

Titulación de la solución de Fehling con la solución patrón

En un matraz Erlenmeyer de 500 ml se miden con pipeta volumétrica 25 ml de solución "A" y 25 ml de solución "B", se calientan a ebullición y se titulan con la solución de Dextrosa y se vuelven a hervir, agregando de una sola vez 0.5 ml menos de la cantidad requerida (determinada por una titulación previa) se hierve suavemente por 2 minutos, se agregan 3 gotas de Azul de Metileno, 2 gotas de solución de Dextrosa y se vuelven a hervir; se deja que el Oxido Cuproso se asiente y se observa el color del líquido sobrenadante, se completa la titulación rápidamente agregando solución de Dextrosa gota a gota, se hierve la solución después de cada adición hasta que desaparezca el color azul.

La titulación completa debe hacerse en un tiempo no mayor de 3 minutos.

- Preparación de la solución problema

Se pesan exactamente 15 g de la muestra problema, se pasan cuantitativamente a un matraz aforado de 500 ml, ayudándose con porciones de agua caliente; se enfría a temperatura ambiente, se mezcla vigorosamente y se diluye con agua hasta el aforo del matraz.

Titulación de la solución de Fehling con la solución problema

En un matraz Erlenmeyer de 500 ml se miden 25 ml de solución "A" y 25 ml de solución "B", se calientan y se titulan con la solución problema y se vuelven a hervir, agregando de una sola vez 0.5 ml menos de la cantidad requerida (determinada por una titulación previa) se hierve suavemente por dos minutos, se agregan tres gotas de Azul de Metileno, 2 gotas de solución problema y se vuelve a hervir, se deja que el Oxido Cuproso se asiente y se observa el color del líquido sobrenadante; se completa la titulación rápidamente agregando la solución problema gota a gota, se hierve la solución de Fehling después de cada adición de la solución problema, hasta que desaparezca el color azul.

La titulación completa debe hacerse en un tiempo no mayor de 3 minutos.

- Cálculos o interpretación de resultados

Cálculo del factor de Fehling



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

El factor de la solución de Fehling se calcula multiplicando los ml gastados en la primera titulación por la concentración de Dextrosa pura.

Factor de Fehling = ml gastados en la primera titulación x 0.01

0.01 = concentración de Dextrosa pura expresada en g/ml

Cálculo del % de dextrosa equivalente

Factor de Fehling x 500 x 100

-

**% Azúcares Reductores =**  $\frac{\text{Factor de Fehling} \times 500 \times 100}{A \times G}$

Donde:  
A = ml gastados en la segunda titulación  
G = gramos de muestra problema

**% Dextrosa Equivalente = ( % Azúcares Reductores x 100) / (% Substancia Seca)**

Dónde: % de Substancia Seca = 100 % - % humedad.

#### TEC-05: Determinación de cenizas

Las cenizas es el residuo inorgánico que queda después de quemar la materia orgánica. Para su determinación, se utiliza la muestra procedente del análisis de humedad y se lleva a una mufla a 950 °C durante 10 minutos.

$$C = \frac{P_{final}}{P_{inicial}} \cdot 100$$

Este análisis se realiza con una frecuencia de 8 horas (1 vez por turno).

#### TEC-06: Determinación de presencia de Almidón

Reactivos y materiales

- Yodo
- Yoduro de potasio (para la preparación del lugol)

Preparación del lugol.

Se disuelve 1 gramo de yodo en 2 gramos de yoduro de potasio y un poco de agua y se afora a 200 cm<sup>3</sup>



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Tomar una pequeña cantidad de muestra en un matraz Erlenmeyer, añadir 40 ml de agua destilada, colocar el matraz sobre la parrilla eléctrica hasta que esté en ebullición y después enfriar.

Añadir unas gotas de lugol.

Resultados

Cuando se obtiene la coloración azul debe expresarse el resultado como "positivo".

Cuando no se obtiene la coloración azul el resultado se expresa como "Negativo".

#### **TEC-07: Determinación de granulometría**

La determinación de la granulometría se realiza mediante un análisis por tamizado, dicho análisis incluye una malla N° 250 donde se acepta hasta un 35 % de producto retenido y una malla N° 40 donde queda retenido el producto terminado, aceptándose 7% máximo menor a esta malla.

#### **❖ Análisis Microbiológicos**

##### Preparación de la muestra

Norma de referencia: AOAC 966.23 (Chilled frozen, precooked, or prepared foods and nutmeats)

Procedimiento:

1- Pesar asépticamente 10 gramos de la muestra en un recipiente estéril. Adicionar 90 ml de diluyente estéril (agua peptonada) y agitar vigorosamente en agitador durante 30 segundos para obtener una dilución 1/10 ( $10^{-1}$ ).

2- Dejar reposar entre 3 a 5 minutos y agitar justo en el momento anterior de realizar diluciones seriadas o de inoculación.

#### **TEC/MIC-01: Determinación de Coliformes**

Norma de referencia: Pascual Anderson 2000. Microbiología de los Alimentos (Página 19) (NF-V 08-050)

Procedimiento:

1- Preparar dilución de la muestra 1/10 en agua peptonada (solución madre) para la siembra en profundidad en medio VRBA (Violeta Rojo Bilis Agar)

2- Sembrar en profundidad 1 ml de solución madre (dilución  $10^{-1}$ ) de la muestra.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

3- Una vez solidificado el agar agregar una capa del mismo medio (3 o 4 ml del medio VRBA)

4- Incubar las placas en posición invertida 24 horas a  $37 \pm 2$  °C.

5- Los coliformes presentan color rosado a rojo.

4- Si en el conteo de colonias la placa contiene más de 300 coliformes realizar dilución mayor (1/100; 1/1000, etc.)

Resultados: UFC/gr: Numero de colonias por factor de dilución.

#### **TEC/MIC-02: Determinación de hongos y levaduras**

Norma de referencia: ISO 7954

Procedimiento:

1- Preparar dilución de la muestra 1/10 en agua peptonada (solución madre) para la siembra en profundidad en medio hongo y levadura (Hongo y levadura medio)

2- Sembrar en profundidad 1 ml de solución madre (dilución  $10^{-1}$ ) de la muestra.

3- Incubar las placas entre 3-5 días a  $28 \pm 2$  °C.

4- Si en el conteo de colonias la placa contiene más de 300 UFC realizar dilución mayor (1/100; 1/1000, etc.)

Resultados: UFC/gr: Numero de colonias por factor de dilución.

#### **TEC/MIC-03: Determinación de E Coli**

Norma de referencia: Pascual Anderson 2000. Microbiología de los Alimentos (Página 21) (NF-V 08-053) modificado por especificación de Britania.

Procedimiento:

1- Preparar dilución de la muestra 1/10 en agua peptonada (solución madre).

2- De la solución madre, tomar un inóculo con ansa en rulo y sembrar por estrías por agotamiento en agar EMB para obtener colonias aisladas.

3- Incubar las placas 24 horas a  $37 \pm 2$  °C, y verificar la presencia de E. Coli en agar EMB (Agar Cromogénico). El color de las colonias es verde con brillo metálico.

4- Si el medio utilizado presenta colonias sospechosas de E Coli, se debe sembrar en estría en agar nutritivo e incubar por 24 hs a  $37 \pm 2$  °C.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

5- Luego a una colonia aislada se le debe realizar las pruebas bioquímicas ENTEROTEST:

PRUEBAS BIOQUÍMICAS	RESULTADOS	INTERPRETACION
OXIDASA	Positivo	Color rosado
TSI	Positivo	LAC +, Pico amarillo GAS +, Presencia de burbujas SH2 -, No presenta ennegrecimiento
INDOL	Positivo	Halo rosado
UREA	Negativo	Sin cambio de color
MOVILIDAD	Negativo	Crecimiento solo en línea de siembra
CITRATO	Positivo	Color azul
LISINA	Positivo	Color violeta

#### TEC/MIC-04: Determinación de Salmonella

Norma de referencia: AOAC 967.26 Salmonella in Foods. Detection.

Procedimiento:

- 1- Pesar 25 gramos de la muestra a analizar en bolsas estériles y agregar 225 ml de agua peptonada bufferada e incubar durante 24 horas a  $37 \pm 2^{\circ}\text{C}$  (Pre-enriquecimiento).
- 2- Colocar 0,1 ml en caldo Rappaport y 1 ml en caldo Tetracionato. Incubar durante 25 hs el caldo Rappaport a  $42 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , y el Tetracionato a  $37 \pm 2^{\circ}\text{C}$  (Enriquecimiento).
- 3- Tomar con un ansa en rulo, un inóculo de ambos caldos y sembrar en los medios de cultivo XLD y Hektoen Entérico. La siembra debe ser en estrías por agotamiento, para obtener colonias aisladas. Incubar a  $37 \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas.
- 4- Observar si hay desarrollo de colonias típicas en ambos medios. En medio XLD, las colonias son del color del medio con o sin centro negro, y colonias verdes o verdes azuladas con o sin centro negro en el medio Hektoen Entérico.
- 5- Las colonias con morfología típica de Salmonella desarrolladas en ambos medios se siembran en agar nutritivo, para la posterior confirmación.

Pruebas bioquímicas de confirmación:

PRUEBAS BIOQUÍMICAS	RESULTADOS	INTERPRETACION
---------------------	------------	----------------



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

<b>OXIDASA</b>	Positivo	Color rosado
<b>TSI</b>	Positivo	LAC +, Pico rojo GAS +, Ausencia de burbujas SH2 -, Presenta ennegrecimiento GLU +, Fondo amarillo.
<b>INDOL</b>	Negativo	Sin cambio de color
<b>UREA</b>	Negativo	Sin cambio de color
<b>MOVILIDAD</b>	Positivo	Crecimiento fuera de la línea de siembra
<b>CITRATO</b>	Negativo	Sin cambio de color
<b>LISINA</b>	Positivo	Color violeta

#### TEC/MIC-05: Recuento total de Mesofilos Aerobios

Norma de referencia: AOAC 966.23 "A. Media and Reagents" y "C. Aerobic Plate Count"

Procedimiento:

- 1- Preparar dilución de la muestra 1/10 en agua peptonada (solución madre) para la siembra en profundidad en medio RPA (Recuento en placa agar)
- 2- Sembrar en profundidad 1 ml de solución madre (dilución  $10^{-1}$ ) de la muestra.
- 3- Incubar las placas en posición invertida 72 horas a  $28 \pm 2$  °C.
- 4- Si en el conteo de colonias la placa contiene más de 300 UFC realizar dilución mayor (1/100; 1/1000, etc.)

Resultados: UFC/gr: Numero de colonias por factor de dilución.

#### 10.15 ANEXO 3

A continuación, se detallan las planillas correspondientes al control de las distintas áreas de proceso citadas anteriormente.

1. Control de materia prima (MP-01)
2. Control de insumos (INS-01)
3. Control de Proceso - REACTOR (PRO-01)
4. Control de Proceso - IC (PRO-02)
5. Control de Proceso – EVAP SECA (PRO -03)
6. Control de Laboratorio (LAB-01)
7. Control de Laboratorio – Producto Terminado No Conforme (LAB-02)
8. Control Microbiológico (MICRO-01)
9. Procedimiento No Conforme (PROCED-01)



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

REGISTRO MATERIA PRIMA					
CONTROL DE RECEPCION DE MATERIA PRIMA				Código: MP-01 Versión: A Página: 1 / 1	
Fecha	Turno	Operario	Lote MP		
CONTROL POR LOTE		VALOR NORMAL	RESULTADO		
	DENSIDAD	1,12 g/ml			
	ALMIDON	12 % p/p			
	pH	6,2 – 6,8			
LIBERACION LOTE		FECHA Y FIRMA			

Referencias: STD: parámetros estándar de procesos.

Observaciones:

---

---



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

REGISTRO INSUMOS					
CONTROL DE RECEPCION DE INSUMOS					Codigo: INS-01 Version: A Página: 1 / 1
Fecha		Turno		Operario	Lote INS
<b>CONTROL POR LOTE</b>			VALOR NORMAL	RESULTADO	
Enzima	APARIENCIA	Sólido			
CaCl <sub>2</sub>	APARIENCIA	Sólido			
	DENSIDAD	1,35 – 1,39 g/ml			
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	APARIENCIA	Líquido			
	DENSIDAD	1,30 – 1,35 g/ml			
Na(OH)	APARIENCIA	Líquido			
	DENSIDAD	1,43 – 1,48 g/ml			
<b>LIBERACION LOTE</b>				<b>FECHA Y FIRMA</b>	

Referencias: STD: parámetros estándar de procesos.

Observaciones:

---



---



---



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

REGISTRO PROCESO															
CONTROL DE PROCESO: Acondicionamiento Térmico - Gelatinización y Licuefacción												Código: PRO-01 Versión: A Página: 1/1			
Fecha	Turno	Operario	Lote PT		LOTES N°	Enzima		CaCl <sub>2</sub>		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>					
						INS-		INS-		INS-					
CONTROLES		STD	H O R A												
			:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Pre reactor	Temperatura lechada	55 °C													
	pH 1° regulación	6,2 – 6,4													
	Lechada almidón	3848,30 lt/h													
	Vapor calentamiento	1280,7 kg/h													
Reactor	Enzima	1,82 kg/h													
	CaCl <sub>2</sub>	146,45 kg/h													
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,51 kg/h													
	Temperatura reacción	95 °C													
	Presión	8 bar													
	pH final	3													

Referencias: STD: parámetros estándar de procesos.

Observaciones:

---



---



---



---



Ministerio de Educación, Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

REGISTRO PROCESO															
CONTROL DE PROCESO: Enfriamiento y acondicionamiento solución maltodextrina.												Código: PRO-02 Versión: A Página: 1 / 1			
Fecha		Turno		Operario		Lote PT									
CONTROLES		STD	H O R A												
			:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
<b>Enfriador 1</b>	Temperatura entrada malto dextrina	95 pc													
	Temperatura salida malto dextrina	60 °C													
	Temperatura entrada lechada almidón	49,44 °C													
	Temperatura salida lechada almidón	55 °C													
<b>Enfriador 2</b>	Temperatura entrada malto dextrina	60 °C													
	Temperatura salida malto dextrina	35 °C													
	Temperatura entrada agua de refrigeración	25 °C													
	Caudal de agua de refrigeración	6501,11 lt/h													
<b>pH</b>	Caudal de Na(OH)	1,38 lt/h													
	pH	4,5 – 5,5													

Referencias: STD: parámetros estándar de procesos.

Observaciones:



Ministerio de Educación, Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

REGISTRO PROCESO																
CONTROL DE PROCESO: Evaporación y Secado de Solución Pura de Maltodextrina Regulada														Código: PRO-03 Version: A Página: 1 / 1		
Fecha		Turno		Operario		Lote PT										
CONTROLES		STD	H O R A													
			:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Evaporador	Temperatura entrada malto dextrina	35 °C														
	Temperatura vapor de calentamiento	°C														
Secado	Temperatura entrada aire de secado	400 °C														
	Temperatura salida aire de secado	100 °C														

Referencias: STD: parámetros estándar de procesos.

Observaciones:

---



---



---



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

REGISTRO LABORATORIO															
CONTROL DE PRODUCTO TERMINADO														Código: LAB-01	
														Versión: A	
														Página: 1 / 1	
Fecha		Turno		Analista		Lote PT									
CONTROLES		STD	H O R A												
		Frecuencia	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
	Humedad	Max 6	c / 1 hs												
	pH	4,5 - 5,5	c / 1 hs												
	DE (dextrosa equivalente)	Entre 16 y 19,9	c / 1 hs												
	Granulometría	<25µm = 35 >400µm = 7	c / 1 hs												
	Densidad	1,150	c / 1 hs												
	Cenizas	Max 0,5	c / 8 hs												
	Presencia de almidón	Negativo	c / 1 hs												

Referencias: STD: parámetros estándar de procesos.

Observaciones:

---



---



---



---



---



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

REGISTRO LABORATORIO									
CONTROL DE PRODUCTO TERMINADO Y NO CONFORME								Codigo: LAB-02 Version: A Pagina: 1 / 1	
Fecha		Turno		Analista		Lote PT			
CONTROLES POR LOTE			OK	NO OK	CARTEL		LIBERADO		DESTINO
CONTROLES PROCESO					ROJO	BLANCO	SI	NO	
CONTROL LABORATORIO					ROJO	BLANCO	SI	NO	
CONTROL MICROBIOLÓGICOS					ROJO	BLANCO	SI	NO	
LIBERACION LOTE				FECHA Y FIRMA					

Referencias: STD: parámetros estándar de procesos.

Observaciones:

---



---



---



---



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

REGISTRO MICROBIOLOGIA					
CONTROL DE PRODUCTO TERMINADO				Codigo: MICRO-01 Version: A Pagina: 1 / 1	
Fecha ingreso muestra		Analista		Lote PT	
ANALISIS			STD	RESULTADO	
RECUESTO DE COLIFORMES TOTALES			<10 UFC/gr		
RECUESTO MESOFILOS AEROBIOS TOTALES			<500 UFC/gr		
SALMONELLA			Ausencia en 25 gr		
E.COLI			Ausencia		
HONGOS Y LEVADURAS			<50 UFC/gr		
LIBERACION LOTE			FECHA Y FIRMA		

Referencias: STD: parámetros estándar.

Observaciones:

---

---

---





## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

PROCEDIMIENTO PRODUCTO NO CONFORME	
<b>PRODUCTOS NO CONFORMES</b> <b>LIBERACION PRODUCTO FINAL</b>	Código: PROCED-01 Versión: A Página: 257 / 329

### OBJETIVO

Describir la metodología definida para retener y liberar producto terminado y el control de los productos No Conformes evitando así la utilización o liberación inadecuada de los mismos.

### ALCANCE

El presente procedimiento se aplica a producto terminado.

### RESPONSABILIDADES

Control de Calidad:

- Define la retención del producto terminado
- Identifica el producto retenido.
- Define e identifica el producto No Conforme.
- Libera el Producto terminado para la comercialización

### DEFINICIONES

Producto Liberado: toda materia prima, insumo o producto terminado que está conforme a especificaciones definidas de calidad y seguridad alimentaria, considerándose aptos para su utilización o expedición.

Producto No Conforme: toda materia prima, insumo o producto terminado fuera de especificación o que presente un riesgo potencial para la seguridad alimentaria.

### PROCESO DETALLADO

#### PRODUCTO NO CONFORME

- 1- Al detectarse un producto No Conforme, Control de Calidad da aviso a Producción para que segregue el producto.
- 2- Control de Calidad identifica el producto No Conforme mediante cartel rojo detallando el motivo.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

3- Control de Calidad, define la disposición detallando la misma en la identificación y se registra la no conformidad en “Control de Productos terminados y No Conformes” (LAB-02)

Disposiciones:

- Destino a otro mercado donde el producto se ajuste a su requerimiento
- Destinado a industria

#### **LIBERACIÓN DE PRODUCTO TERMINADO**

La liberación de producto terminado consiste en dos etapas:

Liberación interna de Planta: ésta etapa permite liberar el lote de Planta sólo a depósitos de producto terminado hasta la obtención de los análisis microbiológicos.

Liberación para comercialización: ésta etapa permite liberar el lote con destino a comercialización donde se cuenta con los análisis microbiológicos.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

**10.16 ANEXO 4**

A continuación, se detallan las planillas correspondientes al instructivo de POES y sus registros.

**1- INSTRUCTIVO POES (LIM-01-F)**

**2- REGISTRO POES (LIM-01-FILTROS)**

**3- CONTROL DETECTOR DE METALES (DET-01)**

**1- INSTRUCTIVO POES (LIM-01-F)**

**OBJETIVO**

El presente instructivo, tiene por objetivo describir la metodología utilizada para la limpieza y desinfección del filtro de mallas, osmosis inversa, carbón activado y filtros de diatomeas.

**METODOLOGÍA**

Para la realización de dicha actividad, se siguen los lineamientos establecidos en el presente Instructivo donde describe las actividades a realizar y se especifica la frecuencia de éstas, las cuales se asientan en el “Registro de Limpieza LIM-01-FILTROS”

**Importante:** antes de realizar cada limpieza tener la precaución de detener todas las maquinarias para evitar accidentes.

**FILTRO MALLA METALICA**

**LIMPIEZA DE LAS TELAS**



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

#### **TRABAJANDO A PH DE 1 A 7**

- 1- Meter las telas en una solución de sosa caustica al 10%
- 2- Dejarlas de 24 a 48 hs
- 3- Retirar y limpiarlas con agua a presión.
- 4- Dejar secar NO al sol.

#### **TRABAJANDO A PH DE 7 A 14**

- 1- Meter las telas en una solución de ácido clorhídrico al 10%
- 2- Dejarlas de 24 a 48 hs
- 3- Retirar y limpiarlas con agua a presión.
- 4- Dejar secar NO al sol.

#### **LIMPIEZA DEL FILTRO Y CONDUCCIONES**

Es conveniente para eliminar las incrustaciones que hayan podido formarse en tuberías y filtros, efectuar un tratamiento en circuito cerrado con un detergente ácido.

El tiempo de este lavado será de unos 20 minutos y acto seguido se da salida a dicha solución, haciendo circular agua limpia.

**Frecuencia: una vez a la semana**

FILTRO CARBON ACTIVADO

#### **FRECUENCIA DE RETRO LAVADOS Y ENJUAGUES**

- 1.- Apague la bomba.**
- 2.- Mueva la válvula del filtro a la posición de retrolavado**



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

**3.- Abra la válvula en la línea de drenaje**

**4.- Encienda la bomba.**

**5.- Verifique la claridad del flujo a drenaje por la mirilla del filtro – Esperar de 2 a 5 minutos dependiendo de lo saturado que esté, hasta que el flujo a drenaje sea igual de transparente que el agua.**

**6.- Apague la bomba.**

**7.- Coloque la válvula múltiple del filtro a la posición de enjuague**

**8.- Encienda la bomba.**

**9.- Verifique la claridad del flujo a drenaje por la mirilla del filtro – Esperar de 10 a 20 segundos dependiendo de lo saturado del filtro hasta que el flujo a drenaje sea igual de transparente que el agua**

**10.- Apague la bomba.**

**11.- Mueva la válvula múltiple del filtro a la posición de filtrado**

**12.- Cierre la válvula en la línea de drenaje**

**13.- Encienda la bomba para continuar con el filtrado normal.**

**14.- Verifique el nivel de agua en la alberca y, en caso de no ser suficiente, agregar.**

**Nota importante:** El carbón activado tiene una duración de 8 a 12 meses en uso doméstico, de 6 a 8 meses en uso comercial e industrial o de 2 a 3 meses en tratamientos de aguas residuales.

**Frecuencia limpieza: una vez a la semana**



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **FILTRO OSMOSIS INVERSA**

#### *LAVADO ACIDO.*

- 1- Llene el tanque de limpieza hasta la mitad con agua producto de la ósmosis.**
- 2- Agregue solución para lavado ácido hasta que el pH sea de 2.5.**
- 3- Recircule a 50 psi a un flujo de menos de 1gpm**
- 4- Después de estos 10 minutos, incremente el flujo a 3 gpm.**
- 5- Verifique constantemente el pH, y manténgalo en 2.5 añadiendo más solución para lavado ácido cada vez que sea necesario.**
- 6- Cuando el pH permanezca constante en 2.5 por más de 30 minutos dé por terminado el lavado ácido.**
- 7- Drene la solución de limpieza y enjuague el sistema con agua producto de la ósmosis durante 10 a 15 minutos.**

#### *LAVADO ALCALINO.*

- 1- Llene el tanque de limpieza hasta la mitad con agua producto de la ósmosis**
- 2- Agregue solución para lavado alcalino hasta que el pH sea de 10. Recircule la solución en las mismas condiciones que para el lavado ácido.**
- 3- Verifique el pH y si es necesario agregue más solución para lavado alcalino para mantenerlo en 10.**
- 4- Cuando el agua que retorna de la membrana se observe limpia dé por terminado el lavado alcalino.**
- 5- Drene la solución de limpieza y enjuague el sistema con agua producto de la ósmosis durante 10 a 15 minutos.**

#### *LAVADO CON BIOCIDA.*

- 1- Llene el tanque de limpieza con agua de producto de ósmosis**
- 2- Agregue 1 cubeta de biocida.**



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

**3- Recircule la solución durante una hora, drene la solución y enjuague con agua producto de la osmosis durante 15 minutos.**

#### *RECOMENDACIONES*

- 1. Siempre enjuague completamente antes de limpiar con otros limpiadores.**
- 2. Es recomendable calentar las soluciones de limpieza a 40 OC para obtener mejores resultados.**

**Frecuencia: una vez a la semana**



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **FILTRO TIERRA DIATOMEAS**

#### **PROCEDIMIENTO DE RETRO LAVADO DEL FILTRO**

Para evitar dañar la máquina y provocar posibles lesiones, detenga la bomba antes de cambiar la posición de la válvula.

1. Detenga la bomba.
2. Cambie la posición de la válvula en la posición de retro lavado.
3. Encienda la bomba y déjela marchar durante 3 minutos.
4. Detenga la bomba y abra el desagüe lateral del fondo del tanque.
5. Encienda la bomba y déjela marchar durante 1 minuto, haciendo el retro lavado a través de la válvula del filtro y del desagüe del tanque.
6. Detenga la bomba, vuelva a colocar la válvula del filtro en la posición de filtración y cierre el desagüe del tanque.
6. Compare la lectura de la presión en el manómetro con la lectura registrada después del arranque inicial.

**Frecuencia limpieza: una vez a la semana**





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

**2- REGISTRO POES (LIM-01-FILTROS)**

**FRECUENCIA SEMANAL**

**MES:**

FILTROS																
SEMANA		Del:            al:			Del:            al:			Del:            al:			Del:            al:			Del:            al:		
FRECUENCIA		DÍA	Realizó	Verificó	DÍA	Realizó	Verificó	DÍA	Realizó	Verificó	DÍA	Realizó	Verificó	DÍA	Realizó	Verificó
FILTRO MALLAS	Telas a pH 1 a 7															
	Telas a pH 7 a 14															
	Filtros y conductos															
CARB	Retro lavado															
	Enjuague															
FILTRO OSMOSIS	Lavado acido															
	Lavado alcalino															
	Lavado con biosida															
TIRRR	Retro lavado															
	Enjuague															

Observaciones:

---



---



*Ministerio de Educación, Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

**3- CONTROL DETECTOR DE METALES (DET-01)**

<b>FECHA CONTROL</b>		/		/		/		/		/		/		/		/		/		/		/		/	
<b>LOTE</b>																									
<b>Control del lote</b>		<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>
<b>TARIMA N°</b>		N°		N°		N°		N°		N°		N°		N°		N°		N°		N°		N°		N°	
<b>Tamaño patrón</b>	<b>HORA</b>	:		:		:		:		:		:		:		:		:		:		:		:	
<i>0.7 mm</i>	<b>Ferroso</b>																								
<i>1 mm</i>	<b>No Ferroso</b>																								
<i>1.2 mm</i>	<b>Acero Inox.</b>																								
<b>CONTROLÓ</b>																									
<b>VERIFICÓ</b>		<i>Hora:</i>										<i>Hora:</i>													
<b>VERIFICÓ</b>		<i>Firma:</i>										<i>Firma:</i>													
<b>Observaciones:</b>																									

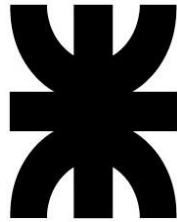
IMPORTANTE: en el caso que el control sea al inicio o fin del lote, identificar con un círculo lo que corresponda.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

RECHAZO DETECTOR DE METALES											
Nota: identificar con una X, el detector utilizado.											
Turno 1			Turno 2			Turno 3					
Hora	Evidencias		Hallazgo	Hora	Evidencias		Hallazgo	Hora	Evidencias		Hallazgo
	SH	PM			SH	PM			SH	PM	
	SH	PM			SH	PM			SH	PM	
	SH	PM			SH	PM			SH	PM	
	SH	PM			SH	PM			SH	PM	
ANÁLISIS Y ACCIONES ANTE DESVÍOS										REFERENCIAS	
										S/H: sin hallazgos	
										P/M: polvo metálico	
										<b>Análisis y notificación a Mant.</b>	
										Firma Mantenimiento:	
										<b>Verificación y cierre</b>	
										Fecha:	
										Firma:	

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA**

**Año 2018**

**Proyecto Final: Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

***CAPÍTULO 10:***

***Obras Civiles***

**COCHI, Florencia**

**MOITRE, Malena**

**MUZZIO, Mariana Elizabeth**



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **11. Obras Civiles**

#### **11.1 Introducción**

En el presente capítulo se desarrolla la distribución general de la planta, las características de construcción de la misma y los requerimientos de espacio para cada sector. También se deja plasmado el layout de los equipos.

La distribución física se realiza estratégicamente, de forma que:

- Facilite el flujo de materiales evitando así la posible contaminación cruzada.
- Aumente la eficiencia en la utilización de la mano de obra y equipos.
- Reduzca los peligros para los operarios.

#### **11.2 Layout de la planta y equipo de producción.**

El diseño de la planta se refiere al lugar geométrico de los distintos sectores dentro de los cuales se encuentran el lugar de trabajo, sala de reunión, depósito de materias primas, insumos y productos terminados, entre otros.

La distribución de los sectores dentro de la planta (oficinas, talleres, laboratorios, baños, etc.) se piensa de forma que permitan facilitar el tráfico de materias primas y productos elaborados mientras se minimiza el uso de espacios a la vez que se consideran satisfechos las normas de seguridad y el confort de los recursos humanos.

El objetivo del Layout es establecer un diseño que permita la combinación óptima entre:

- Simplificación del proceso de producción.
- Reducción al mínimo de los costos de manejo de materiales.
- Obtención de uso de superficie / espacio eficaz.
- Satisfacción de los empleados y buena voluntad de trabajo.
- Evitar gastos de capital no relevantes.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

- Fomentar la eficacia de implementación de recursos humanos.

Los factores que deben tenerse en cuenta en el diseño de distribución de la planta se detallan a continuación.

#### **11.2.1 Materiales**

La distribución de los factores productivos depende de las características de aquellos y de los materiales sobre los que haya que trabajar. A este respecto, son factores fundamentales a considerar el tamaño, forma, volumen, peso y características físicas y químicas de los mismos, que influyen decisivamente en los métodos de producción y en las formas de manipulación y almacenamiento.

La bondad de una distribución en planta depende en gran medida de la facilidad que aporta en el manejo de los distintos productos y materiales con los que se trabaja.

#### **11.2.2 Maquinaria**

El conocimiento de factores relativos a la maquinaria en general, tales como espacio necesario, forma, altura y peso, cantidad y clase de operarios requeridos, riesgos para el personal, necesidad de servicios auxiliares, entre otros, se muestra indispensable para poder afrontar un correcto y completo estudio de distribución en planta.

#### **11.2.3 Mano de obra**

También la mano de obra ha de ser ordenada en el proceso de distribución, englobando tanto la directa como la de supervisión y la auxiliar. Para ello, debe considerarse tanto la seguridad de los empleados como los factores del medioambiente de trabajo, a saber, luminosidad, ventilación, temperatura, ruidos, entre otros factores.

Debe estudiarse también la cualificación y flexibilidad del personal requerido, así como la cantidad necesaria en cada momento y el trabajo que habrán de realizar.

Existiendo una estrecha relación de todos los factores antes mencionados con el diseño del trabajo, pues es clara la importancia del estudio de movimientos para una buena distribución de los puestos de trabajo.



## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **11.2.4 Movimiento**

En relación con este factor, hay que tener presente que las mantenuciones no son operaciones productivas, pues no añaden ningún valor al producto. Debido a ello, hay que procurar que sean mínimas y que su realización se combine en lo posible con otras operaciones, sin perder de vista que se persigue la eliminación de manejos innecesarios y antieconómicos.

### **11.2.5 Esperas**

Uno de los objetivos que se persiguen al estudiar la distribución en planta es conseguir que la circulación de los materiales sea fluida a lo largo de la misma, evitando así el coste que suponen las esperas y demoras que tienen lugar cuando dicha circulación se detiene.

El material en espera no siempre supone un coste a evitar, pues, en ocasiones, puede proveer una economía superior (por ejemplo: protegiendo la producción frente a demoras de entregas programadas, mejorando el servicio a clientes, permitiendo lotes de producción de tamaño más económico, etc.), lo cual hace necesario que sean considerados los espacios para los materiales en espera.

### **11.2.6 Servicios auxiliares**

Los servicios auxiliares permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta. Entre ellos, podemos citar los relativos al personal (por ejemplo: vías de acceso, protección contra incendios, primeros auxilios, supervisión, seguridad, etc.), los relativos al material (por ejemplo: inspección y control de calidad) y los relativos a la maquinaria (por ejemplo: mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares).

Estos servicios aparecen ligados a todos los factores que toman parte en la distribución estimándose que aproximadamente un tercio de cada planta o departamento suele estar dedicado a los mismos.

Con gran frecuencia, el espacio dedicado a labores no productivas es considerado un gasto innecesario, aunque los servicios de apoyo sean esenciales para la buena ejecución de la actividad principal. Por ello, es especialmente importante que el espacio ocupado por dichos servicios asegure su eficiencia y que los costes indirectos que suponen queden minimizados.

### **11.2.7 Edificio**

La consideración del edificio es siempre un factor fundamental en el diseño de la distribución, pero la influencia del mismo será determinante si éste ya existe en el momento de proyectarla. En este caso, su disposición espacial y demás características (por ejemplo: número de pisos, forma de la planta, localización de ventanas y puertas, resistencia de suelos, altura de techos,



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

emplazamiento de columnas, escaleras, montacargas, desagües, tomas de corriente, etc.) no presenta una limitación a la propia distribución del resto de los factores ya que el edificio es de construcción nueva.

#### **11.2.8 Cambios futuros**

Uno de los objetivos que se persiguen con la distribución en planta es su flexibilidad. Es, por tanto, ineludible la necesidad de prever las variaciones futuras para evitar que los posibles cambios en los restantes factores que hemos enumerado lleguen a transformar una distribución en planta eficiente en otra anticuada que merme beneficios potenciales. Para ello, habrá que comenzar por la identificación de los posibles cambios y su magnitud, buscando una distribución capaz de adaptarse dentro de unos límites razonables y realistas.

La flexibilidad se alcanzará, en general, manteniendo la distribución original tan libre como sea posible de características fijas, permanentes o especiales, permitiendo la adaptación a las emergencias y variaciones inesperadas de las actividades normales del proceso.

Asimismo, es fundamental tener en cuenta las posibles ampliaciones futuras de la distribución y sus distintos elementos, considerando, además, los cambios externos que pudieran afectarla y la necesidad de conseguir que durante la redistribución, sea posible seguir realizando el proceso productivo.

Se ha expuesto hasta aquí un resumen de las principales consideraciones a tener en cuenta respecto de los factores que entran en juego en un estudio de distribución en planta. Son notorias las conexiones que existen entre materiales, almacenamiento, movimiento y esperas, servicios y material, mano de obra maquinaria y edificio, existiendo otros muchos ejemplos que muestran que en muchas ocasiones, deberán tenerse presentes a la vez más de uno de los estudiados. Lo importante es que no se obvie ninguno, dándole a cada uno su importancia relativa dentro del conjunto y buscando que en la disposición final se consigan las máximas ventajas del conjunto.

#### **11.3 Descripción general de la distribución de la planta**

El predio seleccionado para la ubicación de la planta es el mismo en el que se encuentra instalada la empresa Mc Cain, tal como se muestra en la Figura 3.7 del Capítulo 3 “Localización de Planta”. Las dimensiones del terreno son de 178 m de largo x 181 m de ancho del cual solo se hará uso de 50 m de ancho por 58.63 m de largo.

El terreno de la firma Mc Cain, la cual tiene dos accesos. El primero, el principal, está destinado al ingreso del personal de oficinas y de planta, y desemboca a una playa de estacionamiento, y a los





Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

otros predios del interior. El segundo, es para la carga y descarga de los camiones de la producción principal de la planta, papas prefritas congeladas.

En nuestro caso, se deberá usar el acceso principal para el transporte y el personal.

Las calles internas del predio se encuentran pavimentadas y correctamente iluminadas.

La superficie cubierta está dividida por zonas: por un lado se encuentran las oficinas, y por otro el área de producción propiamente dicha.

La nave industrial está formada por los siguientes sectores: administración, plantas de proceso, depósitos, laboratorios, talleres de mantenimiento, vestuarios y baños. La distribución establecida permite el acceso directo desde la zona de producción hacia los baños y vestuarios a través de un pasillo interno, de manera que los empleados no circulen por fuera de las instalaciones, una vez que hayan ingresado a su lugar de trabajo.

La zona administrativa, por otro lado, está constituida por oficinas, una recepción, baños, cocina y comedor, ubicados de manera que puede accederse a los baños fácilmente desde cualquiera de los ambientes, pero, a su vez, éstos se encuentran separados de la zona de manipulación de alimentos por una distancia considerable.

A continuación en la Tabla 10.1, se detallan las dimensiones y la superficie estimada de la planta de producción de Maltodextrina, que será emplazada en el lote antes mencionado.

Tabla 10.1 – Dimensionamiento de Planta

Sector	Referencia	Dimensiones (m)	Superficie (m2)
Sala de acondicionamiento de materia prima	I	43,7 x 14,7	642,39
Sala de almacenamiento de ácido sulfúrico	II	5,0 x 5,5	27,5
Sala de producción	III	14,38 x 9,0	129,42
Sala de purificación	IV	3,0 x 13,7	41,1
Sala de acondicionamiento y concentración	V	11,33 x 13,7	155,22
Sala de almacenamiento y envasado	VI	4,15 x 11,4	47,31
Sala de almacenamiento de producto terminado	VII	12,68 x 11,4	144,55
Sala de calderas	VIII	3,0 x 5,0	15,0
Taller de mantenimiento	IX	5,0 x 6,0	30,0
Sala de control	X	10,0 x 6,0	60,0
Laboratorio	XI	10,0 x 5,0	50,0
Oficinas administrativas	XII	8,0 x 6,0	48,0
Cocina/comedor	XIII	7,7 x 5,85	45,04
Vestuarios	XIV	8,0 x 4,0	32,0
Baños	XV	5,0 x 4,0 + 4,55 x 4,0	38,2
Recepción	XVI	6,61 x 7,7	50,89
<b>Total de superficie para la planta</b>			<b>1556,62</b>

Fuente: Propia



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

En cuanto a la nueva construcción, las dimensiones de los distintos sectores de la planta se definen teniendo en cuenta diferentes aspectos de acuerdo a la zona en cuestión.

Para el sector de oficinas, el principal aspecto a tener en cuenta es la cantidad de personas que necesitan una oficina para desempeñarse dentro de la planta.

Los pasillos quedan definidos por el resto de los espacios.

Para la planta, las dimensiones quedan definidas por el tamaño y la distribución de los equipos.

El detalle de la ubicación de la planta y de los distintos sectores se muestra en la siguiente Figura 10.1

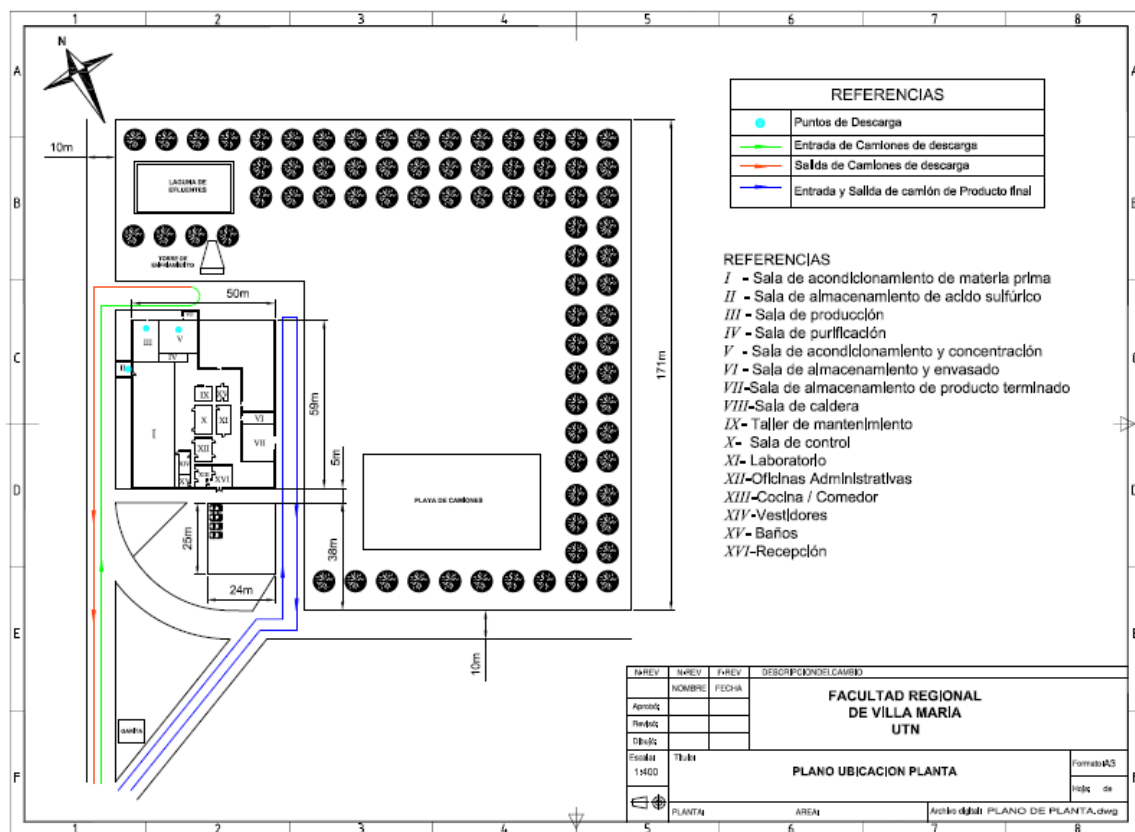


Figura 10.1 – Plano de planta productora de maltodextrina emplazada en el predio de planta Mc Cain

Fuente: Propia



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **11.4 Descripción detallada de los sectores de la planta**

#### **11.4.1 Estructura y características de los principales materiales empleados**

Los cimientos están formados con bases de columnas de 1 m de ancho x 1 m de alto x 1,4 m de profundidad, con una parrilla de hierro de diámetro de 12 mm cada 15 cm, formadas por 6 hierros de 10 mm con estribos de 8 mm cada 15 cm. Las dimensiones de las columnas son de 20 x 40 cm, con un encadenado inferior de 20 cm de ancho y 40 cm de profundidad con hierro de diámetro de 8 mm con estribos de 6 mm cada 15 cm. A la altura de 3 m una viga de encadenado superior de 20 cm de ancho y 30 cm de alto con 4 hierros de diámetros de 8 mm con estribos de 6 mm cada 20 cm; y un encadenado superior a los 6 m con 4 hierros de diámetro de 8 mm con estribos de 6 mm cada 20 cm, con vigas adicionales sobre los portones de ingreso.

La mampostería interior está construida con ladrillos block de cemento de 13 x 19 x 39 cm tipo Corblock o similar, asentados con morteros (1/4:1:4, cemento-cemento de albañilería-arena).

La mampostería exterior está constituida con ladrillos block de cemento tipo Corblock o similar cuyas dimensiones son de 19 x 19 x 39 cm, asentados con morteros (1/4:1:4, cemento-cemento de albañilería-arena).

Los revoques interiores a la cal, grueso y fino están constituidos por 1/4:1:4, cemento-cal-arena.

Las chapas prepintadas conformadas (Figura 10.2) se obtienen a partir de un recubrimiento orgánico de poliésteres sobre un material base revestido. Estas chapas de color ofrecen excelentes propiedades como su gran resistencia a la corrosión y su buena flexibilidad. El revestimiento de pintura aplicado comprende un tratamiento anticorrosivo y una pintura de terminación. Por lo general sus dimensiones son de 13,5 m de largo, 1,1 de ancho y, 0,5 mm de espesor.



Figura 10.2 – Chapa prepintadas para techo.

Para sostener el techo de chapa prepintada, son necesarias estructuras metálicas como se observa en la Figura 10.3 que poseen una gran capacidad resistente por el empleo de acero que le confiere la posibilidad de lograr soluciones de gran envergadura como cubrir luces, cargas importantes,



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

etcétera. Para garantizar un techo satisfactorio deben colocarse los pares (vigas inclinadas) a una distancia corta.



Figura 10.3 – Estructuras metálicas con acero para techo.

Otro de los materiales empleados es el policarbonato, Figura 10.4, que presenta una alta resistencia a los impactos, excelente estabilidad dimensional, resistencia a las llamas y transparencia cristalina que permite el paso de la luz exterior. Se trata de un termoplástico amorfo que combina propiedades mecánicas, ópticas, eléctricas y térmicas.

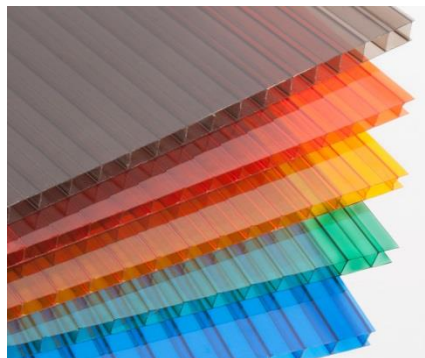


Figura 10.4 – Policarbonato.

El cerramiento lateral de la planta está construido de ladrillos block de cemento tipo Corblock o similar cuyas dimensiones son de 19 x 19 x 39 cm, asentados con morteros (1/4:1:4, cemento-cemento de albañilería-arena); con terminación interior con revoque grueso, fino y pintura epoxi hasta una altura de 7 m y a partir de este nivel se continúa la construcción con chapa prepintada y policarbonato cristal que permite una transmisión solar del 82%.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**



Figura 10.5 – Ladrillos block para pared.

### **11.4.2 Sala de acondicionamiento de materia prima, producción, purificación y acondicionamiento y concentración**

En esta sala se encuentran ubicadas de manera estratégica todas las maquinarias necesarias para llevar a cabo la producción. Respetando los espacios que permiten la fácil limpieza de los equipos e instalaciones, facilitando la circulación del personal y disminuyendo la probabilidad de accidentes de trabajo.

El área de producción cuenta con un portón para el ingreso de insumos.

Los pisos son de hormigón alisado recubiertos de una capa de pintura epoxi resistente al tránsito y de fácil limpieza.

### **11.4.3 Sala de envasado**

En esta sala se envasa la maltodextrina en bolsas de 25 kg provenientes de los silos de almacenamiento, dicha área se encuentra comunicada directamente con sala de elaboración y en proximidades al laboratorio de análisis físico químico.

Los pisos son de hormigón alisado recubiertos de una capa de pintura epoxi resistente al tránsito y de fácil limpieza.

Las paredes de ladrillo block se encuentran revocadas y cubiertas por cerámicos que permite la fácil limpieza del sector.

### **11.4.4 Sala de almacenamiento de producto terminado**

El área de almacenamiento de producto terminado permite acumular lotes de diferentes batch. La sala cuenta con un portón que se comunica con el dock de carga para el ingreso de los camiones.

Los pisos son de hormigón alisado recubiertos de una capa de pintura epoxi resistente al tránsito y de fácil limpieza.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

#### **11.4.5 Sala de almacenamiento de ácido sulfúrico**

El tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico se encuentra en una sala separada del área de proceso mediante una puerta, dicha separación se debe a protección de maquinarias y personal involucrado en la elaboración del producto final.

Los pisos son de hormigón recubiertos de una capa epoxi resistente a productos ácidos.

#### **11.4.6 Sala de calderas**

La sala de calderas se encuentra separada del área de proceso debido a las altas temperaturas, contiene salida directamente al exterior.

El piso es de hormigón alisado y las paredes de ladrillo block.

#### **11.4.7 Oficinas de administración, sala de control, laboratorio, taller de mantenimiento, recepción, cocina/comedor y vestuarios**

Las áreas están comunicadas directamente con el área de proceso mediante puertas paso hombre.

Los pisos son de hormigón recubiertos de cerámicos, las paredes se encuentran recubiertas de durlock pintadas con látex lavable.

Cada área posee los elementos necesarios para desarrollar las actividades.

#### **11.4.8 Baños**

Los baños se encuentran comunicados directamente con las áreas de proceso. Los pisos son de hormigón y las paredes de block recubiertos por cerámicos pulidos facilitando la limpieza.

#### **11.5 Layout de equipos de proceso**

En la distribución de equipos de la planta se tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

Flujo de materias primas, productos y personal: El mismo debe evitar posibles focos de contaminación cruzada, ser económico y práctico, maximizando los tiempos de traslados de los mismos desde lugar de almacenamiento hasta disposición final de los mismos.

Flujo de aire: El flujo de aire dentro y alrededor de la zona considerada como la seda. Su objetivo es evitar el estancamiento del aire en un lugar que puede conducir a la acumulación de productos químicos nocivos que puedan poner en peligro la seguridad.

Luz: Cada uno de los sectores de la planta debe tener el nivel de iluminación óptima establecida de acuerdo a las características del espacio, el tipo de lámpara, las actividades que se desarrollan, entre otras.



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Diseño de área de procesos: El diseño de los espacios de producción debe permite reducir el costo de las operaciones y garantizar la seguridad de la producción, el mismo debe garantizar:

1. La fluidez del proceso de producción.
2. El uso eficaz del espacio.
3. El menor costo de manejo de materiales, lo que resulta en menores inversiones de capital.
4. Satisfacción de los empleados en el trabajo.

El layout o disposición de los equipos involucrados en el proceso de producción se pueden observaren la Figura 10.6.

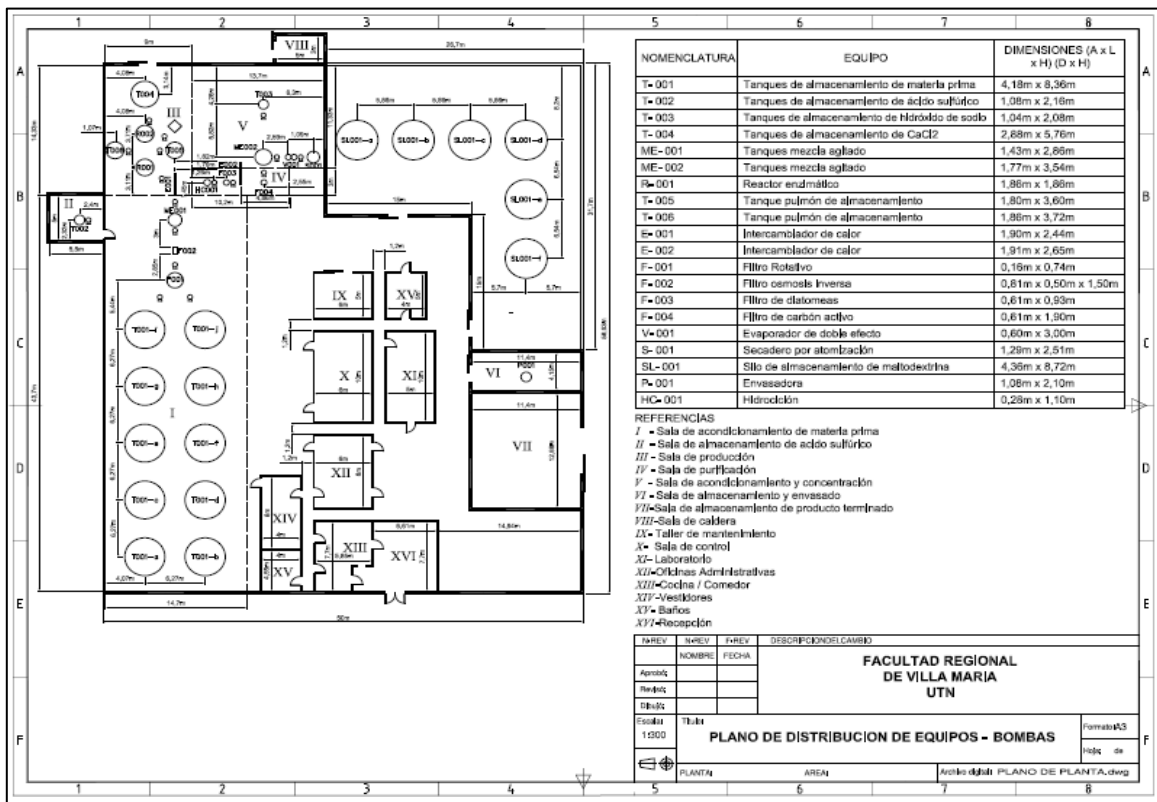
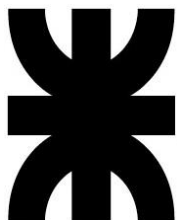


Figura 10.6 – Ladrillos block para pared.

Fuente: Propia

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA**

**Año 2018**

**Proyecto Final: Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

***CAPÍTULO 11:***

***Servicios Auxiliares***

**COCHI, Florencia**

**MOITRE, Malena**

**MUZZIO, Mariana Elizabeth**





## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 12. Servicios Auxiliares

#### 12.1 Introducción

Toda actividad en una planta productiva requiere determinados servicios auxiliares, sin los cuales no sería posible el funcionamiento de muchos de los equipos involucrados en el proceso. En el presente capítulo se detalla el consumo de los servicios utilizados, como son vapor de agua, agua, electricidad, etcétera, en el proceso de producción de clorhidrato de glucosamina.

Además, se debe tener en cuenta que al estar anexada a la planta productora de ácido cítrico, se disponen de todos los servicios auxiliares antes mencionados, por lo que se evalúa si es necesario agregar algún equipo adicional.

#### 12.2 Suministro de vapor de agua

El vapor de agua es generado mediante calderas para este fin, utilizando gas natural provisto por las empresas Camuzzi Gas Pampeana y ExtraGas.

El vapor producido se emplea como fluido calefactor en la camisa de calefacción de los Reactores R-001 y R-002 en los cuales se lleva a cabo la reacción enzimática de conversión de almidón a maltodextrina.

Tomando como referencia los datos del Capítulo 6 “Balance de Materia y Energía” y Capítulo 7 “Diseño de Equipos” se procede al cálculo de la masa de vapor necesaria, el caudal de agua consumido y el calor suministrado al agua para establecer las condiciones de trabajo de la caldera y posteriormente adoptar el modelo que mejor se adapte a las características requeridas.

Las corrientes ingresan al reactor a una temperatura de 55°C que luego aumenta hasta 95°C. El vapor se introduce a una presión de 8 bar y una temperatura de 170,41°C.

- Se calcula la masa de vapor necesaria mediante la siguiente ecuación:

$$m_v \cdot \lambda_w = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1)$$

$$mv = (4810,12 \text{ kg/h} \cdot 14,212 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot (95-55)^\circ\text{C}) / 2091,6 \text{ kJ/kg}$$

$$mv = 1307,35 \text{ kg/h}$$

- Se obtiene, según la masa de vapor requerida, el calor que deberá aportar la caldera de vapor mediante el siguiente balance:



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

$$q = m_v \cdot C_p \cdot \Delta T + m_v \cdot \lambda$$

$$q = 751741,87 \text{ Kcal}$$

El primer término hace referencia al calor necesario para calentar el agua de alimentación a la caldera desde su temperatura inicial (un dato usual es de 25°C) hasta la temperatura de 170,41°C. El segundo término representa el calor necesario para que se produzca el cambio de fase de líquido saturado a vapor saturado.

En la siguiente Tabla 11.1, se resumen los datos necesarios para el sistema Reactor 001/2 y Caldera.

Tabla 11.1 – Datos del sistema de operación para la caldera.

Propiedad	Valor	Unidad
Temperatura Ingreso Masa de Reacción T1	55	°C
Temperatura Final Masa de Reacción T2	95	°C
Temperatura Inicial del Agua; t1	25	°C
Temperatura Final del Agua; t2	170,41	°C
Presión absoluta del vapor; Pv	8	bar
Calor específico de la mezcla; Cp	3,4	cal/g °C
Calor específico del agua; Cpv	4,19	kJ/kg °C
Calor latente del Agua; λw	2091,6	kJ/kg
Tiempo del Acondicionamiento Térmico	30	minutos
Masa de Reacción por Reactor	4810,12	kg/h
Masa de Almidón en base Seca por Reactor	1454,44	kg/h
Masa de Vapor necesaria por Reactor	1307,38	kg/h
Calor Necesario por Reactor	751741,87	kcal
Calor Necesario Total	1503483,74	Kcal
Tiempo de inactivación enzima	40	Minutos

Fuente: Propia

La caldera seleccionada debe ser capaz de satisfacer las necesidades de la planta, por ello se escoge una de alta tecnología con 3 pasos de humos, mampara posterior húmeda y cartelas redondeadas. Algunos datos técnicos de la caldera de vapor empleada se recogen en la siguiente Tabla 11.2.

Tabla 11.2 – Datos del sistema de operación para la caldera.

Adopción Caldera CV-001	
Tipo	Caldera Piro-tubular HKR
Descripción	Caldera piro-tubular con 3 pasos de humo, con nivel de agua definido asegurando el paso de vapor saturado seco. Su volumen de agua posibilita respuestas inmediatas ante variaciones bruscas de la demanda. Equipada con: Dos bombas de agua centrifugas verticales de acero inoxidable, con cierre mecánico y bajo consumo eléctrico. Control de nivel por electrodos. Regulación de presión y temperatura mediante sonda Pt-100 y regulador electrónico



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

	con pantalla.
Marca	Mompema
Modelo	HKR- 3500
Producción máxima de vapor, kg/h	3500
Potencia Calorífica, kW	2800
Presión de servicio, bar	8
Dimensiones (largo/Ancho/Alto), mm	6300/2400/3550
Volumen de Agua nivel medio, m <sup>3</sup>	6,4
Volumen de Vapor, m <sup>3</sup>	3,3
Superficie de Calefacción, m <sup>2</sup>	110
Material de construcción	Acero al carbono AISI 333

Fuente: <http://www.mompema.com>

#### 12.3 Suministro de agua.

El suministro de agua en la compañía Mc Cain se realiza mediante pozos de abastecimiento propios, ya que la firma utiliza grandes cantidades de agua en la totalidad de sus procesos.

En el caso de la planta de Maltodextrina, el agua se almacena en un tanque de 20 m<sup>3</sup>, capacidad que se corresponde con el suministro suficiente para varias horas de operación utilizadas para el abastecimiento de la Caldera de Vapor, limpieza de equipos y uso en instalaciones sanitarias.

Se estima un consumo de agua de 200 kg/h de agua para la limpieza de los equipos, y unos 200 kg/h para uso sanitario, entre otros.

El volumen de agua de uso general se estima en función del número de empleados mientras que el destinado al lavado de los equipos, se determina suponiendo que la cantidad de agua necesaria para el lavado efectivo de un equipo es igual a su volumen.

Es por ello que se concluye, que la empresa presenta un gran abastecimiento de este recurso, y como las cantidades requeridas por el proceso no son significativas, se puede proveer la cantidad de agua necesaria para el uso de la misma en los equipos que se necesiten, y también para todo el sistema de limpieza de la planta.

En el proceso se utiliza Agua de Enfriamiento en el Intercambiador de Calor E-002, la misma es suministrada por la corriente de agua de residuo que genera el Filtro de Osmosis Inversa ya que las temperaturas necesarias para el proceso son las correspondientes y el caudal generado por el F-002 es de 7453,37 kg/h de agua contra los 6501,11 kg/h de agua de enfriamiento requeridos por el E-002. De esta manera, logramos reducir el consumo de agua de pozo y reutilizar el agua de residuo que posteriormente se desecha.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **12.4 Tratamiento de efluentes**

El proceso de producción de Maltodextrina es un proceso relativamente limpio, en el que se generan corrientes acuosas de desecho, que contienen bajos porcentajes de impurezas (proteínas, grasas, sales, etc.), que se envía a la planta de tratamientos de residuos industriales que presenta la empresa Mc Cain, en el mismo predio donde están emplazadas todas las plantas de producción de la empresa.

Por otro lado, al igual que en todos los procesos de la industria Mc Cain, se generan efluentes que consisten en este caso, agua sin restos de sólidos ni sustancias orgánicas, y agua de lavado de los equipos, que consecuentemente son enviadas a la planta de tratamientos de efluentes.

### **12.5 Servicio de electricidad**

La distribución de energía eléctrica en Balcarce es provista por la empresa Edesur, Empresa Distribuidora Sur S.A.

El paso de la red del sistema interconectado nacional de 500 kW y la red provincial de energía eléctrica de 132 kW, determinan la confluencia de numerosas líneas de tensión, capaces de responder satisfactoriamente a los requerimientos de la empresa Mc Cain, tanto del consumo de la nave industrial como de la parte residencial de la ciudad de Balcarce.

La electricidad presta dos servicios bien definidos a la fábrica como lo son el alumbrado y la fuerza motriz de los equipos. Los sistemas de distribución para cada uno de los fines deben definirse correctamente y mantenerse por separado. Los circuitos de alumbrado son, por lo general, a 220 V, en corriente alterna monofásica; mientras que los circuitos de fuerza motriz son a 380 V, en corriente alterna trifásica.

#### **12.5.1 Elementos de la instalación eléctrica**

Para el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica son necesarios un conjunto de elementos que se detallan a continuación.

##### **12.5.1-1 Transformador**

Este es un dispositivo utilizado para convertir la energía eléctrica alterna bajada directamente de la línea de alta o media tensión a energía alterna en otro nivel de voltaje diferente, y menor acorde a los requerimientos del establecimiento. Funciona aprovechando el fenómeno de la inducción utilizando un complejo sistema de bobinados concéntricos principales y secundarios.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

La terminal es instalada es una subestación transformadora y alimentada mediante un cable subterráneo a una tensión de 132 kV proveniente de una celda de media tensión perteneciente a empresa proveedora del servicio.

#### **12.5.1-2 Tableros**

La ejecución y funcionamiento de cualquier tipo de instalación eléctrica es imposible de lograr sin la utilización de alguna clase de tablero. Constituyen uno de los componentes más importantes de las instalaciones eléctricas y por ende están siempre presentes en ellas, independientemente de su nivel de tensión, su tipo o tamaño.

Los tableros, o gabinetes eléctricos, están destinados a la medición, control, maniobra de la corriente y tensión involucradas en la planta así como también de la protección tanto de la maquinaria como de la infraestructura y personal.

Se utilizan dos tipos de tableros:

- *Tablero principal:* Recibe la alimentación de la energía eléctrica directamente desde la línea principal, alimentando las líneas seccionales y de los circuitos. Contiene instrumental de medición, interruptores diferenciales y termomagnéticos para la protección de las líneas y capacitores necesarios para la corrección del  $\cos \phi$ .
  
- *Tableros seccionales:* Siendo alimentados por las líneas seccionales, se colocan en los sitios necesarios con comandos para la parada, arranque y manejo de los diferentes equipos.

#### **12.5.1-3 Conductores eléctricos**

La energía eléctrica es conducida a través de líneas de transmisión y redes de distribución formadas por conductores eléctricos. Son materiales cuya resistencia al paso de la electricidad es muy baja. Los mejores conductores eléctricos son metales, como el cobre, el oro, el hierro y el aluminio.

Para el transporte de energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el mejor conductor es la plata, pero debido a su elevado precio, los materiales empleados habitualmente son el cobre (en forma de cables de uno o varios hilos), o el aluminio

Los conductores eléctricos constan de tres partes funcionales bien diferenciadas como se muestra en la Figura 11.1 y se describe a continuación.



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

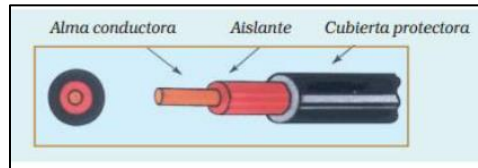


Figura 11.1 – Conductor eléctrico

Fuente: [www.lifeder.com](http://www.lifeder.com) – Conductores eléctricos.

➤ *El alma o elemento conductor:* Se fabrica en cobre y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica desde las centrales generadoras a los centros de distribución (subestaciones, redes y empalmes), para alimentar a los diferentes centros de consumo (industriales, grupos habitacionales, etc.).

➤ *El aislamiento:* El objetivo de la aislación en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas o con objetos, ya sean ductos, artefactos u otros elementos que forman parte de una instalación. Del mismo modo, la aislación debe evitar que conductores de distinto voltaje puedan hacer contacto entre sí.

Los diferentes tipos de aislación de los conductores están dados por su comportamiento técnico y mecánico, considerando el medio ambiente y las condiciones de canalización a que se verán sometidos los conductores que ellos protegen, resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamas, etc.

Entre los materiales usados para la aislación de conductores podemos mencionar el PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno PE, el caucho, la goma, el neopreno y el nylon.

➤ *Las cubiertas protectoras:* El objetivo fundamental de esta parte de un conductor es proteger la integridad de la aislación y del alma conductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc.

### 12.5.1-4 Tomacorrientes

Se denomina de esta forma a las piezas que tienen por función establecer una conexión segura entre la línea eléctrica y un enchufe de función complementaria que corresponderá a un elemento de trabajo. Generalmente se sitúan en la pared, de forma superficial o empotrada en la misma o también se los suele ver adaptados dentro de los tableros eléctricos en el caso de ser trifásicos.

En los sectores como la oficina y el laboratorio se colocan tomacorrientes monofásicos mientras que en la nave industrial se instalan de la variedad trifásica, correspondiendo a las mayores necesidades energéticas del sector.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **12.5.1-5 Elementos de protección**

Los circuitos eléctricos pueden tener fallas que provoquen daños letales al organismo. Es por ello que el circuito debe estar conectado a la tierra, con lo cual, ante una abertura del circuito la corriente es desviada al suelo, protegiendo a las personas que están en contacto con la instalación. En las instalaciones industriales las carcasas de los equipos eléctricos, los accionamientos de los aparatos, los armazones de estructura y las partes metálicas de los cables deben estar conectados a tierra.

### **12.5.1-6 Puesta a tierra**

Su objetivo principal es conducir a tierra (al suelo) todas las corrientes producidas por una falla de aislación que haya energizado las carcasas de los equipos eléctricos.

De esta forma se evita que en las carcasas metálicas de los equipos eléctricos aparezcan tensiones que resulten peligrosas para la vida humana (RIQUELME. 1996).

- ❖ Para la toma a tierra se pueden utilizar electrodos formados por:
- ❖ Barras o tubos
- ❖ Pletinas, conductores desnudos
- ❖ Placas
- ❖ Anillos o mallas metálicas
- ❖ Armaduras de hormigón enterradas

### **12.5.2 Requerimientos de energía eléctrica**

Tal como se mencionó anteriormente, la electricidad define su uso en dos servicios bien diferenciados a la fábrica como lo son el sistema de iluminación y la fuerza motriz de los equipos.

En este apartado se realizan los cálculos para la determinación de los requerimientos energéticos en ambas áreas.

#### **12.5.2-1 Fuerza motriz de los equipos**

En la Tabla 11.3 se detallan los diferentes motores utilizados en la planta, la potencia necesaria y el consumo total por año.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 11.3 – Fuerza motriz de equipos industriales.

Equipo	Potencia (kW)	Consumo eléctrico(kWh)	
		Diario	Anual
P-001	0,38	9	3150
P-002	0,38	9	3150
P-003	1,10	26	9240
P-004	0,25	6	2100
P-005	0,38	9	3150
P-006	0,25	6	2100
P-007	0,25	6	2100
P-008	1,10	26	9240
P-009	0,75	18	6300
P-010	0,38	9	3150
P-011	0,25	6	2100
P-012	0,25	6	2100
P-013	0,38	9	3150
P-014	0,25	6	2100
P-015	0,38	9	3150
P-016	1,10	26	9240
ME-001	4,00	96	33600
ME-002	4,00	96	33600
R-001	5,50	132	46200
R-002	5,50	132	46200
E-001	0,37	9	3108
E-002	0,37	9	3108
HC-001	1,34	32	11256
S-001	9,73	234	81732
V-001	50,00	1200	420000
EM-001	1,98	48	16632
CG-001	0,10	2	840
F-001	1,48	36	12432
F-002	4,00	96	33600
F-003	3,25	78	27300
F-004	1,10	26	9240
<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>2412</b>	<b>844368</b>

Fuente: Propia

#### 12.5.2-2 Sistema de iluminación

El propósito de la iluminación en la industria es brindar una visibilidad eficiente y cómoda que permite realizar el trabajo en forma adecuada y ayude a mantener un ambiente seguro.

Una buena iluminación permite disminuir accidentes de trabajos, protege la capacidad visual de los operarios y evita fatiga ocular.

Es importante para disminuir los errores, realizar correcta limpieza y mantenimiento de los distintos sectores y equipos.





*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Se debe realizar el cálculo de determinación de la luminaria para que la misma sea óptima, para ello se siguen los pasos descriptos a continuación:

*a. Nivel de iluminación requerido para cada ambiente.*

Para determinar el nivel de iluminación necesario para cada sector se tienen en cuenta las dimensiones de los mismos y el flujo luminoso necesario de acuerdo al trabajo que se realiza en él.

**Nivel de iluminación ( $\text{In}/\text{m}^2$ ) = flujo luminoso (lumen) / Área de la superficie iluminada.**

Los niveles mínimos de iluminación se rigen por la ley 19587 “Higiene y seguridad en el trabajo”, Decreto 4160, según el cual:

- ❖ Tareas que no exigen esfuerzo visual: 50 lux en tránsito por vestíbulos y pasillos, almacenajes, carga y descarga de elementos no peligrosos.
- ❖ Tareas que exigen poco esfuerzo visual: 100 lux para trabajos generales que se realizan en sala de calderas, depósitos de materiales, habitaciones de aseo, escaleras, etc.
- ❖ Tareas que exigen esfuerzo visual corriente: 200 lux para trabajos que requieren distinción moderada de detalles, grado normal de contraste y espacios de tiempo intermitentes, tales como trabajos en máquinas automáticas, mecánica automotriz, embalaje y expedición, salas de archivos y conferencias, etc.
- ❖ Tareas que exigen bastante esfuerzo visual: 400 lux para trabajos prolongados que requieren fina distinción de detalles, grado moderado de contraste y largos espacios de tiempo, tales como trabajos comunes de banco en taller y montajes, trabajos en maquinarias, inspección y montaje, trabajos de oficina, etc.
- ❖ Tareas que exigen gran esfuerzo visual: 700 lux para trabajos de precisión que requieren fina distinción de detalles, grado mediano de contraste y largos espacios de tiempo, tal como trabajos a gran velocidad, acabados finos, pintura extra fina, costuras en ropa oscura, mesas de dibujo, etc.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

❖ Tareas que exigen máximo esfuerzo visual: 1.500 lux para trabajos de precisión máxima que requieren finísima distinción de detalles, condiciones de contraste deficientes y largos espacios de tiempo.

#### b. Selección del tipo de lámpara.

Las lámparas empleadas se seleccionaron teniendo en cuenta características fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación, mantenimiento y de acuerdo a las características de las instalaciones (nivel de iluminación, dimensiones de las salas, actividades que se llevan a cabo, potencia de instalación, entre otras).

Del análisis de todos los factores mencionados, se opta por lámparas de vapor mercurio. El detalle de este tipo de lámparas se especifica por zona en la siguiente Tabla 11.4.

Tabla 11.4 – Tipos de Lámpara.

Sector	Tipo de Lámpara
<b>Zona Cubierta:</b> Nave Industrial que incluye desde el almacenamiento de materia prima hasta el almacén de productos terminados.	Tipo: Vapor de mercurio Modelo: HQL E-40-Orsan Potencia: 250 W Flujo luminoso: 13000 lm Consumo de energía: 275 kWh/1000 h
<b>Zona Cubierta:</b> Recepción, Comedor, Cocina, Oficinas, Salas de Control, Laboratorio, Baños y Vestidor.	Tubos fluorescente de 58 W, 4000 lm Tubo fluorescente de 58 W, 4000 lm
<b>Zona a la Intemperie:</b> Estacionamiento, Tanque de almacenamiento de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Sala de Caldera, Silos y calles aledañas a la nave.	Tipo: Vapor de mercurio Modelo: HQL E-40-Orsan Potencia: 400 W Flujo luminoso: 22000 lm Consumo de energía: 440 kWh/1000 h

Fuente: Propia

#### c. Número de Lámparas-Consumo energético

De acuerdo al nivel de iluminación deseado para cada área se calcula el número de lámparas necesarias empleando la siguiente ecuación.

$$N^{\circ} \text{ de lamparas} = \frac{ES}{F_m F_u L_l}$$

Dónde:

E: Nivel de iluminación requerido en el sector [lx]

S: Superficie del sector [m<sup>2</sup>].

F<sub>m</sub>: Factor de mantenimiento

F<sub>u</sub>: Factor de uso (de tablas)

L<sub>l</sub>: Flujo luminoso de la lámpara [lm].

Para poder realizar el cálculo es necesario determinar:

❖ **Dimensiones del local:** Los primeros datos de entrada son las dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0,85 m.

❖ **Altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido:** Para determinar la misma se realiza con la ecuación que se muestra en la Figura 11.2 de acuerdo a lo indicado en la tabla que la acompaña.



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

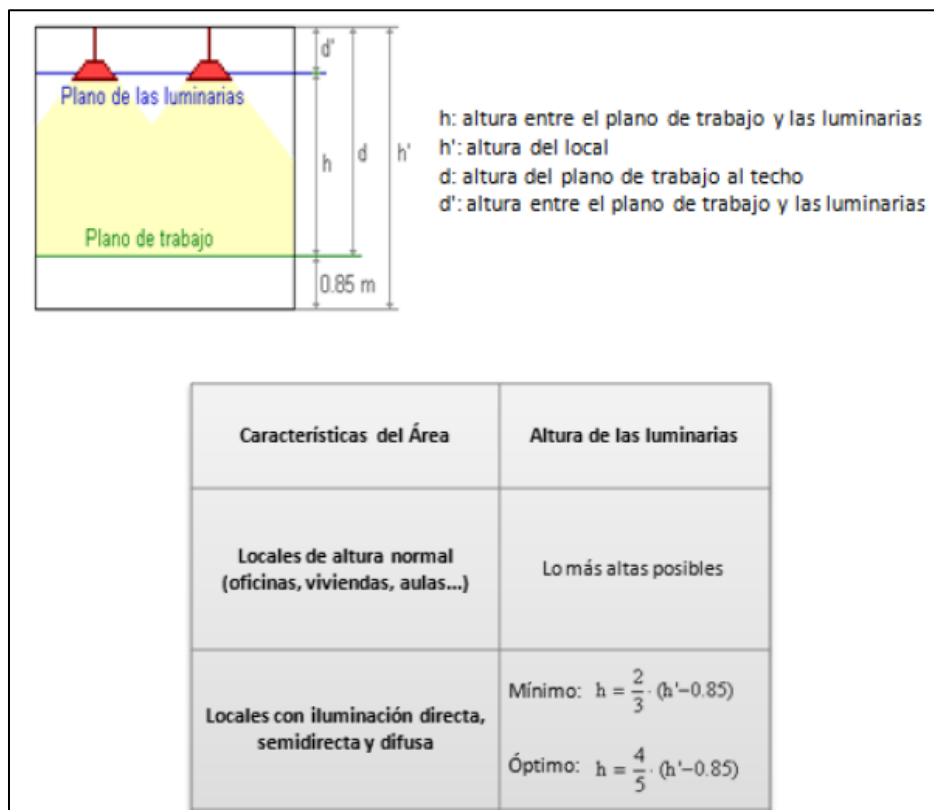


Figura 11.2 – Altura de suspensión de luminarias.

Fuente: [www.ingenieriaindustrial.com](http://www.ingenieriaindustrial.com)

❖ **Factor de mantenimiento (Fm):** Denominado también factor de conservación es un coeficiente que depende del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local, que provoca una disminución del flujo luminoso.

En los alumbrados interiores que permiten una polución del ambiente reducida se recomienda utilizar un factor de mantenimiento del 90% para luminaria cerrada y 80 % para abierta. En los alumbrados exteriores se utiliza un factor de 60% cuando la polución es importante, 70% cuando es intermedia y 80% si es reducida.

❖ **Calcular el índice del local (k):** Éste índice se calcula a partir de la geometría del local (descriptas en la Figura 10.3 y 10.4), el mismo nos brinda el rendimiento de las luminarias ubicadas en el sector. La ecuación utilizada se especifica en la Figura 10.5.



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$

Figura 11.3 – Índice del Local.  
Fuente: www.ingenieriaindustrial.com

- ❖ **Coefficientes de reflexión de techo y paredes:** De acuerdo a la clasificación de la Figura 10.6, se adopta un factor de reflexión de 0,5 para el techo y 0,3 para las paredes.

	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1

Figura 11.4 – Factor de Reflexión.  
Fuente: www.ingenieriaindustrial.com

- ❖ **Factor de utilización  $F_u$ :** De acuerdo al tipo de lámpara empleado, los factores de reflexión y el índice del local ( $k$ ), se determina el factor de ubicación empleando la Tabla de la Figura 10.7.



**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización ( $\eta$ )												
		Factor de reflexión del techo												
		0.8			0.7			0.5			0.3			0
		Factor de reflexión de las paredes												
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0	
  100 %	0.6	.66	.62	.60	.66	.62	.60	.65	.62	.59	.62	.59	.58	
	0.8	.75	.71	.68	.75	.71	.68	.74	.71	.68	.70	.68	.67	
	1.0	.80	.76	.73	.80	.76	.73	.79	.76	.73	.76	.73	.72	
	1.25	.85	.81	.80	.85	.81	.80	.84	.81	.78	.80	.78	.77	
	1.5	.88	.86	.82	.88	.85	.82	.88	.84	.82	.84	.82	.81	
	2.0	.94	.90	.88	.93	.90	.88	.92	.89	.87	.88	.87	.85	
	2.5	.96	.93	.92	.96	.93	.91	.94	.92	.90	.91	.89	.88	
	3.0	.99	.95	.94	.98	.95	.93	.96	.94	.92	.93	.91	.89	
	$D_{max} = 0.7 H_m$	4.0	1.01	.99	.96	1.00	.98	.96	.98	.97	.95	.95	.94	.92
	$f_m$ .70 .75 .80	5.0	1.02	1.01	.99	1.01	1.00	.98	1.00	.98	.97	.97	.96	.94

$H_m$ : altura luminaria-plano de trabajo

Figura 11.5 – Factor de utilización.  
Fuente: (Industrial, 2004)

La siguiente Tabla 11.5 muestra los resultados del cálculo del número de lámparas necesarias por sector.

Tabla 11.5 – Cálculo del Número de Lámparas.

Sector	E (lx)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Fu	Fm	L (lámpara)	N° Lámparas
Área de acondicionamiento de MP	200	642,39	0,6	0,8	13000	21
Área de Producción	200	136,1	0,6	0,8	13000	4
Área de Purificación	200	36	0,6	0,8	13000	1
Área de Acondicionamiento y Concentración	200	159,33	0,6	0,8	13000	5
Área de Envasado	400	50	0,92	0,8	13000	2
Área de Almacenamiento de Producto Final	200	180	0,6	0,8	13000	6
Taller de Mantenimiento	400	30	0,92	0,9	4000	4
Recepción, Oficina, Comedor, Baños y Vestuario	400	193,5	0,92	0,9	4000	23
Laboratorio	400	50	0,92	0,9	4000	6
Sala de Controles	400	60	0,92	0,9	4000	7
Área de Almacenamiento de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	100	27,5	0,6	0,7	22000	1
Área de Silos	100	576,33	0,6	0,7	22000	6
Sala de Calderas	100	15	0,6	0,7	22000	1
TOTAL de LAMPARAS DE 13000 Lm						39
TOTAL de LAMPARAS DE 22000 Lm						8
TOTAL de LAMPARAS DE 4000 Lm						40

Fuente: Propia



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

#### d. Consumo energético de las luminarias.

En la Tabla 11.6, se detalla el consumo energético correspondiente a las luminarias. Para el cálculo se tiene en cuenta las horas de funcionamiento de cada una de ellas.

Tabla 11.6 – Consumo energético de luminarias.

Sector	N° Lámparas	Funcionamiento (h/mes)	Potencia (kW)	Consumo (kW/año)
Área de acondicionamiento de MP	21	360	0,25	1080
Área de Producción	4	360	0,25	1080
Área de Purificación	1	360	0,25	1080
Área de Acondicionamiento y Concentración	5	360	0,25	1080
Área de Envasado	2	240	0,25	720
Área de Almacenamiento de Producto Final	6	240	0,25	720
Taller de Mantenimiento	4	120	0,058	83,52
Recepción, Oficina, Comedor, Baños y Vestuario	23	230	0,058	160,08
Laboratorio	6	240	0,058	167,04
Sala de Controles	7	360	0,058	250,56
Área de Almacenamiento de H2SO4	1	35	0,4	168
Área de Silos	6	200	0,4	960
Sala de Calderas	1	200	0,4	960
<b>CONSUMO TOTAL MENSUAL</b>				<b>8509,2</b>

Fuente: Propia

El consumo eléctrico anual de la Planta productora de Maltodextrina se resume en la siguiente Tabla 11.7.

Tabla 11.7 – Consumo energético de luminarias.

Parámetro	Consumo Anual (KW)
Fuerza Motriz	844368
Luminarias	8509,2
<b>CONSUMO TOTAL ANUAL</b>	<b>852877,2</b>

Fuente: Propia

## 12.6 Servicio de Gas Natural

Este servicio lo proveen las empresas Camuzzi Gas Pampeana y ExtraGas. El predio cuenta con las instalaciones correspondientes, solo se realiza el tendido de cañerías para este tipo de fluido en la nave del presente proyecto.

La cantidad consumida de gas es de 112,7 m<sup>3</sup> por tonelada de maltodextrina producida.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **12.7 Bibliografía**

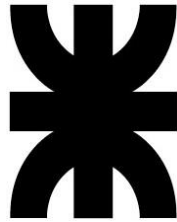
Industrial, I., 2004. *Ingeniería Industrial*. [En línea]

Available at: [www.ingenieríaindustrial.com](http://www.ingenieríaindustrial.com)

[Último acceso: 2018].



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA**

**Año 2018**

**Proyecto Final: Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

***CAPÍTULO 12:***

***Estudio Económico Financiero***

**COCHI, Florencia**

**MOITRE, Malena**

**MUZZIO, Mariana Elizabeth**



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 13. Estudio Económico - Financiero

#### 13.1 Introducción

La evaluación económica financiera es un método de análisis que permite conocer la viabilidad concreta de un proyecto a lo largo de un período determinado y su rentabilidad real en el mediano y largo plazo.

El estudio técnico realizado en los capítulos anteriores permitió determinar la viabilidad técnica del proyecto a realizar; el estudio de mercado definió que existe un mercado potencial insatisfecho, la demanda proyectada a través del tiempo, la disponibilidad de materia prima, los precios y el sistema de comercialización adecuado; esta información se tomó en consideración al seleccionar el proceso productivo del cual derivó las necesidades de equipos y maquinarias, lo que demostró que tecnológicamente no existe impedimento para llevar a cabo el proyecto.

En el presente capítulo se realiza el análisis económico financiero, el mismo comprende el estudio y evaluación de costos e inversiones necesarias para llevar a cabo el proyecto de elaboración de maltodextrina a partir de almidón de papa.

Todos los montos de dinero están expresados en pesos argentinos, utilizando una relación respecto al dólar de \$36,00.

El análisis se realiza empleando la demanda proyectada para el primer año de producción, considerando que la misma se mantiene constante durante todo el periodo de inversión, de esta manera se analiza la rentabilidad en el caso más desfavorable, es decir, produciendo a la capacidad mínima de la planta.

#### 13.2 Capacidad instalada

La planta de producción de maltodextrina está diseñada para trabajar el primer año con un 82% de su capacidad total, aumentando la misma a medida que pasan los años y llegando a una capacidad de 100% el décimo año.

En la Tabla 12-1 se detalla la capacidad de producción de la planta en los 10 años considerados.

Tabla 12.1 – Capacidad productiva por año

Período	Demanda (t)dextrinas	Demanda(t) maltodextrina
2016	61887,5	11449,2
2017	63400,0	11729,0
2018	64912,5	12008,8
2019	66425,0	12288,6
2020	67937,5	12568,4
2021	69450,0	12848,3
2022	70962,5	13128,1
2023	72475,0	13407,9



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

2024	73987,5	13687,7
2025	75500,0	13967,5

Fuente: Propia

### 13.3 Inversión total

La inversión total es la repartición necesaria de dinero para la puesta en marcha del proyecto la cual comprende la adquisición de activos fijos y activos intangibles, y por el capital de trabajo.

Activos fijos: Inversiones que se realizan en los bienes tangibles propios del proceso y los de apoyo a estos. Estos activos están sujetos a depreciación, que representa la pérdida de valor contable a través de los años.

Activos intangibles: Inversiones necesarias para la puesta en marcha del proyecto. Estos activos están sujetos a amortizaciones, equivalentes a la depreciación de los activos fijos.

Capital de Trabajo: Capital adicional con el cual se debe contar para que comience a funcionar la empresa, es decir, para financiar la primera producción antes de recibir ingresos.

Aunque el capital de trabajo también es una inversión inicial, la principal diferencia respecto a las inversiones en activos fijos e intangibles es que no puede recuperarse mediante depreciaciones o amortizaciones.

En la Figura 12-1 se representa la descripción de los tres puntos mencionados anteriormente detallando las categorías que componen cada uno. En las secciones posteriores se desarrollan cada uno de estos costos.



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

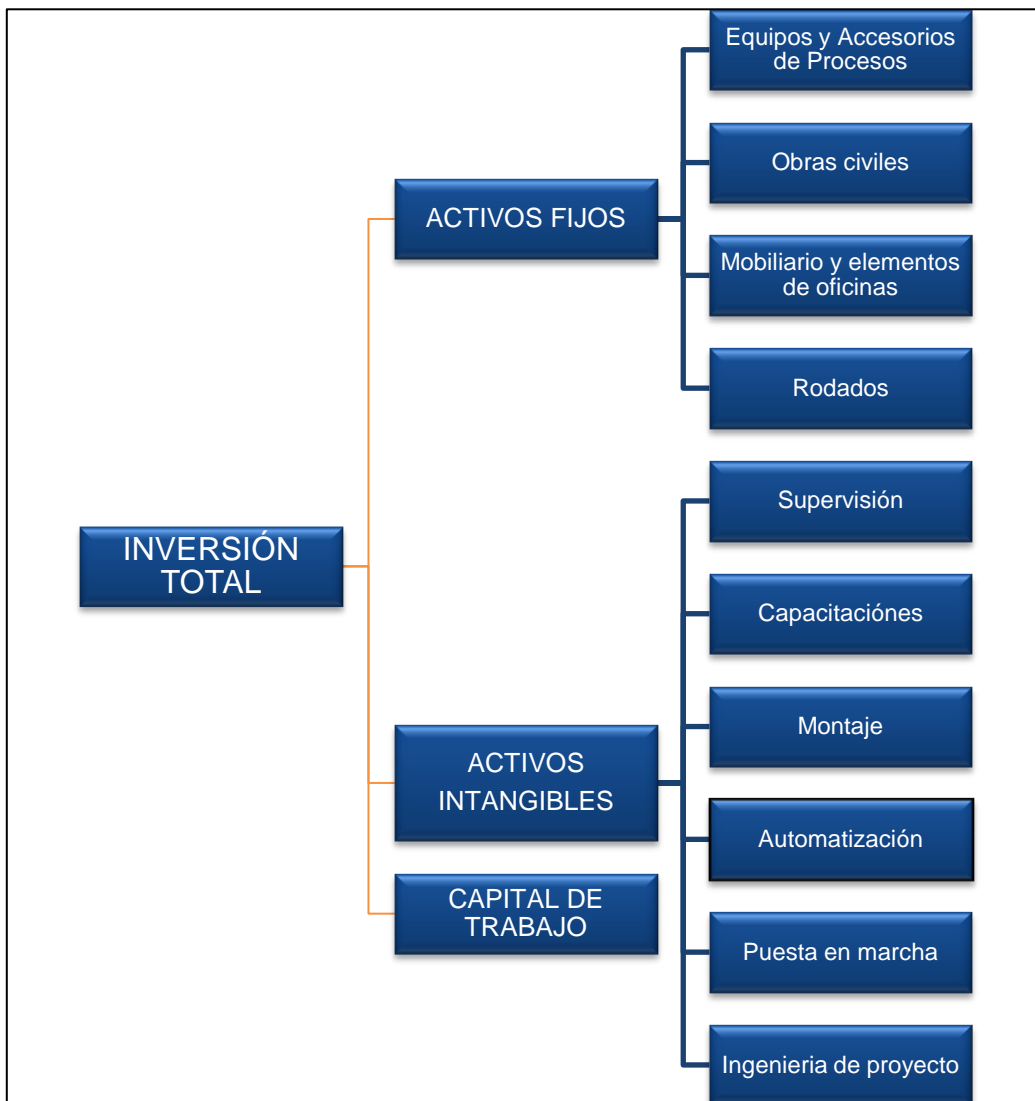


Figura 12.1 – Componentes de la Inversión Total

Fuente: Propia

#### 13.3.1 Activos fijos

Inversiones que se realizan en los bienes tangibles propios del proceso y los de apoyo a estos. Entre ellos obras civiles, equipos y accesorios de proceso, rodados, mobiliario y elementos de oficina.

Para la determinación de los costos de estos activos se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

- ✓ La cotización del dólar al día 20/11/2018 del Banco de la Nación Argentina fue de \$ 36,00.
- ✓ Ley de IVA (Ley Nacional 23.349), los artículos producidos en nuestro país perciben el 21 % de impuesto al valor agregado, mientras que los de producción extranjera tienen una reducción del 10,5 %.
- ✓ En la estimación del costo de flete, se supone un valor del 1,5 %

#### 13.3.1-1 Obras civiles

Se detallan todas aquellas cuestiones inherentes a la infraestructura de la planta y sus dependencias.

El precio del terreno ubicado en el parque industrial de Balcarce, Provincia de Buenos Aires, se determina de acuerdo a información aportada por la inmobiliaria Arpini. El precio estimado para los lotes de locaciones industriales es de 120 U\$D/m<sup>2</sup>, cuyas dimensiones son 178 metros de largo y 181 metros de ancho.

En la siguiente Tabla 12.2, se resumen los costos de obra civiles.

Tabla 12.2 - Costos obras civiles

Rubro	Superficie (m <sup>2</sup> )	Precio (\$/m <sup>2</sup> )	Costo (\$)	I.V.A. (21%)
Terreno	2.931,50	4.320,00	12.664.080,00	2.659.456,80
Área de Acondicionamiento de Materia Prima	981,20	9.108,00	8.936.769,60	1.876.721,62
Área Almacenamiento H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	27,50		250.470,00	52.598,70
Área de Producción	136,10		1.239.598,80	260.315,75
Área de Purificación	36,00		327.888,00	68.856,48
Área de Acondicionamiento y Concentración	159,33		1.451.177,64	304.747,30
Área de Almacenamiento y Envasado	50,00		455.400,00	95.634,00
Área Almacenamiento Prod. Final	180,00		1.639.440,00	344.282,40
Taller de mantenimiento	30,00		273.240,00	57.380,40
Recepción, Oficina, Comedor, Baños y Vestuarios	193,50		32.760,00	6.339.060,00
Laboratorio	50,00	1.440,00	72.000,00	15.120,00
Sala de Caldera	15,00	0,00	136.620,00	28.690,20
Sala de Control	60,00	0,00	546.480,00	114.760,80
<b>Total</b>			<b>34.332.224,04</b>	<b>7.209.767,05</b>

Fuente: Propia

#### 13.3.1-2 Equipos y accesorios de proceso

Comprende todos los equipos, dispositivos, accesorios y demás, necesarios para la producción de maltodextrina.

Los precios de los equipos se obtienen mediante consulta directa a fabricantes y distribuidores en el país.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Los costos de flete, seguro y otros gastos se suponen del 1.5 % sobre el costo total de los equipos, mientras que la alícuota de IVA es de 10,5 % por tratarse de bienes de capital.

Tabla 12.3 - Costos Equipos y accesorios de proceso.

Denominación técnica	Nº Unid.	Precio unitario (\$)	Costo total (\$)	Flete (\$)	I.V.A. (10,5%)
Tanque Almacenamiento Materia Prima T-001(a-j)	10	614.117,65	6.141.176,47	92.117,65	644.823,53
Tanque Almacenamiento H2SO4 T-002	1	121.129,41	121.129,41	1.816,94	12.718,59
Tanque Almacenamiento NaOH T-003	1	121.129,41	121.129,41	1.816,94	12.718,59
Tanque Almacenamiento CaCl <sub>2</sub> T-004	1	443.011,76	443.011,76	6.645,18	46.516,24
Silo Almacenamiento Maltodextrina SL-001	6	211.764,71	1.270.588,24	19.058,82	133.411,76
Tanque Mezcla Agitado ME-001	1	396.847,06	396.847,06	5.952,71	41.668,94
Tanque Mezcla Agitado ME-002	1	396.847,06	396.847,06	5.952,71	41.668,94
Reactor Síntesis Maltodextrina R-001/002	2	690.352,94	1.380.705,88	20.710,59	144.974,12
Tanque Pulmón Almacenamiento T-005	1	290.541,18	290.541,18	4.358,12	30.506,82
Tanque Pulmón Almacenamiento T-006	1	290.541,18	290.541,18	4.358,12	30.506,82
Intercambiador de Calor E-001	1	156.951,53	156.951,53	2.354,27	16.479,91
Intercambiador de Calor E-002	1	156.951,53	156.951,53	2.354,27	16.479,91
Hidrociclón HC-001	1	543.176,47	543.176,47	8.147,65	57.033,53
Secadero por Atomización S-001	1	4.021.411,76	4.021.411,76	60.321,18	422.248,24
Evaporador Doble Efecto V-001	1	1.128.320,47	1.128.320,47	16.924,81	118.473,65
Filtro Rotativo F-001	1	571.764,71	571.764,71	8.576,47	60.035,29
Filtro Osmosis Inversa F-002	1	832.701,18	832.701,18	12.490,52	87.433,62
Filtro Diatomeas F-003	1	261.415,06	261.415,06	3.921,23	27.448,58
Filtro Carbón Activo F-004	1	246.375,53	246.375,53	3.695,63	25.869,43
Quemador Secadero	1	248.400,00	248.400,00	3.726,00	26.082,00
Envasadora	1	272.541,18	272.541,18	4.088,12	28.616,82
Detector de Metal CASSEL	1	390.832,94	390.832,94	5.862,49	41.037,46
Cangilón	1	548.470,59	548.470,59	8.227,06	57.589,41
Cintas de Transporte	6	26.470,59	158.823,53	2.382,35	16.676,47
Tanque de almacenamiento de agua de usos generales 10 m <sup>3</sup>	1	273.176,47	273.176,47	4.097,65	28.683,53
Tanque de almacenam. de agua de proceso 20 m <sup>3</sup>	1	1.080.000,00	1.080.000,00	16.200,00	113.400,00
Ablandador de agua Twin	1	117.105,88	117.105,88	1.756,59	12.296,12
Bomba Centrífuga SACI Pumps K5-M	1	45.614,12	45.614,12	684,21	4.789,48
Bomba Centrífuga SACI Pumps K5-T	2	46.058,82	92.117,65	1.381,76	9.672,35
Bomba Centrífuga SACI Pumps NKM G-32	1	48.705,88	48.705,88	730,59	5.114,12
Bomba Centrífuga SACI Pumps CB-100 T	1	47.647,06	47.647,06	714,71	5.002,94
Bomba Centrífuga Savino Barbera OMA-30	1	49.711,76	49.711,76	745,68	5.219,74
Bomba Centrífuga Savino Barbera PA-20	3	46.376,47	139.129,41	2.086,94	14.608,59
Bomba Centrífuga Savino Barbera OMA-20	2	47.964,71	95.929,41	1.438,94	10.072,59
Bomba Centrífuga AGP CMX-32/125A	2	44.470,59	88.941,18	1.334,12	9.338,82
Bomba Centrífuga AGP CMX4-32/125B	1	44.131,76	44.131,76	661,98	4.633,84
Bomba Centrífuga AGP CMX4-32/160A	2	45.825,88	91.651,76	1.374,78	9.623,44
Bomba dosificadora ARES DX-9 Simple	2	50.823,53	101.647,06	1.524,71	10.672,94
Bomba dosificadora ARES DX-7 Simple	1	50.188,24	50.188,24	752,82	5.269,76
Cañería 1" y accesorios	30	1.101,18	33.035,29	495,53	3.468,71
Cañería 1" 1/2 y accesorios	18	1.545,88	27.825,88	417,39	2.921,72
Cañería 1 y 1/4 y accesorios	15	1.213,41	18.201,18	273,02	1.911,12
Cañería 2" y accesorios	10	2.096,47	20.964,71	314,47	2.201,29



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Cañería 3" y accesorios	5	2.689,41	13.447,06	201,71	1.411,94
Cañería 4" y accesorios	2	4.531,76	9.063,53	135,95	951,67
Cañería 6" y accesorios	2	4.764,71	9.529,41	142,94	1.000,59
Material de vidrio	1	1.058.823,53	1.058.823,53	15.882,35	111.176,47
<b>Total</b>			<b>23.947.242,35</b>	<b>359.208,64</b>	<b>10.672,94</b>

Fuente: Propia

#### 13.3.1-3 Rodados

Los rodados necesarios para poder realizar actividades dentro y fuera de la planta de producción como carga de producto terminado, descarga de insumos, traslado de mercadería, etc. Para ello se adquieren 2 auto-elevadores y dos mulas hidráulicas capaces de elevar cargas de hasta 1500 kg. En la siguiente Tabla 12.4 se detallan los costos de los mismos.

Tabla 12.4 - Costos Rodados

Artículo	Nº Unid.	Precio unitario (\$)	Costo total (\$)	Flete (\$)	I.V.A. (21 %)
Auto elevadores 2500 kg	1	412.941,18	825.882,35	12.388,24	173.435,29
Mula Hidráulica	1	190.588,24	381.176,47	5.717,65	80.047,06
<b>Total</b>			<b>1.207.058,82</b>	<b>18.105,88</b>	<b>253.482,35</b>

Fuente: Propia

#### 13.3.1-4 Mobiliario y elementos de oficina

Son todos aquellos elementos que sin estar vinculados de forma directa con el proceso, son indispensables para el desarrollo del mismo, como lo son las oficinas, cocinas, vestuarios, etc. En la Tabla 12.5 se detallan los valores de este rubro.

Tabla 12.5 - Costos Moviliarios y elementos de Oficina.

Artículo	Nº Unid.	Precio unitario (\$)	Costo total (\$)	Flete (\$)	I.V.A. (21 %)
Computadoras de mesa	15	15.882,35	238.235,29	3.573,53	50.029,41
Notebook	2	20.329,41	40.658,82	609,88	8.538,35
Aire acondicionado	7	18.000,00	126.000,00	1.890,00	26.460,00
Calefactor	7	7.411,76	51.882,35	778,24	10.895,29
Escritorios	15	2.541,18	38.117,65	571,76	8.004,71
Escritorio recepción	1	10.588,24	10.588,24	158,82	2.223,53
Mesa sala de conferencia	1	9.317,65	9.317,65	139,76	1.956,71
Mesa comedor	1	6.776,47	6.776,47	101,65	1.423,06
Sillas	30	1.588,24	47.647,06	714,71	10.005,88
Armario	15	5.611,76	84.176,47	1.262,65	17.677,06
Heladera	1	31.764,71	31.764,71	476,47	6.670,59
Cocina	1	33.882,35	33.882,35	508,24	7.115,29
Microondas	1	10.588,24	10.588,24	158,82	2.223,53
Televisor	1	31.764,71	31.764,71	476,47	6.670,59



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Proyector	1	31.764,71	31.764,71	476,47	6.670,59
<b>Total</b>			<b>793.164,71</b>	<b>11.897,47</b>	<b>166.564,59</b>

Fuente: Propia

#### 13.3.1-5 Resumen activos fijos

En la Tabla 12.6 se resumen los activos fijos detallados anteriormente. En la figura 12.2 se representa mediante un gráfico circular la composición de los activos fijos indicando los porcentajes cada categoría respecto del total de los mismos.

Tabla 12.6 – Resumen Activos Fijos

Activo Fijo	Costo (\$)	Porcentaje
Terreno e inmueble	12.664.080,00	20,87%
Obras civiles y construcción	21.668.144,04	35,72%
Maquinaria y equipos	23.947.242,35	39,47%
Flete	389.211,99	0,64%
Rodados	1.207.058,82	1,99%
Muebles y útiles	793.164,71	1,31%
<b>Total</b>	<b>60.668.901,91</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Propia

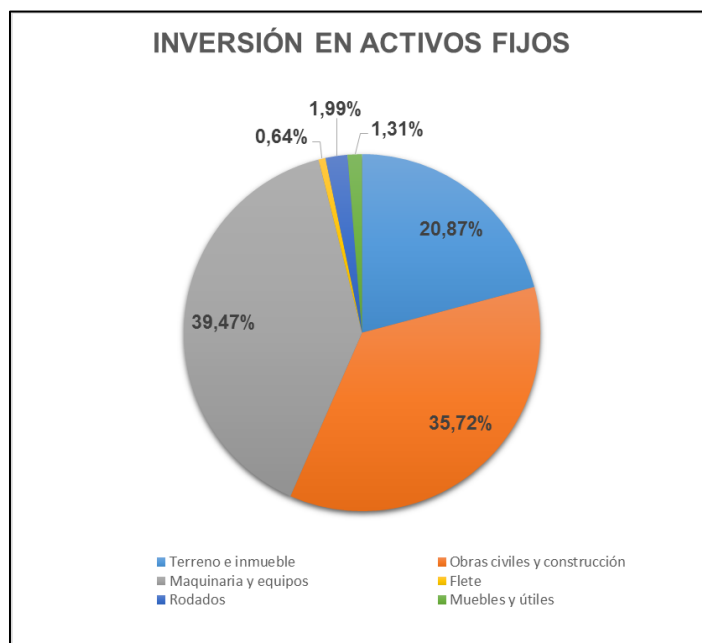


Figura 12.2 – Inversión en Activos Fijos

Fuente: Propia





*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **13.3.2 Activos intangibles**

Los activos intangibles incluyen todos los servicios o derechos de la empresa necesarios para comenzar con su funcionamiento, no tienen naturaleza física pero generan una gran ventaja competitiva si son correctamente gestionados. Entre ellos se distinguen ingeniería de proyecto, supervisión y montaje de la planta, gastos de puesta en marcha, capacitación del personal, costos de automatización.

A continuación se detallan los activos intangibles considerados en este proyecto.

#### **13.3.2-1 Ingeniería de proyecto**

Para el cálculo de esta categoría se toma como referencia el Decreto de la Ley N°1332 serie "C" de la ley N° 4538, la cual establece en su título II, capítulo IV, artículo N°78 que "Los honorarios por proyecto y dirección para obras de construcción única serán proporcionales al costo del terreno y los honorarios mismos". Para el caso de obras de tercera clase (industria manufacturera de elaboración, química de fermentación y farmacéutica), Por lo tanto se estima un 5% del costo total de inversiones fijas para este monto.

#### **13.3.2-2 Supervisión del proyecto**

El costo de la supervisión del proyecto se estima en un 5% del costo de obras civiles, excluyendo el valor del terreno.

#### **13.3.2-3 Puesta en marcha de la planta**

El costo relativo a la puesta en marcha se estima en un 5% del monto total de equipos y accesorios. (BACA URBINA 2001).

#### **13.3.2-4 Automatización de la planta**

La automatización se considera un activo intangible. Se estima un valor de 10% del costo total de las inversiones fijas (BACA URBINA 2001).

#### **13.3.2-5 Capacitación**

Para dar comienzo a la actividad industrial, es necesario capacitar al personal previamente para que el mismo posea las competencias necesarias para desempeñarse correctamente su puesto de trabajo. El primer año se realiza capacitación a todo el personal de la planta, mientras que los años subsiguientes se realiza capacitaciones de acuerdo a las necesidades y requerimientos detectados.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Para determinar el monto se estima un valor del 5% del costo total de inversiones fijas. (BACA URBINA 2001).

#### 13.3.2-6 Montaje e instalación

El costo del montaje de los equipos de la planta se estima como el 50% del costo total de maquinarias y equipos (BACA URBINA 2001).

#### 13.3.2-7 Resumen de los activos intangibles

En la siguiente Tabla 12.7 se expresan los costos de los diferentes activos nominales y Figura 12.3 se representa mediante un gráfico circular la composición de los mismos.

Tabla 12.7 – Resumen de Activos Intangibles

Activos Intangibles	Costo (\$)	Porcentaje
Supervisión de proyecto	1.083.407,20	2,75%
Capacitación	3.033.445,10	7,70%
Automatización	6.066.890,19	15,40%
Ingeniería de proyecto	3.033.445,10	7,70%
Montaje e instalación de equipos	11.973.621,18	30,40%
Puesta en marcha	14.195.981,74	36,04%
<b>Total</b>	<b>39.386.790,50</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

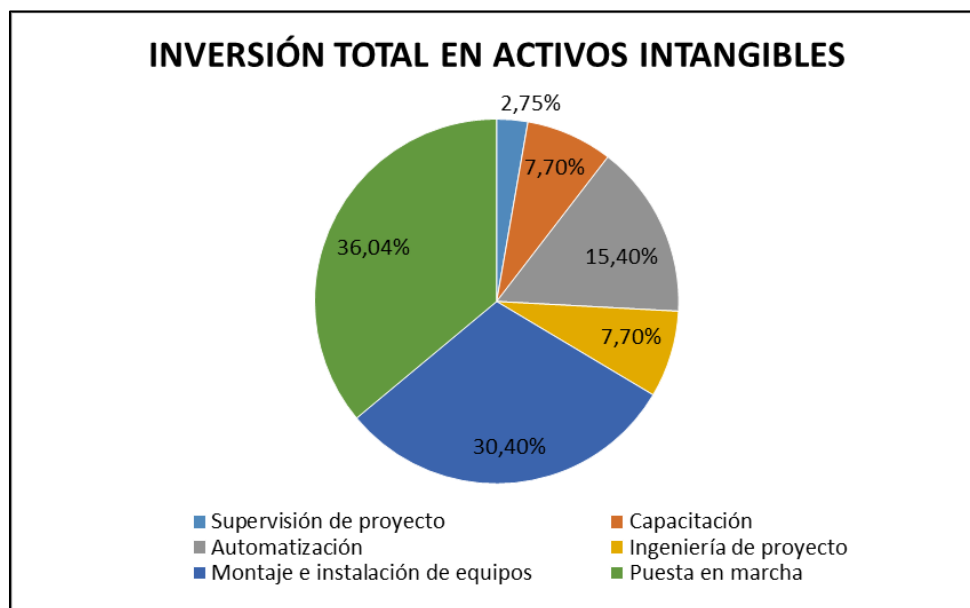


Figura 12.3 – Inversión en Activos Fijos

Fuente: Propia



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

#### 13.3.3 Capital de trabajo

El capital de trabajo es considerado como aquellos recursos que necesita una empresa para poder realizar sus operaciones. De esta forma el capital de trabajo es lo que se llama usualmente como “activo corriente”.

Para poder operar, la empresa necesita recursos para cubrir necesidades de insumos, materia prima, mano de obra, etc. Estos recursos deben estar disponibles a corto plazo para cubrir las necesidades y tener el funcionamiento óptimo de la empresa.

Para estimar el capital de trabajo el período financiado se considera de 1 mes.

En la Tabla 12.8 y Figura 12.4 se resumen los montos de capital de trabajo con su respectiva composición porcentual.

Tabla 12.8 – Resumen de Costos de Capital de Trabajo

Capital de trabajo	Costo(\$)	Porcentaje
Insumos	11.920.870,44	89,37%
Mano de obra directa	413.424,00	3,10%
Mano de obra indirecta	729.389,14	5,47%
Servicio de limpieza	260.009,58	1,95%
Gastos de comercialización	15.818,38	0,12%
<b>Total</b>	<b>13.339.511,54</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Propia

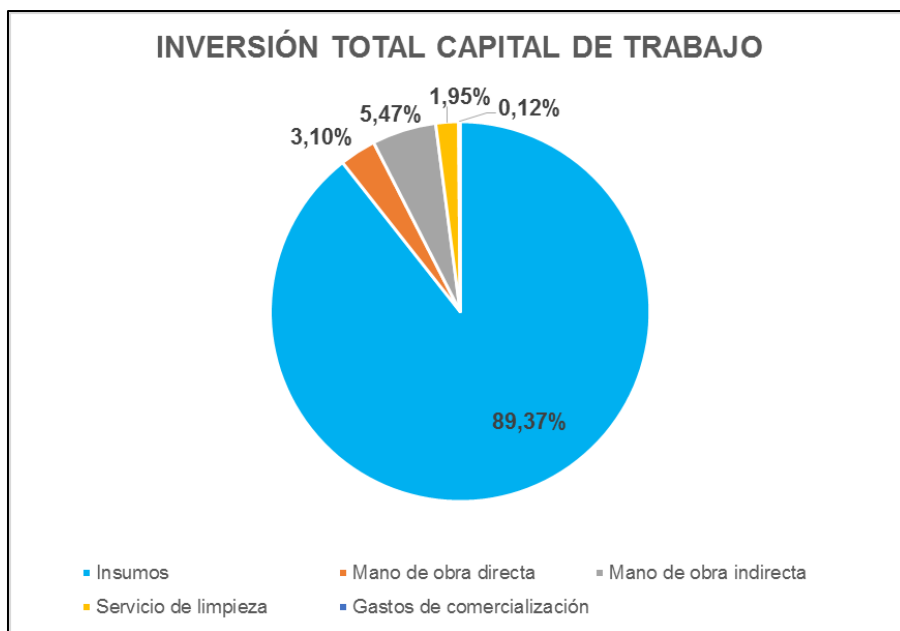


Figura 12.4 – Inversión en Capital de Trabajo

Fuente: Propia



## Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

### 13.3.4 Resumen de inversión total del proyecto

Para la obtención del capital necesario para concretar el proyecto y comenzar con la actividad industrial sumamos las tres variables de inversión (activos fijos, intangible y capital de trabajo)

Esta inversión calculada, tabla 12.9, será la que se tendrá en cuenta al momento de valorar los costos financieros. En la figura 12.5 se representa gráficamente la composición porcentual de la inversión total del presente proyecto.

Tabla 12.9 – Inversión Total del Proyecto

Categoría	Costo (\$)	Porcentaje
Activos Fijos	60.668.901,91	46,43%
Activos Nominales	39.386.790,50	30,14%
Capital de Trabajo	13.339.511,54	10,21%
IVA	17.282.509,48	13,23%
<b>Total</b>	<b>130.677.713,44</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Propia

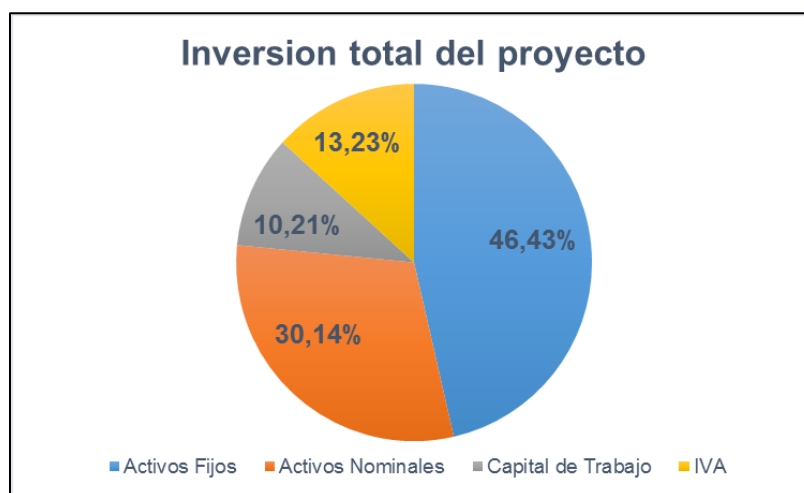


Figura 12.5 – Inversión en Activos Fijos

Fuente: Propia

### 13.4 Costos totales de fabricación

El costo total de fabricación está compuesto por costos de fabricación que se dividen en costos directos e indirectos y por costos generales. Los primeros (costos directos) son todos aquellos gastos directamente relacionados a la fabricación. Los costos indirectos son los que permanecen constantes a pesar de las modificaciones del ritmo productivo. Por último, entre los gastos generales se encuentran los administrativos y los de comercialización



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

En la siguiente figura se representa la composición detallada de los costos totales de producción.

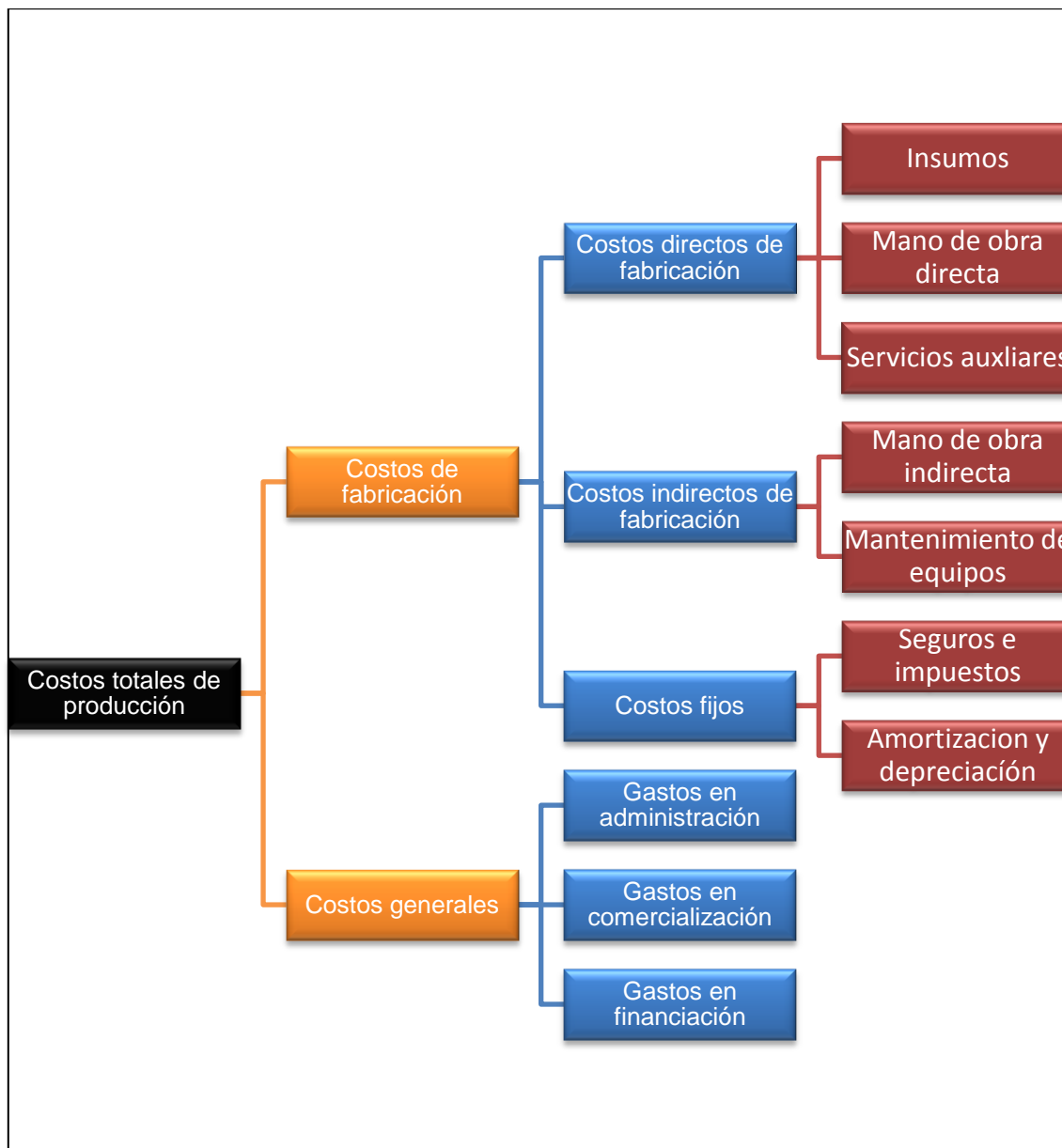


Figura 12.6 – Costos Totales de Fabricación

Fuente: Propia

#### 13.4.1 Costos directos de fabricación

Estos costos intervienen de manera directa en la realización y producción de Maltodextrina, afectando el precio final de un producto.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

#### 13.4.1-1 Insumos

Los insumos se dividen en dos categorías; insumos necesarios para la producción y los insumos para efectuar las limpiezas. Los insumos para la producción abarcan la enzima para la conversión del almidón en maltodextrina, los ácidos y bases y sales necesarios para las reacciones químicas y regulaciones de pH.

En la siguiente tabla 12.10 se especifican las cantidades necesarias.

Tabla 12.10 – Costo de Insumos

Insumos	Cantidad requerida	Unidad	Precio unitario (\$/kg)	Costo flete (\$/kg)	Costo total (\$)
NaOH	24.360,00	kg	972,00	14,58	23.677.934,58
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	64.932,00	kg	612,00	9,18	39.738.393,18
CaCl <sub>2</sub>	121.800,00	kg	576,00	8,64	70.156.808,64
Enzima Alpha-Amilasa	15.288,00	kg	360,00	5,40	5.503.685,40
<b>Total</b>					<b>139.076.821,80</b>

Fuente: Propia

#### 13.4.1-2 Servicios auxiliares

El cálculo del costo de los servicios auxiliares, se realiza según lo detallado en el Capítulo 10 de Servicios Auxiliares.

*Servicio de gas natural:* Distribuido por la empresa Camuzzi Gas Pampeana y ExtraGas, el consumo se calcula en función de la tarifa por categoría de la planta y se adopta un consumo constante anual.

*Servicio de electricidad:* La empresa que suministra la energía eléctrica es Edesur, Empresa Distribuidora Sur S.A.

*Servicio de agua de red:* El agua la es proveída por la empresa McCain que cuenta con pozos de abastecimiento propio.

Tabla 12.11 – Costo Servicios Auxiliares

Servicios Auxiliares	Consumo anual	Unidad	Precio unitario (\$)	Costo total anual (\$)
Energía eléctrica	826.098,00	kWh	2,97	2.453.511,06
Gas natural	1.384.617,50	m <sup>3</sup>	1,42	1.966.156,85
<b>Total</b>				<b>4.419.667,91</b>

Fuente: Propia

#### 13.4.1-3 Mano de obra directa

La mano de obra directa incluye a todas aquellas personas que trabajan en relación directa con la producción de Maltodextrina. En la Tabla 12.12 se detallan los costos de mano de obra directa.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 12.12 – Costo Mano de Obra Directa

Sector	Cargo	Cantidad	Jornal por hora (\$)	Costo anual (\$)	Cargas sociales (45%)	Costo total anual (\$)
Producción	Operario planta	4	99	1.108.800,00	498.960,00	1.607.760,00
	Operario panel de control	4	99	1.108.800,00	498.960,00	1.607.760,00
Mantenimiento	Operario	3	99	831.600,00	374.220,00	1.205.820,00
Logística	Operario	1	99	277.200,00	124.740,00	401.940,00
<b>Total</b>						<b>4.823.280,00</b>

Fuente: Propia

#### 13.4.1-4 Resumen de costos directos de producción

En la siguiente Tabla 12.13 se resumen los costos directos de fabricación a lo largo de un año acompañado de un gráfico circular donde se representan los valores porcentuales.

Tabla 12.13 – Resumen de Costo Directo de Producción

Costo directo de producción	Costo anual	Porcentaje
Insumos	139.076.821,80	93,77%
Servicios auxiliares	4.419.667,91	2,98%
Mano de obra directa	4.823.280,00	3,25%
<b>Total</b>	<b>148.319.769,71</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Propia

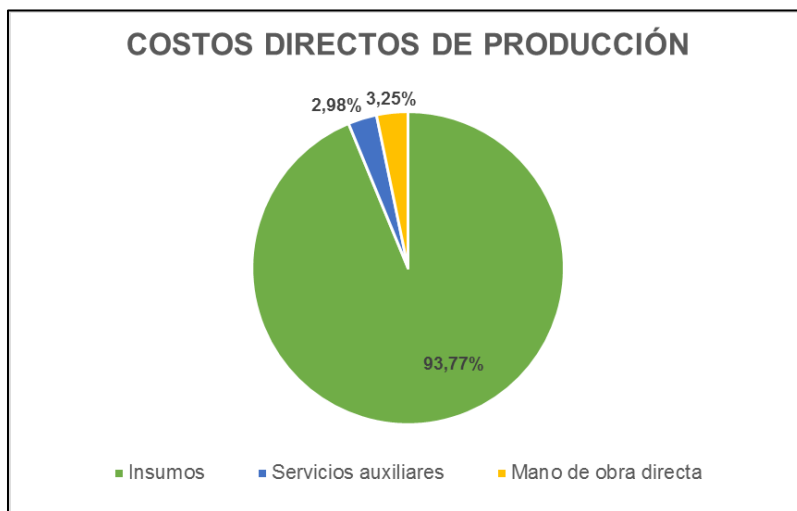


Figura 12.7 – Costos Directos de Producción

Fuente: Propia



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

#### 13.4.2 Costos indirectos de producción

Los costos indirectos de producción son todos aquellos gastos que debe realizar una empresa para lograr una producción. Comprende la mano de obra indirecta, los gastos de mantenimiento de equipos y el servicio de limpieza.

##### 13.4.2-1 Mano de obra indirecta

La mano de obra indirecta está conformada por el personal que no interviene directamente en la elaboración del producto.

Se tienen en cuenta los auxiliares de laboratorio, encargados y/o coordinadores de cada sector, gerentes, asistentes administrativos, etc. Las cargas sociales se consideran del 45% para los auxiliares de laboratorio mientras que para el resto de los empleados se considera una carga social del 28%. En ambos casos los sueldos incluyen el aguinaldo correspondiente.

Tabla 12.14 – Costo Anual de Mano de Obra Indirecta

Sector	Cargo	Cantidad	Sueldo mensual básico [\$/mes]	Porcentaje de cargas sociales	Carga social [\$/mes]	Costo total mensual [\$/mes]	Costo total anual [\$/año]
Gerencia	Gerente general	1	35.500,00	28%	9.940,00	45.440,00	590.720,00
Producción	Jefe de sector	1	28.000,00		7.840,00	35.840,00	465.920,00
Calidad	Jefe de sector	1	28.000,00		7.840,00	35.840,00	465.920,00
Mantenimiento	Jefe de sector	1	28.000,00		7.840,00	35.840,00	465.920,00
Logística	Jefe de sector	1	28.000,00		7.840,00	35.840,00	465.920,00
Administración	Jefe de sector	1	28.000,00		7.840,00	35.840,00	465.920,00
Administración	Asistente	2	20.000,00		5.600,00	51.200,00	665.600,00
Comercialización	Jefe de sector	1	25.000,00		7.000,00	32.000,00	416.000,00
Comercialización	Asistente	2	20.000,00		5.600,00	51.200,00	665.600,00
Marketing y medio ambiente	Jefe de sector	2	28.000,00		7.840,00	71.680,00	931.840,00
Recursos Humanos	Jefe de sector	1	28.000,00		7.840,00	35.840,00	465.920,00
Recursos Humanos	Asistente	1	20.000,00		5.600,00	25.600,00	332.800,00
Seguridad	Guardia de seguridad	3	21.000,00		5.880,00	80.640,00	1.048.320,00
<b>Total</b>							

Fuente: Propia

##### 13.4.2-2 Mantenimiento de equipos

Se consideran los costos de las operaciones de mantenimiento de carácter preventivo y correctivo que se realizan sobre los equipos que intervienen en el proceso productivo. Se estima como un 5 % del total de los activos fijos.

En la siguiente Tabla 12.15 se resumen los costos mencionados.





### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 12.15 – Costo de Mantenimiento de Equipos

Costos de mantenimiento y limpieza	Costo (\$)	Porcentaje
Mantenimiento equipos	3.033.445,10	50,00%
Servicio de limpieza de la planta	3.033.445,10	50,00%
<b>Total</b>	<b>6.066.890,19</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Propia

#### 13.4.2-3 Resumen de costos indirectos de fabricación

En la siguiente Tabla 12.16 se resumen los costos indirectos de fabricación a lo largo de un año con su respectiva composición porcentual. El gráfico 12.8 representa dichos valores porcentuales.

Tabla 12.15 Resumen costos indirectos de producción

Tabla 12.16 – Resumen de Costo Indirecto de Producción

Costo indirecto de producción	Costo (\$)	Porcentaje
Mano de obra indirecta	7.446.400,00	55,10%
Mantenimiento equipos	3.033.445,10	22,45%
Servicio de limpieza de la planta	3.033.445,10	22,45%
<b>Total</b>	<b>13.513.290,19</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Propia

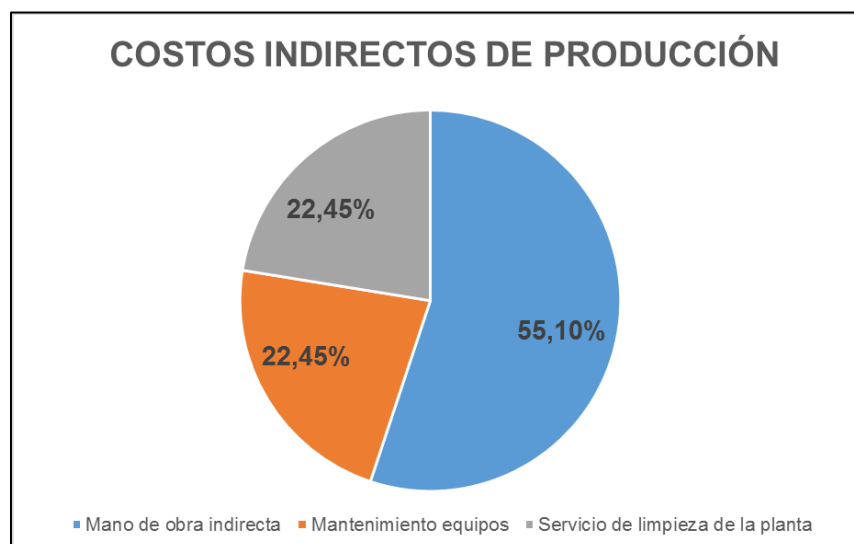


Figura 12.8 – Costos Indirectos de Producción

Fuente: Propia



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

#### 13.4.3 Costos fijos

Son los costos que no varían con la cantidad de producción, incluyen costos de seguros, impuestos y depreciación.

##### 13.4.3-1 Amortizaciones y depreciaciones

Los cargos de depreciación y amortización son cargos virtuales permitidos por la ley para el recupero de la inversión realizada. Tienen como objetivo reconocer el desgaste o agotamiento que sufre todo activo al ser utilizado para el funcionamiento de las actividades de la empresa.

Los activos fijos se deprecian durante el tiempo de vida útil establecido, mientras que los activos intangibles se amortizan. Los cargos anuales se calculan en base a los porcentajes de depreciación establecidos por la ley tributaria. El valor de salvamento (VS) hace referencia al valor que tendría el bien una vez finalizado el periodo del proyecto.

En la estimación de los costos de amortización se utiliza, adicionalmente, el decreto N° 873/1997 que fija la vida útil de los bienes considerados, a saber:

- ✓ Edificios: 50 años.
- ✓ Instalaciones: 10 años.
- ✓ Maquinarias y equipos: 10 años.
- ✓ Muebles y útiles: 10 años.
- ✓ Rodados: 5 años.

Tabla 12.17 – Resumen de Amortizaciones y Depreciaciones

Categoría	Inversión realizada	Tasa (%)	Depreciación/amortización anual (\$)	Valor tras período de actividad /(\$)
Terreno	12.664.080,00	3%	422.136,00	8.442.720,00
Obras civiles	21.668.144,04	10%	2.166.814,40	0,00
Equipos industriales	23.947.242,35		2.394.724,24	0,00
Mobiliario	793.164,71		79.316,47	0,00
Rodados	1.207.058,82	20%	241.411,76	0,00
<b>Total</b>				<b>8.442.720,00</b>

Fuente: Propia

##### 13.4.3-2 Seguros e impuestos

Las empresas deberán pagar por seguros e impuestos tales como:

- Impuesto sobre los Ingresos Brutos.
- Impuesto Inmobiliario
- Patente Automotor
- Impuesto de Sellos



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Con respecto a los seguros se estima un 5% de la inversión en activos fijos, siendo el monto a abonar en materia de seguros un total de \$ 3.033.445,10.

#### 13.4.3-3 Resumen de costos fijos

En la Tabla 12.18 siguiente se resumen los costos fijos a lo largo de un año con su respectiva composición porcentual. El siguiente gráfico 12.9 representa los costos fijos en valores porcentuales.

Tabla 12.18 – Resumen de Costos Fijos Indirectos

Costos fijos indirectos	Costo anual (\$)	Porcentaje
Amortización y depreciaciones	8.442.720,00	74%
Seguros e impuestos	3.033.445,10	26%
<b>Total</b>	<b>11.476.165,10</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

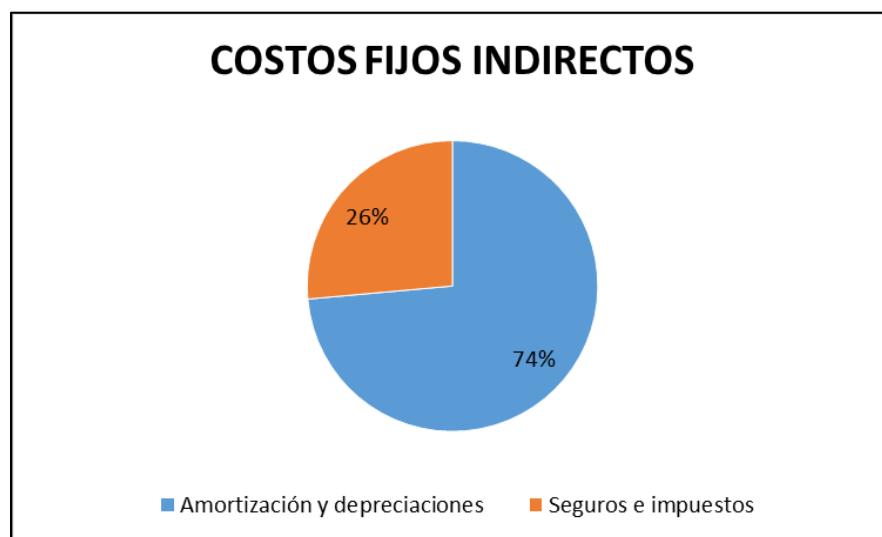


Figura 12.9 – Costos Fijos Indirectos

Fuente: Propia

#### 13.4.4 Costos generales

Los costos generales están compuestos por los gastos de administración y los de comercialización. Los primeros se estiman como los costos de los insumos necesarios para llevar a cabo las tareas administrativas.

Por otro lado, los gastos de comercialización se estiman teniendo en cuenta el costo de las gestiones aduaneras.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 12.19 – Costos Generales

Costos generales	Costo anual (\$)	Porcentaje
Gastos administrativos	94.992,83	36%
Gastos de comercialización	170.351,78	64%
<b>Total</b>	<b>265.344,61</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

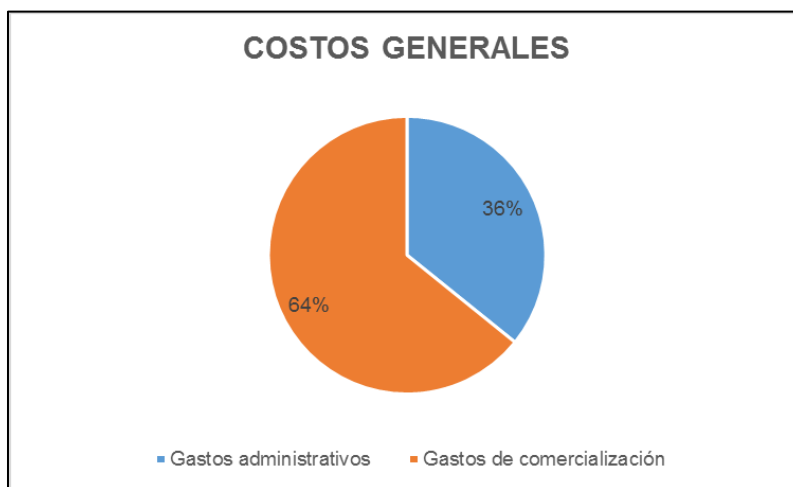


Figura 12.10 – Costos Generales

Fuente: Propia

## 13.5 Composición de los costos

Para un posterior análisis de las variables resulta interesante conocer la composición de los costos y cuáles son los de mayor influencia.

### 13.5.1 Costo de producción unitario de Maltodextrina.

El costo unitario se obtiene dividiendo el costo total de producción (suma de los costos fijos y variables) por la cantidad total producida. Donde se expresa el costo unitario en \$/kg (pesos por kilogramo).

Es el costo de producir un kilo de maltodextrina varía con el nivel de producción y se calcula con la siguiente ecuación.

$$\text{Costo Unitario} = \frac{\text{C. fijos} + \text{C. variables}}{\text{Total de Unidades}} = \frac{\text{Costos totales de Producción}}{\text{Total de Unidades}}$$

En la siguiente Tabla 12.20 se resume el costo total de producción a lo largo de los 10 años, junto con el volumen de producción constante y el costo unitario por kilogramo y tonelada de maltodextrina producida.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 12.20 – Costo Unitario de Maltodextrina

Año	Costo total de producción (\$)	Volumen de producción (kg)	Costo unitario (\$/kg)	Costo unitario (\$/Tn)
1	236.423.279,84	12.275.424,00	19,26	19259,89
2	221.882.396,59	12.275.424,00	18,08	18075,33
3	221.546.484,63	12.275.424,00	18,05	18047,97
4	221.112.038,27	12.275.424,00	18,01	18012,58
5	220.550.154,03	12.275.424,00	17,97	17966,81
6	219.823.450,04	12.275.424,00	17,91	17907,61
7	218.883.579,08	12.275.424,00	17,83	17831,04
8	217.668.012,03	12.275.424,00	17,73	17732,02
9	216.095.877,85	12.275.424,00	17,60	17603,94
10	214.062.583,28	12.275.424,00	17,44	17438,30

Fuente: Propia

### 13.6 Ingresos por ventas

Los ingresos por ventas corresponden a las ventas del producto. De acuerdo al estudio de mercado y a investigaciones se obtiene el precio de la maltodextrina a un valor de \$ 25,20 por kilogramo.

Este valor se considera constante a lo largo del ciclo económico de 10 años debido a que las cantidades producidas y vendidas no varían en el mismo periodo.

En la siguiente Tabla 12.21 se resumen los ingresos por las ventas.

Tabla 12.21 – Ingresos por ventas de maltodextrina del año 1 al año 10

Producto	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Ingreso anual (\$)
Maltodextrina	12.275.424,00	kg	25,20	309.340.684,80
<b>Total</b>				<b>309340685</b>

Fuente: Propia

### 13.7 Financiación del proyecto

La financiación es la contribución de dinero que realizan las empresas para cubrir cualquier necesidad económica. Las maneras más comunes de obtener la financiación son a través de préstamos o de créditos, los cuales podrán ser entregados por personas físicas, morales, instituciones de créditos o una combinación de ellos.

Para el proyecto de elaboración de maltodextrina, el capital disponible para la inversión es aportado por crédito bancario del Banco de la Nación Argentina con una TNA de 26% y sistema de amortización francés.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

En el sistema francés la cuota que periódicamente se abona tiene dos componentes: una parte destinada a la amortización de capital y otra en concepto de interés, por el uso de capital prestado.

En este sistema se mantiene constante la cuota total, variando la proporción de capital e intereses de cada cuota. En las primeras cuotas se amortiza proporcionalmente menos capital que en las últimas, o dicho de otra manera, en general, en las primeras cuotas se paga más intereses que capital.

Para el cálculo de la cuota se tiene que:

$$\text{TEM} = \frac{(\text{TNA} * 30)}{100 * 360}$$

$$\text{Cuota} = \frac{(1 + \text{TEM})^n}{(1 + \text{TEM})^n - 1}$$

Donde TNA es la tasa de interés pactada con el banco, tomada en 26% y el TEM la tasa efectiva mensual tomada como el interés mensual, y n es el periodo de 10 años.

En la siguiente Tabla 12.22 se resume los pagos anuales del crédito.

Tabla 12.22 – Cuotas Anuales del Crédito

<b>Monto total del crédito</b>		<b>\$ 130.677.713</b>
<b>Entidad bancaria</b>		Banco de la Nación Argentina
<b>Sistema de amortización</b>		Francés
<b>TNA</b>		26%
<b>Número de cuotas</b>		120
<b>Año</b>	<b>Cuota</b>	<b>Intereses</b>
1	\$ 47.342.861	\$ 33.666.976
2	\$ 47.083.135	\$ 32.868.765
3	\$ 46.747.223	\$ 31.836.412
4	\$ 46.312.777	\$ 30.501.234
5	\$ 45.750.893	\$ 28.774.403
6	\$ 45.024.189	\$ 26.541.034
7	\$ 44.084.318	\$ 23.652.541
8	\$ 42.868.751	\$ 19.916.756
9	\$ 41.296.617	\$ 15.085.138
10	\$ 39.263.322	\$ 8.836.242

Fuente: Propia



## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **13.8 Evaluación económica**

Para determinar la factibilidad económico-financiera del proyecto, se calculan los indicadores económicos que se enumeran a continuación: rendimiento, VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y PR (Período de Recupero).

El PR es el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial. El proyecto es rentable, cuando el período de recupero es menor que el horizonte económico de la inversión, en este caso diez años, dado que se recupera la inversión inicial antes de finalizado el plazo total.

Antes de proceder a la estimación de estos índices, se calcula el estado de resultados, el cual será necesario para el cálculo de los indicadores antes mencionados.

#### **13.8.1 Estado de resultados**

El estado de resultados, conocido también como estado de ganancias y pérdidas, es un estado financiero plasmado en un documento en el cual se muestran todos los ingresos, gastos, así como el beneficio o pérdida que se genera en una empresa durante un período de tiempo.

Existen algunos conceptos del estado de resultados que es conveniente conocer para comprenderlo, destacando los principales componentes:

- Ingreso por ventas: se refiere a los ingresos totales percibidos por las ventas realizadas en ese periodo concreto.
- Costo de producción de lo vendido: cuanto le costó a la empresa el artículo que vende.
- Utilidad operativa: diferencia entre ventas y coste de ventas, indicando que gana la empresa, en bruto, con el producto vendido.
- Gastos administrativos, comerciales y de financiación: los gastos administrativos son aquellos reconocidos a las actividades administrativas globales de la empresa; los gastos comerciales son aquellos necesarios para la venta de un bien o un servicio, y que incluyen gastos como marketing, publicidad y comisiones, entre otros. En gastos financieros incurre una empresa al financiarse con terceros (costo del capital) y que suponen la amortización del capital solicitado junto a los intereses fijados.
- Depreciaciones y amortizaciones: Importes que disminuyen el valor contable de los bienes tangibles que se utilizan en la empresa para llevar a cabo sus operaciones. Por ejemplo: maquinaria, vehículos de transporte, etc.
- Utilidad ante los impuestos: resulta de sustraerle a la utilidad operativa las depreciaciones y los gastos administrativos, comerciales y de financiación.
- Impuesto a las ganancias: se consideran el 35% de la utilidad antes del impuesto.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

- Utilidad neta o flujo neto efectivo: es la ganancia o pérdida final que la empresa obtiene después de la actividad y resulta de adicionarle las depreciaciones de la utilidad después de impuestos.

En la Tabla 12.23 y 12.24 se detalla el estado de los resultados para un período de 10 años de actividad del proyecto.

Tabla 12.23 – Estado de Resultados del Año 1 al Año 5

EJERCICIOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ventas Netas	309.340.685	309.340.685	309.340.685	309.340.685	309.340.685
Costo de producción de lo vendido	184.547.763	170.351.781	170.351.781	170.351.781	170.351.781
<b>RESULTADO OPERATIVO</b>	<b>124.792.922</b>	<b>138.988.904</b>	<b>138.988.904</b>	<b>138.988.904</b>	<b>138.988.904</b>
Gastos de Administración	165.973	94.993	94.993	94.993	94.993
Gastos de Comercialización	184.548	170.352	170.352	170.352	170.352
Gastos de Financiación	47.342.861	47.083.135	46.747.223	46.312.777	45.750.893
Depreciación-Amortización	4.182.136	4.182.136	4.182.136	4.182.136	4.182.136
<b>RESULT. ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b>72.917.405</b>	<b>91.640.424</b>	<b>91.976.336</b>	<b>92.410.782</b>	<b>92.972.667</b>
<b>Depreciación-Amortización</b>	<b>4.182.136</b>	<b>4.182.136</b>	<b>4.182.136</b>	<b>4.182.136</b>	<b>4.182.136</b>
Impuesto a las Ganancias	26.984.839	32.074.148	32.191.718	32.343.774	32.540.433
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO</b>	<b>50.114.702</b>	<b>59.566.276</b>	<b>59.784.618</b>	<b>60.067.009</b>	<b>60.432.233</b>

Fuente: Propia

Tabla 12.24 – Estado de Resultados del Año 5 al Año 10

EJERCICIOS	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Ventas Netas	309.340.685	309.340.685	309.340.685	309.340.685	309.340.685
Costo de producción de lo vendido	170.351.781	170.351.781	170.351.781	170.351.781	170.351.781
<b>RESULTADO OPERATIVO</b>	<b>138.988.904</b>	<b>138.988.904</b>	<b>138.988.904</b>	<b>138.988.904</b>	<b>138.988.904</b>
Gastos de Administración	94.993	94.993	94.993	94.993	94.993
Gastos de Comercialización	170.352	170.352	170.352	170.352	170.352
Gastos de Financiación	45.024.189	44.084.318	42.868.751	41.296.617	39.263.322
Depreciación-Amortización	4.182.136	4.182.136	4.182.136	4.182.136	4.182.136
<b>RESULT. ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b>93.699.371</b>	<b>94.639.242</b>	<b>95.854.809</b>	<b>97.426.943</b>	<b>99.460.237</b>
<b>Depreciación-Amortización</b>	<b>4.182.136</b>	<b>4.182.136</b>	<b>4.182.136</b>	<b>4.182.136</b>	<b>4.182.136</b>
Impuesto a las Ganancias	32.794.780	33.123.735	33.549.183	34.099.430	34.811.083
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO</b>	<b>60.904.591</b>	<b>61.515.507</b>	<b>62.305.626</b>	<b>63.327.513</b>	<b>64.649.154</b>

Fuente: Propia

## 13.8.2 Indicadores

### 13.8.2-1 Costo del capital – TMAR (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento)

El costo de capital es el precio que debe pagar la empresa por obtener fondos.

Como el dinero para realizar la inversión se obtiene a través de un crédito bancario, el costo de este dinero corresponde a la tasa de interés del mismo, es decir 26 % anual. **TMAR = 26%**.





### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

#### 13.8.2-2 Valor actual neto (VAN)

El VAN es el valor monetario que resulta de la diferencia entre la suma de los flujos netos y la inversión inicial. Consiste en descontar al presente todos los flujos futuros del proyecto a una tasa igual a la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR). Se toma una TMAR igual al 26 %.

Los proyectos se clasifican según la rentabilidad de la siguiente manera:

- Si el VAN > 0, la inversión produce ganancias y el proyecto debe aceptarse.
- Si el VAN = 0, el proyecto no produce ni ganancias ni pérdidas y no puede decidirse en función las ganancias.
- Si el VAN < 0, la inversión produce pérdidas y el proyecto debe rechazarse.

El valor actual se calcula como muestra la siguiente expresión.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

F<sub>t</sub> son los flujos de dinero en cada periodo t

I<sub>0</sub> es la inversión realiza en el momento inicial (t = 0)

n es el número de periodos de tiempo

k es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión (TMAR)

En la Tabla 12.25 se muestra el resultado de este cálculo.

Tabla 12.25 – Valor Actual Neto (VAN)

Indicador	Valor
VAN	\$ 97.870.290

Fuente: Propia

#### 13.8.2-3 Período de recupero de la inversión realizada

El periodo de recuperación de un proyecto, es el número de años a partir de los cuales el acumulado de los FNE previstos iguala la inversión inicial, en este caso, el PRI es de 3 años y 4 meses.

En la siguiente Tabla 12.26 se detalla el período de recupero de la inversión.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

Tabla 12.26 – Período de Recupero del Proyecto

PERIODO	FNE	SALDO
Inversión inicial	-	-130.677.713
Año 1	50.114.702	-80.563.012
Año 2	59.566.276	-20.996.736
Año 3	Mes 1	5275113
	Mes 2	5275113
	Mes 3	5275113
	Mes 4	5275113
	Mes 5	5275113
		-15.721.623
		-10.446.509
		-5.171.396
		103.717
		5.378.831

Fuente: Propia

#### 13.8.2-4 Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa porcentual que hace que el VAN sea igual a cero, es decir, es la tasa que iguala la inversión inicial a la suma de los flujos futuros actualizados al tiempo presente. Indica la tasa de interés máxima a la que se debe contraer préstamos sin incurrir en futuros fracasos financieros.

Un proyecto puede determinarse como viable o rentable si la TIR es mayor que la TMAR, caso en el cual se acepta el mismo. Si la TIR es alta, estamos frente a un proyecto rentable, que supone un retorno de la inversión equiparable a unos tipos de interés altos que posiblemente no se encuentren en el mercado. Si la TIR es baja, sin embargo, es factible que existan otras opciones mejores en el mercado para invertir (TMAR > TIR).

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Fn es el flujo de caja en el periodo n.

n es el número de períodos.

i es el valor de la inversión inicial

En la Tabla 12.27 se muestra la TIR para el proyecto, calculada analíticamente.

Tabla 12.27 – Tasa Interna de Retorno

Indicador	Valor
TIR	59%

Fuente: Propia



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

Como la TIR es mayor a la TMAR, el rendimiento del proyecto es mayor que el mínimo aceptable, y por lo tanto la inversión es económicamente rentable.

#### **13.8.2-5 Relación Beneficio/Costo**

La relación beneficio/costo resulta de dividir el valor actualizado de los ingresos del proyecto entre el valor actualizado de los egresos a una tasa actualizada igual a la TMAR.

Los beneficios incluyen todos los ingresos actualizados del proyecto, desde ventas hasta recuperaciones y todo tipo de entradas de dinero, los costos abarcan los costos de operación, inversiones, pago de impuestos, depreciaciones, intereses, etc. de cada uno de los años del proyecto.

La relación B/C para este proyecto es de 1,23. Al ser mayor a la unidad, se puede concluir que el proyecto es rentable.

Los criterios para analizar los resultados son: Si la relación es mayor a la unidad, el proyecto es aceptable; si la relación es menor a la unidad el proyecto debe rechazarse, si la relación es igual a la unidad es indiferente realizar o no el proyecto.

Tabla 12.28 – Relación Beneficio/Costo

<b>Indicador</b>	<b>Valor</b>
<b>Relación Beneficio/Costo</b>	1,23

Fuente: Propia

#### **13.8.3 Análisis de sensibilidad**

Los cálculos de los indicadores anteriores establecen que el proyecto es económicamente rentable en el contexto en el que se llevaron a cabo los cálculos.

Resulta interesante determinar cómo afectan a la rentabilidad ciertos cambios en determinadas variables. Esta es, precisamente la función del análisis de sensibilidad, que permite examinar la variación porcentual de la TIR y del VAN, ante cambios preestablecidos en ciertas variables.

Este análisis se realiza de forma gráfica, representando la variación de la TIR con la oscilación de las variables mencionadas anteriormente y comparándola con la función constante TMAR, dado que si la primera se encuentra sobre esta última el proyecto es rentable, caso contrario deja de serlo.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María

### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

#### 13.8.3-1 Variación de la TIR con el precio de venta de la Maltodextrina

En esta sección se analiza la relación entre la tasa interna de retorno y el precio de venta del producto. Como se observa en la figura 12.12, si el precio disminuye entre un 13 o 14 %, la TIR se reduce por debajo de la TMAR, y el proyecto deja de ser rentable.

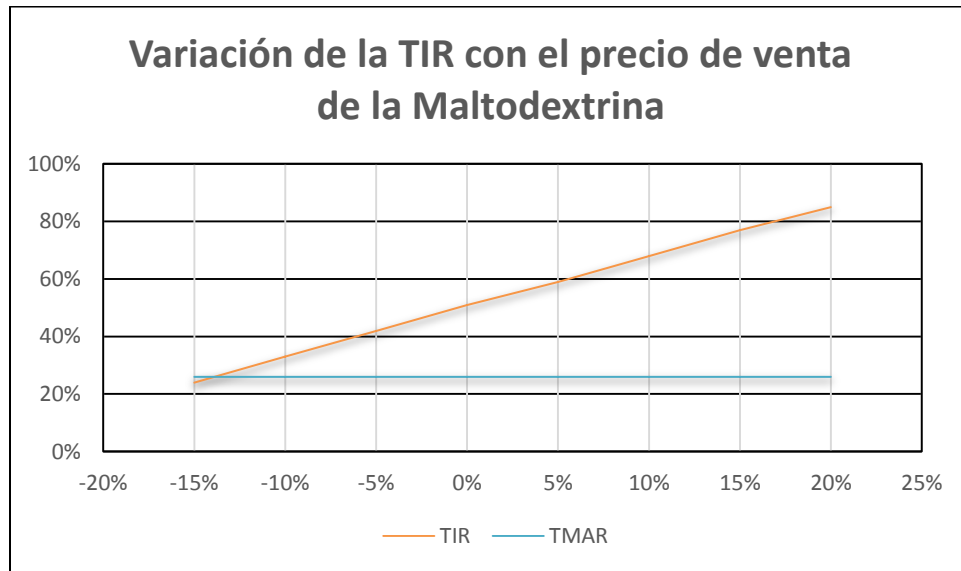


Figura 12.12 – Variación de TIR con el precio de venta de Maltodextrina

Fuente: Propia

#### 13.8.3-2 Variación de la TIR con el precio de los insumos

Se analiza la sensibilidad de la tasa interna de retorno con respecto a los costos de los insumos empleados para la elaboración de la maltodextrina. Para este caso, no existe una gran flexibilidad de dichos costos, es decir, que si éstos aumentan por encima de un 50% el valor de la TIR cae por debajo del valor rentable tal como se observa en la figura 12-13.



Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María  
**Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

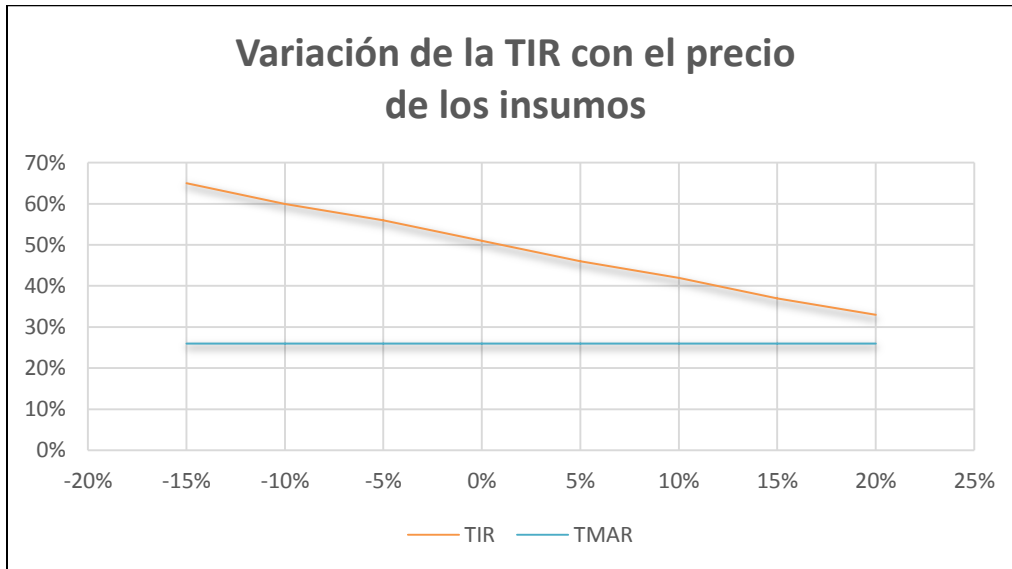


Figura 12.13 – Variación de TIR con el precio de Insumos  
Fuente: Propia

### 13.8.3-3 Variación de la TIR con el precio de la mano de obra

El gráfico 12.14 muestra que el proyecto admite aumentos en los costos del personal sin pérdida de rentabilidad. Esto quiere decir que la mano de obra directa o indirecta afectada a la elaboración del producto puede aumentar hasta alrededor de un 600%.

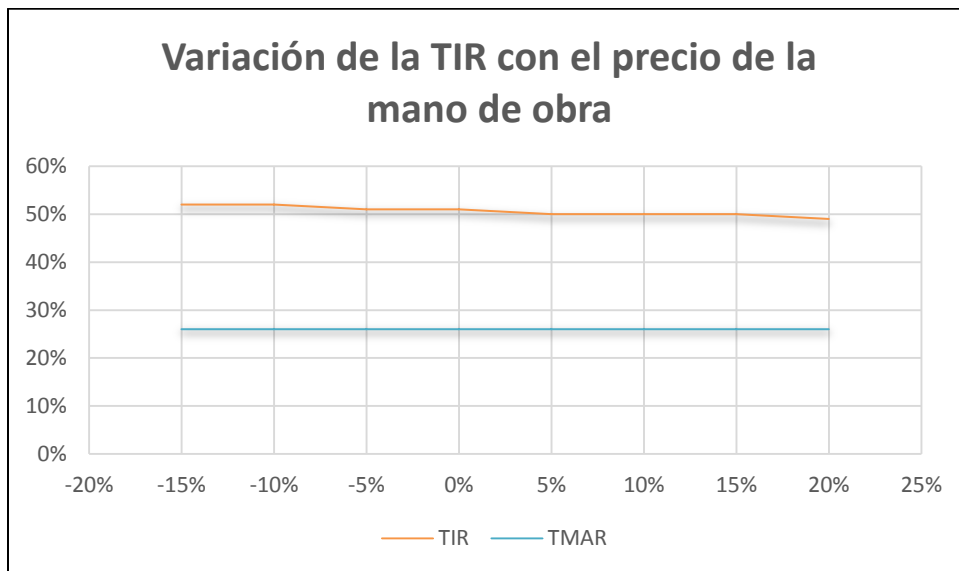


Figura 12.14 – Variación de TIR con el precio de Mano de Obra  
Fuente: Propia



### Producción de Maltodextrina a partir de Almidón

#### 13.8.3-4 Variación de la TIR con el volumen de ventas de producción

En este caso se analiza cómo varía el rendimiento del proyecto, medido a través de la TIR, con la fluctuación del volumen de ventas producción. En este punto debe hacerse una salvedad, dado que los costos fijos se consignaron como si continuaran estáticos, aun sabiendo que el nivel de producción potencial está íntimamente asociado con las instalaciones, y, por lo tanto, con estos costos (los costos variables si se tuvieron en cuenta).

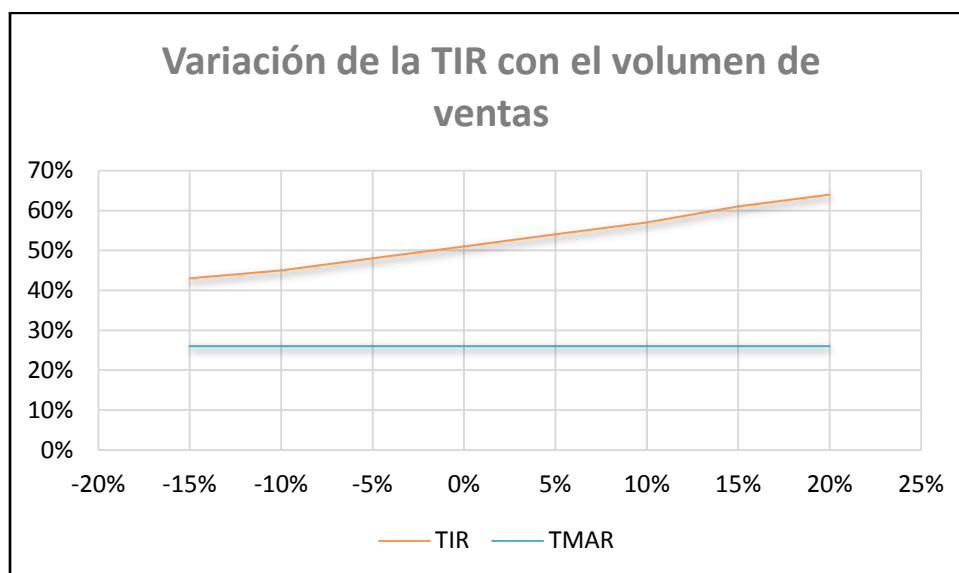


Figura 12.15 – Variación de TIR con el Volumen de Venta de maltodextrina

Fuente: Propia

De la Figura 12.15 se extrae que naturalmente con el aumento en el volumen de ventas aumenta también la rentabilidad del proyecto. Sin embargo, se observa que el proyecto posibilita una disminución de las ventas hasta un 28% sin perder rentabilidad, debido a que después del 30% el proyecto ya no es viable.



*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

#### **13.9 Conclusiones**

Los indicadores utilizados para determinar la factibilidad económica-financiera del proyecto (PR, Relación B/C, VAN y TIR) arrojaron resultados favorables, lo que indica que el proyecto es rentable bajo las condiciones utilizadas para su cálculo, reforzando lo estudiado en los primeros capítulos de estudio de mercado.

Los análisis de sensibilidad sobre la TIR, por otro lado, indica que la misma es más sensible a variaciones en el precio de venta del producto y los insumos, que a la variación de los costos de mano de obra.

En el rango de variación analizado (-20 % a 25 %), en todos los casos, el proyecto sigue siendo rentable.

Respecto a los indicadores, se obtuvo un TIR de 51%, un VAN positivo de \$ 97.870.290 y una relación beneficio/costo de 1,23, los que demuestran numéricamente la rentabilidad del proyecto.



## **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

### **14. CONCLUSIONES FINALES**

La maltodextrina tiene un uso creciente tanto en nuestro país como en países importadores ya que en la industria alimenticia cumple variadas funciones que pueden asociarse a distintos procesos de elaboración así como aditivo alimentario, humectante y espesante, para estabilizar alimentos con muchas grasas y dispersar ingredientes secos entre otras y como fuente de carbohidratos en bebidas energéticas ya que proporciona tantas calorías como el azúcar pero sin es endulzante.

En la actualidad, toda la maltodextrina consumida en Argentina es importada principalmente de Francia, Holanda y Estados Unidos por lo que es sumamente ventajoso poder producirla en nuestro país.

Para la selección del proceso de producción, se empleó como criterio la obtención de maltodextrina de mayor calidad, menor costo y tiempos de operación eficientes. Teniendo en cuenta esto, el proceso de producción a partir de hidrólisis enzimática resulta económicamente más rentable, debido a que podemos obtener un producto final con excelentes características para la industria alimenticia empleando como materia prima el desecho de la producción de bastones de papa. Este hecho representa un beneficio adicional ya que se utiliza un efluente que debe ser tratado para poder eliminarse.

La maltodextrina producida se destina a abastecer a las industrias alimenticias, ya que la misma es comercializada en polvo. Se estima que la demanda en el 2025 será de 13967,5 toneladas. Este proyecto cubre un 90% de la misma ya que la producción no se ve limitada a ningún factor tal como disponibilidad de materia prima o tamaño de equipos.

La localización de la planta optimiza la producción, por tener en las cercanías tanto el abastecimiento de materia prima, como así también, los mercados actuales y potenciales.

Una buena distribución de las instalaciones y equipos de la planta, reduce costos de fabricación, obteniendo como resultado los siguientes beneficios: supresión de áreas ocupadas innecesariamente, reducción de las mantenuciones y del material en proceso, disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción, aumento de la seguridad de los trabajadores. Es por ello que todo ha sido planificado y detalladamente calculado.

La mala calidad de las materias primas, insumos o producto terminado, da origen a costos tanto tangibles como intangibles, que aumentan en importancia cuanto más tarde se detectan los fallos en el sistema productivo. Es por ello que se implementan técnicas y actividades, tendientes a controlar las variables de proceso en las diferentes etapas de producción, y principalmente, en el producto final para corroborar que se cumpla con las especificaciones técnicas, y de la materia





*Ministerio de Educación. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Villa María*

### **Producción de Maltodextrina a partir de Almidón**

prima para su fabricación. Para validar nuestra calidad se implementan auditorías por parte de los estándares de calidad de ISO 9001 e ISO 22000.

Por último, se evalúan los indicadores utilizados para determinar la factibilidad económico financiera del proyecto (rendimiento, PRI, VAN y TIR). Los mismos arrojaron resultados favorables, lo que indica que el proyecto es rentable bajo las condiciones planteadas para su cálculo.

En el análisis de sensibilidad se observa que la variación de los volúmenes de ventas de maltodextrina naturalmente crecen con el aumento en el volumen de ventas, sin embargo a valores inferiores al 70% de la venta actual el proyecto ya no es viable. Además, se observa una influencia menor, pero no por ello menos importante, de la variación del precio de venta en la rentabilidad del proyecto cuando el mismo disminuye entre un 13 o 14 %. Se concluye entonces que el proyecto de Producción de Maltodextrina a partir de almidón de papa es una alternativa viable en Argentina.