

# **Elaboración de un edulcorante natural realizado a base de stevia mediante la extracción de glucósidos de esteviol**



**Autor: M<sup>a</sup> del Carmen García Onsurbe**

**Profesor: Dr. Antonio López Gómez**

Universidad Politécnica de Cartagena

## **DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

**DOCUMENTO 1: MEMORIA Y ANEXOS A LA MEMORIA**

**DOCUMENTO 2: PLANOS**

**DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

**DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO**

## ÍNDICE GENERAL

### **DOCUMENTO 1: MEMORIA Y ANEXOS A LA MEMORIA**

#### **ANEXO I**

Estudios previos del producto a elaborar

#### **ANEXO II**

Estudios previos de las materias primas a utilizar

#### **ANEXO III**

Estudios previos de las alternativas de tecnología e ingeniería del proceso

#### **ANEXO IV**

Otras instalaciones

- Instalación eléctrica
- Instalación de alumbrado
- Instalación de saneamiento
- Instalación contra incendios

#### **ANEXO V**

Seguridad e higiene

## **DOCUMENTO 3: PLANOS**

1. PLANO DE SITUACIÓN
2. ALZADOS
3. SANEAMIENTO
4. ILUMINACIÓN
5. ESQUEMA UNIFILAR
6. PUESTA A TIERRA
7. SISTEMA SEGURIDAD
8. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

## **DOCUMENTO 4: PLIEGO DECONDICIONES**

### **1. DISPOSICIONES GENERALES**

- 1.1 Objetivo del pliego de condiciones
- 1.2 Descripción de la obra
- 1.3 Documentación de las obras
- 1.4 Contradicciones y compatibilidad entre documentos
- 1.5 Exclusiones

### **2. CONDICIONES FACULTATIVAS**

- 2.1 Contrato
- 2.2 Dirección facultativa
- 2.3 Obligaciones del contratista
  - 2.3.1 Responsabilidades del contratista
  - 2.3.2 Representación y ejecución de las obras
- 2.4 Libro de órdenes
- 2.5 Derechos del contratista
- 2.6 Comienzo y ejecución de las obras

2.6.1 Replanteo

2.6.2 Programación de los trabajos

2.6.3 Comienzo y plazo de ejecución de las obras

2.6.4 Ampliación del proyecto por causas imprevistas

2.6.5 Prórroga por causa de fuerza mayor

2.6.6 Medición definitiva de los trabajos

2.6.7 Plazo de garantía

2.6.8 Recepción definitiva de las obras

### **3. CONDICIONES ECONÓMICAS**

3.1 Garantía de cumplimiento

3.2 Gastos de carácter general por cuenta del contratista

3.3 Gastos de carácter general por cuenta de la empresa

3.4 Fianza

3.5 Gastos e impuestos

3.6 Seguros

3.7 Penalizaciones

3.8 Precios

### **4. CONDICIONES DE LOS MATERIALES**

4.1 Condiciones generales

4.2 Materiales no especificados

4.3 Cimentaciones

4.4 Estructuras de hormigón

4.5 Tuberías

4.6 Válvulas

4.7 Bombas

4.8 Instalación

4.9 Condiciones de los principales equipos

4.9.1 Aparatos a presión

4.9.2 Evaporador

## **5. SEGURIDAD E HIGIENE**

5.1 Protección y lucha contra incendios

5.2 Actuación en caso de accidentes

## **DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

### **2. PRECIOS DE LAS “UNIDADES DE OBRA”**

2.1 Inmovilizado de los elementos principales

2.2 Inmovilizado principal

### **3. ESTADO DE MEDICIONES**

3.1 Unidades principales del proceso

3.2 Equipos de impulsión

3.3 Tuberías

3.4 Sistema de purificación y concentración

3.5 Producción del vapor de calefacción

3.6 Planta purificadora del agua del proceso

### **4. PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (PEM)**

### **5. PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (PEC)**



# **MEMORIA**

## **Elaboración de un edulcorante natural realizado a base de stevia mediante la extracción de glucósidos de esteviol**

Autor: M<sup>a</sup> del Carmen García Onsurbe

Director: Dr. Antonio López Gómez

## **INDICE**

### **CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES PREVIAS**

1. Introducción.....11
2. Antecedentes.....15

### **CAPÍTULO II: SOLUCIÓN ADOPTADA**

1. Descripción de la solución adoptada en el proceso.....18
2. Producto a elaborar.....18
3. Materias primas.....19
4. Extracción de los principios edulcorantes de la stevia.....20
5. Capacidad de producción.....25
6. Distribución en planta.....26

### **CAPÍTULO III: Resumen general del análisis económico del proyecto**

1. Análisis económico del proyecto.....30
2. Conclusiones.....31

### **CAPÍTULO IV: RESUMEN GENERAL DEL PRESUPESTO**

## **CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES PREVIAS**

### **1. Introducción**

A día de hoy, nos encontramos en una sociedad, donde hemos pasado de alimentarnos para subsistir, como hacían nuestros ancestros, a una sociedad, donde hemos convertido la comida en uno de los mayores placeres, hoy en día, cualquier acontecimiento social, ya sea una celebración, una salida con amigos, cualquier cosa, es celebrada alrededor de la comida, quedamos con nuestros amigos para comer, cenar, ir de cañas...los niños quedan para merendar...etc., con lo cual, no es de extrañar, que a día de hoy, nos encontremos con sociedades llenas de personas con enfermedades como la diabetes, hipertensión, obesidad, y otro tipo de enfermedades relacionadas con el sobrepeso.

Si nos vamos al principio del todo, es decir, si nos ponemos a analizar cómo ha evolucionado la alimentación del ser humano, desde sus comienzos en la tierra hasta ahora, nos damos cuenta, de que al hombre, siempre le ha gustado el sabor dulce, los homínidos, obtenían la energía necesaria para realizar abastecerse, mediante el consumo de frutas, verduras, tubérculos, raíces y todo aquello que pudiese cazar, y efectivamente, el hombre de Cromañón, también tenía sus pequeños placeres alimenticios, el hombre de Cromañón, era un gran enamorado de la miel de abeja y de la savia de algunos árboles, con lo cual, este hecho, nos deja claro, que el ser humano, desde que está en la tierra, ha sentido gran admiración por los sabores dulces.

Como es evidente, a medida que el hombre fue avanzando, también lo hizo su alimentación y su estilo de vida, poco a poco se fueron introduciendo los cereales, algunas leguminosas y los productos lácteos.

Estudiar la evolución de la alimentación en el ser humano desde que está en el planeta, nos da claras evidencias sobre el gran problema que tenemos hoy en día en nuestra sociedad, donde cada vez tenemos más personas con sobrepeso y a edades más tempranas.

Siempre que hablamos de sobrepeso, enseguida, se nos viene a la cabeza, la imagen culpabilizadora de los dulces, y con ellos el azúcar.

De sobra es sabido que la mayoría de los productos que ofrece la industria alimentaria contienen grandes dosis de azúcar, ya sean refrescos, repostería, comidas preparadas...etc., por eso, con este proyecto, pretendemos, dar una alternativa saludable a la industria alimentaria, y ofrecer, productos de alta calidad y buen sabor, utilizando un edulcorante natural, obtenido de la planta de estevia.

A día de hoy, existe muchos productos en el mercado hechos a base de edulcorantes, sobre todo los que van dirigidos a diabéticos o a personas que tienen sobrepeso, pero nosotros queremos ir un paso más allá, y no queremos hacer la estevia, sólo ha personas que tengan problemas de salud o de sobrepeso, sino que queremos hacer llegar la estevia a todo el público en general, pretendemos que la industria utilice nuestro edulcorante en todos sus productos, no sólo en aquellos que van orientados a la pérdida de peso, sino productos que pueden ser destinados a toda la familia, ya que, mientras que los productos que contienen edulcorantes artificiales no están

recomendados para los más pequeños, la estevia, si puede ser consumida por toda la familia.

Para la realización de productos que contengan estevia, es necesario hacer la extracción de los glucósidos de esteviol, esta molécula, es la responsable del sabor dulce en la hoja de estevia.

Existen numerosos documentos, donde se explican los diferentes procedimientos para poder extraer los glucósidos, existen desde procedimientos sofisticados que utilizan fluidos supercríticos para extraer la molécula, a los más básicos como es simplemente realizar una extracción en extractor y luego para el jarabe obtenido por diferentes filtros.

En este proyecto, nos hemos decantado por utilizar un proceso de extracción simple, mediante el empleo de un solvente acuoso, como es el agua, hemos decidido utilizar este medio por varias razones, aunque en los anejos se detallan el análisis de cada una de las alternativas, brevemente, hemos de decir, que este proceso de extracción es muy económico, rentable, sencillo, no requiere mano de obra cualificada, y además, mediante la filtración por membranas, llegamos a una pureza de la molécula del 98%.

Este último dato, el de la pureza, es lo que hará que seamos capaces de diferenciarnos en el mercado, de otros productos comerciales que actualmente se venden con extractos de estevia.

Este sistema, es el que produce menos alteraciones químicas en la molécula, lo que nos permite cumplir con los parámetros de la FDA (Food and Drug Administration) como producto natural y seguro.

La hoja de estevia no será cultivada por nosotros, sino que la compramos a unos productores de Málaga, y desde allí nos traerán la planta ya seca y lista para ser sometida al proceso de extracción.

Hemos de especificar, que no es necesario que la hoja de estevia esté seca, pero para evitar podredumbres y posibles contaminaciones microbiológicas por el agua fresca que contiene la planta en plena turgencia, se decide secar y hacer la extracción de este modo. De la misma manera, el transporte es más económico, ya que podemos optimizar costes, y traer de un golpe, toda la hoja para la producción anual.

Desde este proyecto, apostamos por un estilo de vida más saludable y de la misma manera, nos proponemos el reto, de hacer llegar al mercado, productos igual de apetecibles, pero muchos más sanos.

Por eso este proyecto nace, entre otros muchos motivos, por la preocupación que presenta la sociedad en general son cada vez, más numerosos los casos de obesidad.

## 2. Antecedentes.

Si viajásemos a Paraguay, podríamos encontrar la planta de estevia, de forma salvaje en todo su esplendor, en países como Paraguay, México y otras regiones del sur de América, es muy común encontrarla de forma natural, sin embargo en Europa, para encontrarla, hemos de recurrir a cultivos privados y organizados de pequeños productores.

Esta bella planta verde, se conoce con el nombre de Ka'á He'é, o también es conocida entre los lugareños, como hierba dulce.

Los primeros hallazgos de esta planta se encontraron en el sudeste de Paraguay.



Aunque es desde hace apenas 30 años cuando se empieza a hablar de la planta de estevia en Europa y Estados Unidos, los sudamericanos autóctonos de diferentes regiones, han venido beneficiándose de los diferentes beneficios que supone consumir estevia, no sólo en el mantenimiento del peso, sino en otros aspectos muy importantes.

De forma casual, quizá como muchas de las cosas que pasan en la vida, algún lugareño, probó la dulce hierba, y al darse cuenta de su sabor dulce, empezaron a incluirla en diferentes bebidas e infusiones.

Con lo cual, aunque apenas conocemos la estevia en Europa de desde hace 30 años, los lugareños sí que la han utilizado desde hace muchos años, sin embargo, botánicamente, esta planta no se describió hasta 1887, los documentos cuentan , que el famoso botánico británico, en uno de sus viajes, viajó hasta Paraguay, donde en una expedición, uno de los aborígenes, de la selva paraguaya, le dio a probar esta hierba dulce, el joven botánico, quedó tan maravillado, que tomó nota de todas las características de la planta, y la incluyó en el catálogo.

A día de hoy, la especie de estevia, con la que se realizan la mayoría de las extracciones, recibe el nombre de stevia rebaudiana Bertoni, por el botánico, Bertoni, que fue quien la dató.

La estevia es una planta con un dulzor muy potente, ya que presenta un dulzor que supera en 300 veces al del azúcar.

Aunque muchas personas creen , que el edulcorante es un producto artificial que se obtiene después de costosos procesos, hemos de decir, que el extracto obtenido, es totalmente natural, ya que al extracto obtenido, no se le adiciona ningún tipo de producto, ni coadyuvante, ni emulgente, ni nada, el producto final, es puramente extracto de la hoja de estevia.

Una vez que la planta se trajo a Europa, se empezaron a producir las primeras investigaciones, ensayos, y pruebas en laboratorios, con el fin, por un lado, de incluir la planta completa en el registro taxonómico, y por otro lado, ir descubriendo todas las cualidades que esta asombrosa planta presenta.

En los análisis que a lo largo de los años, y aún hoy en día se siguen haciendo, se han demostrado propiedades tan beneficiosas para el ser humano como la regulación de la glicemia, hipertensión, muy usada en tratamientos para la piel, caries, además tiene efectos bactericidas



sobre *Streptococcus mutans* y antivirales, estimula el estado de alerta, facilita la digestión y sus funciones gastrointestinales y además de mantiene la sensación de vitalidad y bienestar.

Se han realizado catas de estevia en distintos grupos poblaciones, este hecho es una práctica que suele ser habitualmente utilizada, cuando se quiere sacar un producto al mercado, los datos son reveladores, la mayoría de los consumidores de estevia, afirman, que al consumir estevia, disminuye el apetito, tienen sensación de inapetencia y además, reduce su deseo de tomar dulces, alimentos grasos, consumo de tabaco y bebidas alcohólicas, efectivamente, estos datos son muy sorprendentes, ya que aunque el consumo de estevia conlleve a un estilo de vida más saludable, es cierto, que a los grandes productores de la industria agroalimentaria, no les interesa que los consumidores tengan sensación de inapetencia cuando consumen sus productos, sino todo lo contrario, a la industria le interesa que el consumidor consuma cuanto más mejor, de ahí, que los pocos productos que a día de hoy se venden con estevia, sean en cantidades muy pequeñas y únicamente como estrategia para seguir vendiendo productos, bajo el lema de saludable o menos calórico.

Las cualidades de la estevia, sumadas a la creciente demanda de productos poco calóricos, hacen, que a día de hoy, la estevia un producto con un potencial muy alto para ser comercializado, tanto a nivel nacional como internacional, es de sobre sabido, que hay, cada vez más, un gran aumento por los productos poco calóricos. Teniendo siempre en conciencia, los dictámenes que marca la legislación y los estudios científicos.

## **CAPÍTULO II: SOLUCIÓN ADOPTADA**

### **1. Descripción de la solución adoptada en el proceso**

El éxito en cualquier proceso de extracción de glucósidos de esteviol, radica en la pureza final de los glucósidos, dicha pureza, se considera aceptable si se sitúa por encima del 80%, en este anteproyecto, se estudiarán distintas alternativas, para evaluar y analizar, cuál de ellas consigue una mayor pureza de glucósidos, y por otro lado, estudiaremos la rentabilidad de los distintos procesos, pues, en esencia, lo que se pretende con este estudio minucioso de las tres alternativas, es llegar a un equilibrio, entre aquella alternativa que logre una mayor pureza del esteviosido, y que además, sea rentable, la selección final de la alternativa radica por un lado en la pureza del esteviosido, y por otro, se tendrán en cuenta los datos referentes a la rentabilidad del proceso.

### **2. Productos a elaborar.**

En la actualidad existen multitud de procesos de extracción y muchas patentes, pero lo importante a la hora de decantarnos por un proceso u otro, es tener claro que producto final queremos conseguir.

En nuestro caso, queremos obtener un producto sólido (polvo), con una pureza en esteviósidos de al menos un 95%, obtenidos de una manera segura y con las menores alteraciones químicas posibles para cumplir con las especificaciones de la FDA (Food and Drug Administración) de producto natural y seguro.

Conociendo el hecho de que mediante aplicación industrial la extracción con agua caliente puede llegar a lograr entre un 93 y un 98% de efectividad en cada etapa, además de ser, el más económico de los solventes, y cumpliendo las especificaciones de producto natural y seguro

Llegamos a la conclusión de que nuestra mejor opción es elegir un proceso de extracción mediante agua como solvente, en concreto se utilizará agua procedente de la red de agua pública, la cual, pasará por un sistema de osmosis, para conseguir un agua más pura y limpia, utilizar un sistema de osmosis nos facilita y nos ayuda en gran medida a conseguir la pureza deseada en la molécula de estevia, es decir, aumentamos la pureza del glucósido de esteviól.

### **3. Materias primas**

El producto que finalmente se obtiene después del proceso de extracción, es un polvo blanco, parecido al azúcar, que se obtiene mediante un proceso final de evaporación y cristalización.

Para la elaboración de este edulcorante, únicamente vamos a necesitar hojas de estevia secas, y agua.

- Descripción de la planta

La estevia es un arbusto perenne que normalmente alcanza los 0,9 m de altura. De hojas lanceoladas o elípticas y dentadas, alternas, simples, presentan un color verde oscuro brillante y de superficie rugosa, algunas de ellas pueden presentar vellosidades, sus medidas suelen estar en 5 cm de largo y 2 cm de ancho. De tallos, pubescentes y rectos, se ramifican después del primer ciclo vegetativo, y suelen tener tendencia a inclinarse.

Sus raíces son principalmente superficiales, fibrosas, filiformes y perennes, la raíz es la única parte de la planta que no contiene los esteviósidos.

- Flores de Stevia

Son plantas dioicas que a comienzos de primavera presentan flores pequeñas, tubulares y de color blanco, sin fragancia perceptible, en panículas corimboides formadas por pequeños

capítulos axilares; tardan más de un mes en producir todas las flores. En estado silvestre son polinizadas por abejas, normalmente del género Megachile. Los frutos son aquenios dotados de un vilano veloso que facilita su transporte por el viento.

La diferencia de rendimiento en esteviósidos y rebaudiósidos es muy pronunciada entre los distintos cultivos, alcanzando incluso proporciones de 5:1. Hoy día la de mejor calidad y mayor rentabilidad es la "estevia paraguaya", con hasta 4 a 5 cosechas anuales.

#### **4 .Extracción de los principios edulcorantes de la estevia.**

Las extracción de los glucósidos de esteviol, como hemos comentado alguna vez a lo largo de este trabajo, se pueden realizar de muchas formas, existen distintos métodos, a continuación, describiremos tres de los procesos que se han considerado como los más relevantes, tales procesos, posteriormente fueron analizados, y se les hizo un estudio, tras analizar los datos del estudio, nos decantamos por realizar la extracción mediante solventes acuosos, los datos tanto técnicos, donde se incluyen los balances de masa, etc., se encuentran en los anejos correspondientes, así como el estudio económico de las alternativas.

- Extracción por medio de solventes acuosos:

Este método nos permite obtener los principios activos cumpliendo además, con las especificaciones de producto natural que se requieren para su comercialización.

Para la extracción de los glucósidos lo primero que hay que hacer, es realizar una infusión de agua y hojas estevia, dejando que la mezcla cueza el tiempo estimado y a temperatura estimada, que normalmente son 3 horas a 60°C.

Tras este tiempo de contacto, se obtiene un extracto, que es el que posteriormente se irá pasando al sistema de filtración por membranas. Las partículas se irán quedando retenidas en suspensión, el tamaño de los matices irá cambiando a medida que la mezcla avance por los filtros, hasta que finalmente, en la última filtración se quede la molécula deseada.

Los filtros retienen pigmentos y sustancias de alto peso molecular de hasta 150 Dalton, obteniendo un concentrado, donde están presentes los glucósidos de interés. Inicialmente se realiza un filtrado con membranas que van desde 20 a 1 micra, luego la solución pasa por un filtro de carbón activado y finalmente se somete a un proceso de ultrafiltración, dialfiltración y nano-filtración en este orden.

- Extracción por fluidos supercríticos:

Un fluido supercrítico es aquel que a una temperatura y presión superior a la crítica, incrementa su poder como solvente y le proporciona una mayor capacidad de penetración en la estructura sólida frente a los líquidos.

- Intercambio iónico:

En este método se llevan a cabo dos extracciones, una primera, se lleva a cabo con un solvente de polaridad intermedia, menor a la del agua, que se utiliza para remover las impurezas de baja polaridad y en la segunda, se realiza con un solvente de alta polaridad, superior a la del agua, mediante la cual, se extraen los glucósidos. El extracto, se introduce en una columna cromatográfica con fase estacionaria, constituida a base de sílica para capturar los glucósidos y seguidamente, un solvente de polaridad intermedia, este solvente nos ayudará a capturar los glucósidos adheridos a la columna.

Para conseguir nuestro producto final deseado, realizaremos una extracción por solvente acuosos, el objetivo de esta extracción, es obtener los glucósidos de esteviol, en el proceso, obtendremos por un lado, rebaudiósidos A y esteviosido.

La extracción por solventes acuosos, tal y como han detallado muchos autores en diferentes artículos, es el proceso que más respeta el sabor original de la planta, en otros procesos, el sabor obtenido finalmente, suele quedar demasiado amargo, algo que el consumidor rechaza totalmente.

El sabor, y el olor, son aspectos clave en la mayoría de los productos alimentarios, ya que de sobra es sabido, que un olor, sabor o color desagradable, hace que el producto sea rechazado casi de manera automática, mientras, que cuando los productos presentan olores y sabores agradables, la aceptación es casi inmediata.

El proceso empieza triturando las hojas de Stevia secas, la trituración es opcional, hay distintos artículo donde en unos las hojas aparecen trituradas o molidas y en otros no, en este caso, hemos optado por triturar las hojas, para de esta forma aumentar el área de contacto.

Tras la trituración, las hojas serán introducidas en un extractor agitado, además, el extractor contiene un falso fondo que tiene una malla de acero inoxidable, esta malla, nos permite dejar por un lado las hojas de stevia ya infusionadas y en la otra parte, estaría todo el extracto, que a continuación, haremos pasar por las distintas membranas del proceso de filtración.

Dicha extracción se realizará a una temperatura de 60°C, el calor necesario para la operación, lo obtenemos mediante una caldera, el vapor que se obtiene en la caldera circulará por la camisa de vapor que tiene el extractor.

El extracto obtenido en el sistema de extracción, irá pasando por diferentes filtros, a lo que llamamos en este proyecto sistema de filtración por membranas, el extracto, a medida que

vaya pasando por las diferentes membranas, ya que cada una tendrá un tamaño distinto de tamiz, y a medida que vaya avanzando, la mezcla se irá purificando y concentrando, ya que en cada membrana, se quedarán retenidas todas aquellas partículas no deseadas.

El primer filtro que nos encontramos en el proceso, es el propio del extractor, es decir, el falso suelo, es muy importante, que esta operación se haga bien, ya que a las tuberías del sistema de filtración, no puede entrar ninguna materia sólida.

A esta primera filtración, la llamaremos de ahora en adelante, tanto en los anejos como en ,los planos, macrofiltración.

El extracto saliente de la etapa de macrofiltración será bombeado hacia el sistema de microfiltración y ultrafiltración, en estas etapas se podrán eliminar compuestos tales como proteínas, lípidos, taninos y otros compuestos de alto peso molecular.

Pasadas esta etapas, el fluido se dividirá en dos, por un lado tendremos una corriente que pasará a la siguiente etapa, nanofiltración, y por otro lado, tendremos una corriente, que no utilizaremos en este proceso y que será desechada, a dicha corriente la llamaremos de rechazo.

En este proyecto no hemos contemplado la posibilidad de vender el rechazo como subproducto a otro tipo de industrias, como por ejemplo a industria químicas encargadas de la elaboración de fertilizantes, pero es cierto, que aunque este rechazo no nos sirve en nuestro proceso particular para la elaboración del edulcorante, es totalmente apto para ser utilizado como abono o fertilizante.

Como decíamos, en la etapa de ultrafiltración, el fluido sigue purificándose, seguidamente a este paso, una parte de este fluido, circulará hacia una columna de carbón activo, esta parte del proceso es crucial, ya que, esta etapa, nos sirve para eliminar el color verdoso procedente de la clorofila, en realidad, y efectos prácticos, esta etapa, se podría

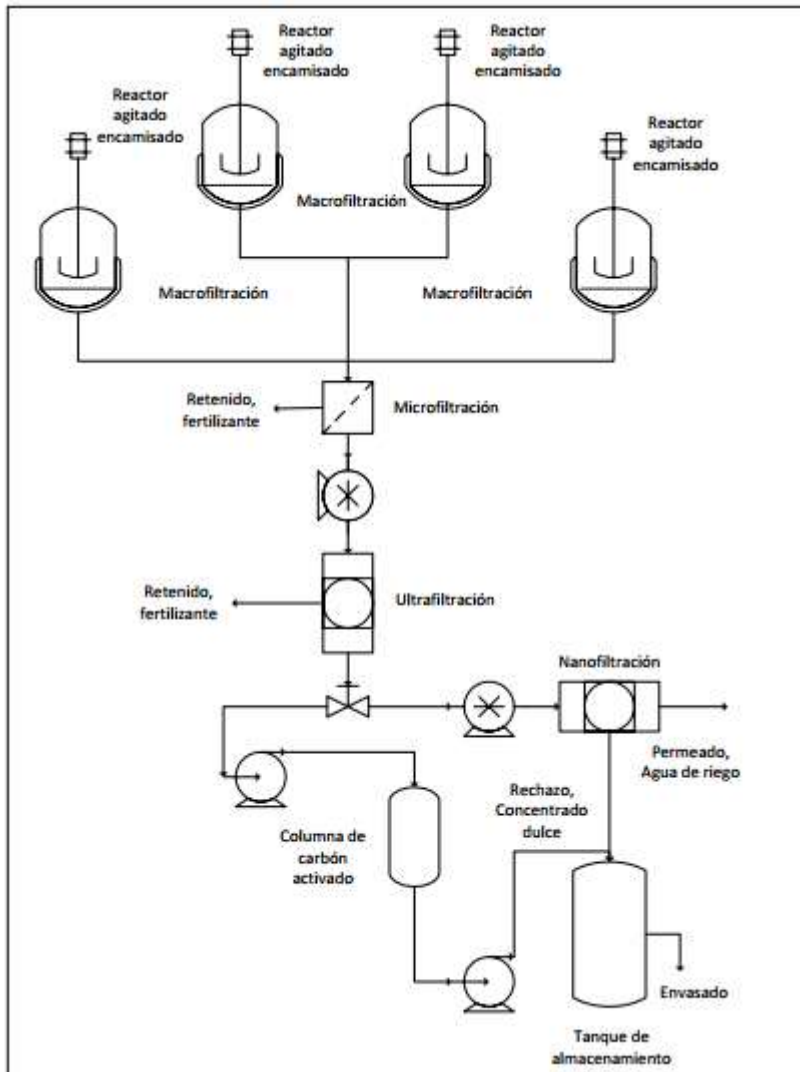
eliminar, pero la incluimos, porque necesitamos un producto final que tenga un color neutro, ya que este producto será vendido a la industria alimentaria, para ser mezclado con sus propios productos.

En la última etapa, las dos corrientes, la que procede de la columna de carbón activado y la de la etapa de nanofiltración, se unirán en un tanque de almacenamiento agitado de acero inoxidable, donde se formará el producto compuesto por los glucósidos de esteviol y agua, este producto en forma de jarabe, pasará seguidamente a un evaporador, donde se evaporará el agua, de esta forma obtenemos un producto sólido, y para que quede con un aspecto parecido al azúcar, lo introduciremos a un cristizador, donde obtendremos un producto de estevia en forma de polvo cristalizado.

Este polvo cristalizado, es el que venderemos por kilogramos a las diferentes industrias alimentarias para que lo incluyan en sus procesos, hemos de comentar también, que aunque en este proyecto no hemos contemplado la siguiente alternativa de trabajo que vamos a describir, pero recalamos, que este polvo obtenido finalmente, ya se puede utilizar como edulcorante y ser vendido también, a industrias encargadas de elaborar edulcorantes, dichas industrias, sólo tendrían que envasar nuestro producto tal cual está, o bien, podría ser mezclado con algún otro tipo de edulcorante.

Esquema de proceso:





## 5. Capacidad de producción

Una de las partes más complejas de cualquier proyecto de ingeniería de alimentos, es hacer el calculo estimado de las cantidades a producir, en este proyecto en concreto, tenemos la difiltud añadida, de que no tenemos muchas referencia bibliográficas en cuando al proceso industrial, ya que toda la documentación que se puede encontrar, es a nivel de pruebas y ensayos de laboratorio, pero no hay en España ni en Europa fabricas suficientes para tener datos que nos puedan ayudar.

Con lo cual, los datos que hemos calculado, han sido a base de mucho trabajo de investigación, consultando todos los datos referentes a consumos de productos edulcorados,

aceptación de productos que contienen estevia, y sobre todo, teniendo en cuenta, las cantidades que por tanteo, creemos que nos va a comprar.

La demanda que hemos estimado es de unos 9540 kg de esteviosidos para el primer año, para lograr la cuota de producción se ha calculado el procesamiento diario de 347 kg de hojas de stevia al día, asumiendo que se trabajan 22 días al mes, los 12 meses del año.

Tabla: Resumen resultados de los balances

Etapas	Permeado Kg	Retenido Kg	Steviolglicósidos %	Kg cristales (producto final diario)
			0,67	
	4945	260	0,71	
	4797	148	0,73	
	5276	240	0,67	
	4749	528	6,65	
			80	44
			<b>98</b>	<b>36</b>

Cada día de trabajo, obtendremos 36kg de glucósidos de esteviol.

#### 6. Distribución en planta. Necesidades de edificios, accesos y urbanización.

Nuestra fábrica se encuentra dispuesta en una nave ya existente, a la cual se le han tenido que realizar diversas tareas de acondicionamiento para poder llevar a cabo nuestro proceso de la manera más eficiente posible.

Los objetivos que se buscan alcanzar con una adecuada distribución son los siguientes:

- Ahorrar áreas ocupadas.
- Obtener el mínimo tiempo de proceso, incrementado la productividad.

- Evitar confusión y congestión de materiales.
- Facilitar la supervisión, lo cual permite asegurar la calidad del producto.
- Reducir los riesgos, favoreciendo moralmente al trabajador.
- Maximizar la utilización de recursos.
- Reducir el manejo de materiales.

Propuestos los objetivos, han tenido mayor consideración en este proyecto los siguientes principios básicos:

- Óptimo flujo: la distribución debe propiciar un flujo continuo del material en proceso, optimizando el tiempo de producción y la utilización de los equipos. Además la supervisión se facilita ya que los materiales se transportan de manera ordenada.

Mínimo recorrido: la distancia de recorrido debe ser la menor posible, evitando cruces, respetando siempre los espacios requeridos en el manejo de los equipos y material en proceso.

- Satisfacción y seguridad: se debe propiciar un ambiente sano para los trabajadores, buena ventilación, pasillos de amplitud adecuada, iluminación en la zona de trabajo, ubicación de servicios higiénicos, zonas de seguridad, vestidores, etc. Así mismo, la distribución debe proporcionar seguridad al material, evitando pérdidas por hurto y su contaminación durante el proceso y almacenamiento.

- Espacio cúbico: se aplica mayormente en el almacenamiento tanto de la materia prima como de los productos terminados, obteniendo el máximo beneficio del espacio disponible. Se tiene en cuenta que las hojas de stevia como materia prima ocupan mucho mayor espacio que los productos terminados.

#### **6.4. Necesidades de laboratorio.**

En nuestra empresa contaremos con un pequeño laboratorio, que estará equipado con un mínimo equipo que nos permitirá llevar a cabo diferentes controles, pruebas, y análisis de nuestro producto.

Los controles periódicos de nuestro producto, nos ayudarán a trabajar en la línea de la máxima calidad.

### **6.5 Organización funcional. Necesidades de personal.**

Las funciones de cada cargo que compone la organización se describen brevemente a continuación:

Junta de Accionistas: Son las personas cuyas inversiones han permitido la implementación de las diferentes áreas que intervienen en el funcionamiento de la empresa. Toman las decisiones más trascendentales como cambiar el giro de la empresa, realizar una gran inversión, etc. Se realizará reuniones periódicas con el gerente general para evaluar los resultados concernientes al plan estratégico de la empresa y los estados financieros.

Gerente General: Se encargará de coordinar las actividades que realizan todas las áreas para lograr los objetivos propuestos en el plan estratégico de la empresa. Tratará directamente con las empresas importadoras y distribuidoras, buscando ampliar la cuota de mercado y fidelidad de los consumidores actuales.

También se encargará de formular los objetivos, políticas, estrategias y presupuestos de la gestión de marketing.

Supervisor de planta: Se encargará de realizar las inspecciones en los procesos críticos, realizando los experimentos necesarios para asegurar que se cumplan las especificaciones del producto. Estará asesorando a los operarios para evitar accidentes que afecten la integridad del

personal, de las instalaciones y la del producto. Controlará el correcto funcionamiento de las máquinas y elaborará un informe diario de los sucesos y tareas realizadas.

Operarios: Los operarios son personas que tienen contacto directo con el producto, desde la materia prima e insumos que ingresan a la planta de producción hasta el despacho del producto final para la venta. Por lo tanto serán responsables de los procesos de transformación asignados, manipulación de los materiales, y manejo de las maquinarias. También se contará con los servicios de una secretaria, un comercial, y personal de limpieza de la planta y oficinas, aunque no serán plantilla fija, sino que se contratarán sus servicios de forma puntual.

### **CAPÍTULO III: RESUMEN GENERAL DEL ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO**

#### **1. Análisis económico del proyecto**

Para conocer la viabilidad de éste proyecto se realizaron los principales estados de resultados (ver anexo III ) como lo son el balance general y los flujos de caja. A partir de lo anterior se determinaron indicadores que permiten conocer y evaluar el negocio. Para el desarrollo de los estados de resultados se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

Presupuesto de Ventas: Supondremos un aumento anual del 5% en la demanda del producto.

Plan de Inversión y financiación: Los recursos económicos para el proyecto se obtendrán a través de ICO (Fondo para la financiación de proyectos realizados por emprendedores) el cual ofrece créditos a grandes productores, una junta de accionistas que también nos respaldan y la creadora del proyecto, que aportará 100.000 €.

Presupuesto gasto de operación: Se tienen gastos de administración y ventas que comprende la nómina, los gastos de oficina (papelería), posibles gastos de viajes y gastos de distribución. Los gastos de publicidad se distribuyen en representación en eventos, publicidad en diferentes medios, página Web. Cabe anotar que en otros gastos se incluye una cantidad destinada a la investigación y el desarrollo, lo cual es de gran importancia para nuestro producto.

Costos de producción: Para la producción de nuestro edulcorante necesitamos con mano de obra, materia prima, insumos y mantenimiento de equipos. También se estima un crecimiento del 5% anual en estos costos.

TIR (Tasa Interna de Retorno): El resultado obtenido fue del 25%, el cual en comparación con nuestra tasa de descuento que es del 20%) arroja un resultado positivo del proyecto.

VAN (Valor Actual Neto): Es la diferencia entre los ingresos y los egresos traídos a valor presente indicando el valor adicional obtenido, después de haber recuperado la inversión y los costos. Se obtuvo un VAN de 321.945,76 lo cual indica que el proyecto genera valor.

Relación Beneficio/Costo: Es la razón entre el valor presente de los ingresos sobre el valor presente de los egresos. Se obtuvo una relación beneficio/costo de 0,49 lo cual indica que por cada 100 céntimos invertidos se están generando 0,49 céntimos de euro.

## **2. Conclusiones.**

Con este trabajo se evidencia una oportunidad de negocio para cualquier persona interesada en nuevas alternativas de inversión con propósitos comerciales unidos al sector agroindustrial.

La stevia es una planta que posee cualidades endulzantes gracias a su principio activo (el steviosido), que es 100 veces más dulce que el azúcar, lo cual la hace atractiva para el consumo humano manifestándose así una oportunidad de negocio para cultivarla, producirla y comercializarla.

El clima y terreno necesarios para el cultivo de stevia permiten el aprovechamiento de la biodiversidad de nuestra región, además su cultivo no requiere una mano de obra especializada, lo cual permite una amplia aceptación por parte de los cultivadores, con lo cual, aunque en este proyecto no se ha contemplado el cultivo de Stevia, para futuros trabajos, podemos decir, que también es una buena oportunidad de negocio.

Nuestro producto hace parte de las tendencias actuales por consumir alimentos bajos en calorías, naturales y que no tengan efectos nocivos sobre la salud.

Actualmente existe un gran desconocimiento sobre la stevia y las empresas industriales dedicadas a comercializarla son aún pocas, lo cual genera un ambiente propicio para popularizarla y posicionar tanto la marca como el producto.

El producto se dirigirá a personas mayores de 20 años que vivan en España, aunque en un futuro, podemos plantearnos relaciones comerciales con otros países. Personas cuyo perfil demuestra que se preocupan por su salud, apariencia física, o buscan consumo mínimo de calorías siguiendo la tendencia hacia los productos naturales, o bien tienen alguna patología por la cual no pueden tomar azúcar.

La venta industrial de cristales de stevia (sin diluyentes) se realizará en cajas de 1 o 5 Kilos, según demanda.

El producto se espera distribuir en grandes industrias agroalimentarias, para que ellas puedan añadirlo a su producto, según su fórmula.

Nuestra nave se ubicará en el Polígono Industrial “Cabezo Beaza”, en la ciudad de Cartagena (España), hemos elegido dicho polígono, tanto por las condiciones económicas, como por la excelente ubicación, con salida directa hacia la autovía.

Nuestra fábrica trabajará 22 días al mes, durante los 12 meses del año, con una producción diaria de 36 kg de glucósidos de esteviol, lo que hace un total de 9540 kg de producto al año.

Los indicadores calculados para un periodo de cinco años demuestran que el proyecto es viable, y se espera recuperar la inversión en 5 años, un plazo razonable teniendo en cuenta la inversión inicial.



**CAPÍTULO IV: RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO**

A continuación presentamos un cuadro donde se pueden ver las distintas partidas en las que se divide el proyecto y las cantidades destinadas a cada partida.

PARTIDA 1. INMOVILIDAD DE LOS ELEMENTOS.....	52.570
PARTIDA 2. RED DE SANEAMIENTO.....	68.127
PARTIDA 3. ESTRUCTURAS.....	63.695
PARTIDA 4. ESTRUCTURA METÁLICA.....	1.364,13
PARTIDA 5. PAVIMENTOS.....	38.411,20
PARTIDA 6. FONTANERÍA.....	2.550
PARTIDA 7. ACONDICIONAMIENTO DEL LUGAR DE TRABAJO.....	15.000
PARTIDA 8. AISLAMIENTO ACÚSTICO.....	18.531
<b>TOTAL DE PARTIDAS.....</b>	<b>244.654,44</b>
23.00 % GG+BI.....	56.570,52
21.00 % IVA.....	63.194,24
<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA.....</b>	<b>364.119,20</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL.....</b>	<b>364.119,20</b>

**Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRESCIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL CIENTO DIECINUEVE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS**

MURCIA, a 01 de Junio de 2017

El alumno de Grado de Ingeniería Agroalimentaria y de los Sistemas Biológicos

**Bibliografía.**

MARTINEZ, Tomas. "La hierba dulce. Historia, usos y cultivo de la Stevia Rebaudiana Bertoni". 8 Capitulo. Ciencias de la Salud. 2002.

KUTOWY, Oleh. "Extraction of sweet compounds from Stevia Rebaudiana Bertoni." World Intellectual Property Organization.

HABEYCH, David N. "Proyecto de Investigación: Obtención de edulcorante de Stevia Rebaudiana Bertoni". Universidad EAFIT. Departamento de Ingeniería de procesos. Medellín. Marzo de 2004.

LAURA DAYANA LÓPEZ TORRES. Creación de una empresa dedicada a la producción de Stevia. Universidad Pontificia Javeriana de Argentina.

# **ANEJO I**

## **Estudios previos del producto a elaborar**

## ÍNDICE

1. Introducción.....	38
2. Determinación de las especificaciones del producto.....	40
2.1. Especificaciones del edulcorante a partir de la planta de Stevia.....	40
2.2. Especificaciones comerciales.....	43
2.3. Especificaciones técnicas y científicas.....	44
2.3.1. Importancia de la estevia en el tratamiento de la obesidad.....	44
2.3.2. Complicaciones de esta enfermedad.....	45
2.3.3. El papel de la estevia en el control de peso.....	46
2.3.4. Otros beneficios asociados al consumo de estevia.....	47
2.3.5. La seguridad de los edulcorantes de estevia.....	47
2.4. Especificaciones legales.....	47
3. Posible evolución de las especificaciones del producto, según la evolución de la demanda.....	49
3.1. Análisis de las expectativas de mercado dentro de la cadena alimentaria..	55
4. Análisis de las expectativas de mercado.....	57
4.1. Evolución de la producción nacional e internacional.....	58
4.2. Situación del mercado interior, localización de los mercados y canales de distribución. Importaciones.....	59
4.3. Situación del mercado exterior, localización de mercados y canales de distribución. Exportaciones.....	63
4.4. Evolución de precios y factores determinantes de los márgenes de comercialización en los diferentes canales y segmentos.....	64
4.5. Influencia de la calidad sobre el precio.....	65

4.6. Análisis de la competencia. Estructura de las empresas del sector. Tamaño, localización, tecnología e ingeniería de las empresas de la competencia.....	65
5. Bibliografía.....	67

## 1. INTRODUCCIÓN

Ante la creciente demanda de productos bajos en calorías , Estevia ha tomado un sitio muy importante en la cesta familiar, es empleada como edulcorante de mesa, así como en la elaboración de bebidas, dulces, mermeladas, chicles, en pastelería, confituras y yogures, entre otros. Pero además de sus propiedades endulzantes, Estevia tiene importantes efectos sobre la salud.

La stevia es uno de los edulcorantes naturales con más alcance en el mercado, originario de Paraguay y explotado mayoritariamente en China. Stevia es un edulcorante natural que reemplaza fácilmente a los edulcorantes sintéticos, como el aspartamo o la sacarina. La hoja de stevia, está constituida principalmente por glucósidos de esteviol, conocidos como esteviosidos y un grupo de rebaðuósidos. Existen muchas especies de Stevia, y es precisamente, la variedad de la planta, lo que las hace diferentes unas de otras, dependiendo de la especie a la que le hagamos la extracción de los glucósidos, obtendremos un resultado u otro, no todas las variedades presentan las mismas concentraciones en glucósidos, ni tienen el mismo sabor, de unas variedades a otras se pueden encontrar una gran gama de sabores finales, que irían desde un amargo profundo, hasta un amargo suave y dulce. Uno de los principales problemas que plantea la extracción de dichos glucósidos, es precisamente encontrar la variedad perfecta para conseguir la mayor pureza de los esteviosidos y rebaðuósidos.

Existen cuatro especies de plantas importantes desde un punto de vista comercial: Stevia criolla o nativa, Stevia Morita II, Stevia Eiritee y Stevia Jbb.

La diferencia fundamental entre las variedades mejoradas de la criolla o nativa es la reproducción de las plantas y el contenido de Glucósidos de Steviól.

Mientras que la Stevia nativa se puede reproducir a partir de semillas y es muy adaptable a diferentes condiciones agroambientales; pero con un rendimiento en sus hojas de sólo 12% de glucósidos de Steviol.

Las variedades mejoradas sólo se pueden reproducir a través de esquejes por ser una planta sumamente alógama (capacidad de cruce con otras variedades); exigiendo un manejo agronómico sofisticado y condiciones ambientales óptimas; lográndose así mayores rendimientos de rebaudiósido y steviolósido.

Las plantas como Stevia Morita II, pertenecen a las variedades obtenidas para la obtención de altas concentraciones de Rebaudiósido A; crecen mejor en zonas de clima tropical, tiene un sabor más noble y dulce que otras especies y contienen cerca de 10 a 12% de Rebaudiósido "A" y de 2 a 4% de Steviolósido, pero con mayores necesidades de manejo en el cultivo.

Stevia , es una planta desarrollada por el laboratorio japonés Stevia JBB, para optimizar la producción de tallo de Stevia y aprovechar los importantísimos contenidos antioxidantes presentes en al tallo de Stevia.

Stevia Eirete, desarrollada por el instituto agronómico nacional de Paraguay, su cultivo no permite la reproducción por semilla y produce un 19% de elementos totales de edulcorantes en promedio.

Como se indica, las hojas de Stevia son diversas y de muchos sabores; las hay desde Stevias con bajos contenidos de endulzantes totales y con características de sabor más adustas; como también hay hojas que tienen una estandarización en su calidad y por lo tanto mejores sabores.

En países como China, se realiza extracción de distintas variedades, en España, la especie más utilizada, es la Morita.

Esta planta es usada como edulcorante natural no calórico recomendada para personas diabéticas, con problemas de peso, o simplemente personas que quieran llevar una alimentación saludable.

Por referencias bibliográficas se conoce que tiene muchas propiedades beneficiosas: digestiva, antibacteriana, diurética, antiácida y cardiotónica, antioxidante, desintoxicante, cosmética y antidiabética. Es usada como infusión, en extracto y como cristales solubles, para estas dos últimos es necesario hacer una purificación y clarificación.

## **2. Determinación de las especificaciones del producto.**

### **2.1. Especificaciones del edulcorante obtenido a partir de la planta de Stevia.**

#### CAPACIDAD EDULCORANTE

El edulcorante que se obtiene es 300 veces más dulce que la sacarosa a una concentración de sacarosa del 0,4% y 110 veces más dulce que la sacarosa a una concentración de sacarosa del 10%.

#### ESTABILIDAD

Es estable en un rango amplio de pH: de 3 a 9 aún a 100°C (posee estabilidad térmica a temperaturas normales de procesamiento de los alimentos). Por encima de pH 9 se produce una rápida pérdida del dulzor.

En bebidas gasificadas que incluyen en su composición ácido cítrico y fosfórico, se reportan pérdidas del 36% y 17% respectivamente cuando se almacena a 37°C.

Rebaudiana A es más estable que el aspartamo y el neotamo a pH bajo y alto y en preparaciones con sometimiento a calentamiento.



## COMPOSICIÓN

El esteviosido es un glucósido diterpeno de peso molecular = 804,80 con fórmula: C<sub>38</sub>H<sub>60</sub>O<sub>18</sub> Puede metabolizarse de manera indirecta en el hombre por medio de las enzimas digestivas a steviol y glucosa (el steviol inhibe la fosforilación oxidativa in vitro). Las propiedades químicas de los cristales son:

En estado de pureza funden a 238º

No fermenta

Es levógiro (31,8 para el producto anhidro)

Es soluble en agua, alcohol etílico y metílico

No es hidrolizable por emulsión

No se metaboliza en el organismo, por lo tanto no provee calorías

## CARACTERÍSTICAS DEL DULZOR

El poder endulzante para los edulcorantes de alta potencia está dado por su equivalencia en sacarosa. Sin embargo, es importante definir el medio en que esta determinación se realiza (agua, ácido fosfórico, a qué pH, etc.), si este aspecto no se aclara se asume que se mide en agua. Un uso razonable de los edulcorantes de alta potencia es emplearlos en concentraciones del 4-8%, es por eso que resulta prudente hacer la comparación a una concentración del 6% (Prakash et al., 2008). El poder edulcorante del Rebaudiósido A (que recordemos era el glucósido de sabor más dulce) es similar al del aspartamo.

Edulcorante	Poder endulzante aproximado
Acesulfame K	200
Aspartame	200
Rebaudiósido A	200-300
Neotame	8000
Sacarina	300
Sucralosa	600

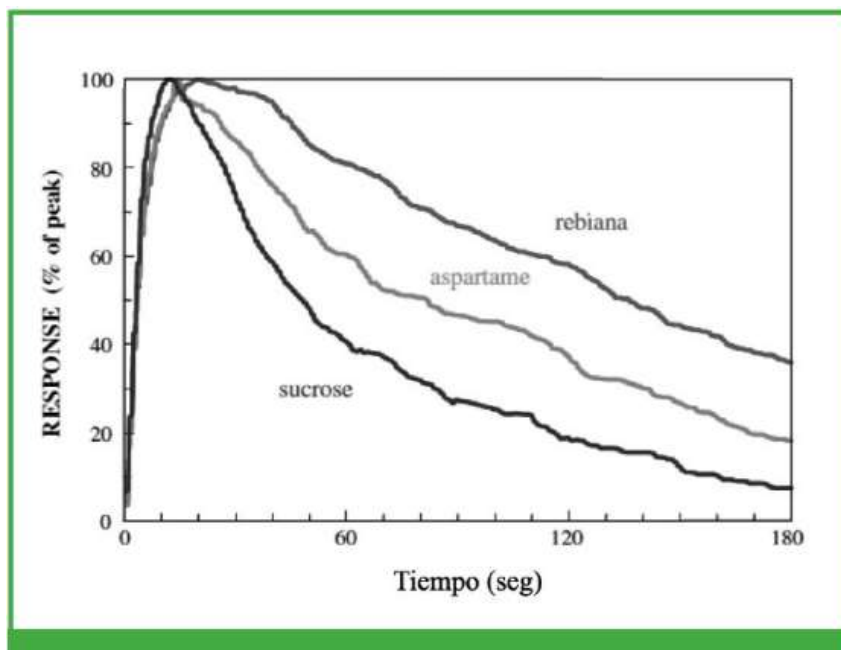
#### PERFIL DE SABOR

De los glucósidos de la Stevia, el Rebaudisido A además de poseer un dulzor más pronunciado tiene un mejor perfil de palatabilidad, teniendo menor sabor amargo o a regaliz que se ha asociado a otros glucósidos de la Stevia (Brahmachari et al., 2011, Goyal et al., 2010) o a la presencia de aceites esenciales, taninos, y flavonoides de la misma.

La percepción del sabor puede tener cambios en el tiempo, esta propiedad es muy importante para su empleo en comidas y bebidas y es un complemento a su perfil de sabor. Todos los endulzantes tienen dos características: un tiempo de aparición (TA) del sabor y un tiempo de extinción (TE). Los edulcorantes de alta potencia, a diferencia de los endulzantes calóricos naturales (sacarosa, etc.) poseen un prolongado tiempo de extinción. Esto es muy útil en algunos productos como los chicles donde la perduración del dulzor es muy deseable. Los glucósidos constituyentes de la Stevia tienden a producir un sabor dulce menos instantáneo e inmediato que la sacarosa, pero su sabor se prolonga por un largo período.

Como se muestra en la gráfica, el TA máximo fue menor para la sacarosa, un poco más largo para el aspartame y el más largo para la stevia. El TE fue el más largo para la stevia, seguido por el aspartame y luego la sacarosa. Siendo el TE de la stevia significativamente mayor que con sacarosa.

Gráfica: Representación del tiempo de aparición del sabor frente al tiempo de extinción.



## 2.2. Especificaciones comerciales

Actualmente existen en el mercado diferentes edulcorantes elaborados a partir de extracciones realizadas a la planta de Stevia, resulta curioso comprobar, que todos los edulcorantes que actualmente existen en el mercado, son una mezcla de glucósidos de esteviol y algún tipo de edulcorante artificial, ya sea aspartamo, ciclamato, sacarina, e incluso en algunos casos, bicarbonato. Las concentraciones de glucósidos de esteviol, varían de unas marcas a otras, pero todas se mueven en rangos del 2 al 4 %.

Las razones por las cuales los glucósidos se mezclan con otro edulcorante, son puramente comerciales, de sobra es sabido que el poder endulzante de stevia es casi 300 veces mayor que el azúcar, por esta razón, si en un sobrecito individual de monodosis de edulcorante, sólo metiésemos steviol, la cantidad sería mínima, siendo muy difícil su comercialización, los consumidores necesitan un producto cómodo que puedan aplicar directamente, si sólo

ponemos estevioles, sería el propio consumidor el que tendría que ir midiendo la cantidad exacta de edulcorante, para obtener el sabor deseado.

Sin embargo, para la industria agroalimentaria, si se puede suministrar directamente los glucósidos de esteviol, ya que cada industria se encargaría de realizar las pruebas de sabor para cada producto. Hemos de especificar, que los glucósidos de esteviol, no se pueden utilizar en aquellos productos que necesiten horneado, como pastelería, bollería, ya que los glucósidos, no proporcionan la textura requerida ni tendrán el color tostado una vez horneado, para este tipo de productos, si se quieren utilizar los estevioles, habría que añadir a la mezcla FOS, para conseguir el resultado deseado, sin embargo, para la industria refresquera, para mermeladas, confituras, postres lácteos y alimentación infantil, está totalmente indicado, ya que su utilización en la industria es muy sencilla.

Nota: Según el dictamen del Comité de Expertos en Aditivos Alimentarios de la OMS, la Autoridad estableció una ingesta diaria admisible de glucósidos de esteviol, expresados como equivalentes de exterior, de 4 mg/kg de peso corporal al día.

### **2.3. Especificaciones técnicas y científicas.**

#### **2.3.1. La importancia de stevia en el tratamiento de la Obesidad.**

La obesidad constituye uno de los mayores problemas de salud pública en el S.XXI afectando a más de un billón de adultos a nivel mundial (WHO, 2015). Su prevalencia se ha triplicado en muchos países europeos desde 1980 y el número de afectados sigue en aumento.

En Europa la prevalencia varía según los países, alcanzándose los valores más altos en los países del este y centro de Europa, desde un 5% hasta un 23% en varones, y desde un 7% a un 36% en mujeres. Actualmente es la responsable del 2-8% del coste sanitario y del 10-13% de las

muerres en diferentes regiones de Europa. Una situación igual de prioritaria, pero aún más alarmante, es la que ocurre en E.E.U.U, donde entre los años 1960 y 2012 la prevalencia de obesidad en adultos se ha incrementado del 13,4% al 30,9% y según datos recientes estas cifras ya se sitúan en el 33%.

En España, según el estudio realizado por la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO) en el año 2014, en las comunidades autónomas de Madrid, Cataluña, País Vasco, Valencia, Andalucía, Baleares, Canarias y Galicia, se observó que entre la población adulta (entre 25 y 60 años) el padecimiento de obesidad afectaba al 14,5% de los individuos, y el de sobrepeso al 38.5%. De acuerdo con los resultados del estudio DORICA se estimó una prevalencia del 15,5%, con una prevalencia más elevada en las mujeres, (17,5%) que en los varones (13,2%). Según el último estudio: Estudio ENRICA (Estudio de Nutrición y Riesgo Cardiovascular en España) 2012-2014, las cifras de sobrepeso ascienden al 39.4% y obesidad: 22.9%, siendo la sobrecarga ponderal total del 62% de la población. Las proyecciones de futuro realizadas indican que, si no se actúa inmediatamente, para el año 2030 el 100% de la población adulta americana presentará obesidad, mientras que en España, hasta ese año, la población obesa masculina aumentará en el 33% y la femenina en el 37%.

### **2.3.2 Complicaciones de esta enfermedad**

La obesidad se asocia a complicaciones severas y los enfermos obesos tienen un mayor riesgo de morbilidad. En este sentido, se ha comprobado que la mortalidad empieza a aumentar cuando el IMC supera los 25 kg/m<sup>2</sup>. Las personas con un IMC superior o igual a 30 kg/m<sup>2</sup> presentan un incremento de aproximadamente entre el 50 y el 100% tanto en la mortalidad total como en la debida a ECV, respecto a la población con un IMC de 18.5 a 25 kg/m<sup>2</sup>.

### **2.3.3. El papel de la Stevia en las dietas para el control del peso**

Muchas dietas de adelgazamiento actualmente utilizadas se basan en la restricción de calorías. Sin embargo, la regulación del peso corporal, además de estar influenciada por la cantidad de energía ingerida, también lo está por la composición de la dieta, por lo que se deben tener en cuenta ambos aspectos. Las dietas prescritas para el tratamiento de la obesidad deben ser hipocalóricas y equilibradas. Se prescribirá una dieta que aporte entre 500 y 1000 kcal menos de las requeridas, con el fin de conseguir una pérdida de peso de 2 a 4 kg al mes.

La Stevia es un endulzante natural y sin calorías que permite contribuir a una reducción del aporte energético de la dieta, manteniendo el placer y la satisfacción al comer. Poder recurrir a la preparación de alimentos dulces sin añadir calorías permite también una mayor adherencia a la dieta, ya que evita el aburrimiento y la monotonía que suele llevar a su abandono. Por otro lado, el consumo de Stevia no afecta el nivel de ingesta de la comida siguiente ya que tras su administración a adultos normopeso o con sobrepeso, ambos informaron niveles similares de hambre y saciedad, y no aumentaron su ingesta calórica en la siguiente comida.

### **2.3.4. Otros beneficios asociados al consumo de glucósidos de steviol.**

Efecto antihipertensivo

Efecto antidiarreico

Efecto antiinflamatorio

Efecto antioxidante

Efecto anticariogénico

### **2.3.5. La seguridad de los edulcorantes de estevia**

Los estudios respaldan claramente la seguridad de los edulcorantes de stevia. Además, los estudios clínicos demuestran que los glucósidos de steviol que cumplen con los criterios de pureza establecidos por el Comité Conjunto de Expertos en Aditivos Alimentarios de la OAA/OMS no tienen efecto en la respuesta de la presión sanguínea ni de la glucosa en sangre, lo cual indica que los edulcorantes de stevia son seguros para ser utilizados por las personas que tienen diabetes.

Los estudios realizados recientemente, inclusive los estudios en seres humanos sobre seguridad, metabolismo e ingesta, respaldan la seguridad de los edulcorantes de stevia. El JECFA ha realizado un minucioso análisis científico de los datos científicos existentes sobre los glucósidos de steviol y ha concluido que son seguros para utilizarse en alimentos y bebidas. Basándose en las abundantes investigaciones publicadas, los expertos científicos independientes, tanto en los EE.UU. como alrededor del mundo, han concluido que los edulcorantes de stevia son seguros para las personas de todas las edades y poblaciones, y se ha establecido una ingesta diaria aceptable (IDA) de cuatro mg/ kg de peso corporal (expresada como steviol). La ingesta estimada de glucósidos de steviol incluso entre los mayores consumidores no excede la IDA. La revista Food and Chemical Toxicology publicó un suplemento especial sobre el tema de la seguridad de los edulcorantes de stevia en mayo de 2008.

### **2.4. Especificaciones legales.**

#### Situación regulatoria del uso de la estevia como ingrediente alimentario

Recientemente se ha publicado una Nota Informativa de la AECOSAN, Aprobada en Comisión Institucional de 25 de marzo de 2015, por la que se revisa la situación del uso de los productos de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), a la luz de los datos de seguridad de esta

planta.

Desde 2011 se encuentra autorizado en la Unión Europea el uso del edulcorante E 960, glucósidos de esteviol, procedentes de *Stevia rebaudiana*, mediante el Reglamento (UE) nº 1131/2011, de la Comisión, de 11 de noviembre de 2011, por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) nº 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo.

#### Base legal

Reglamento (CE) 258/1997 sobre nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios.

Reglamento (UE) nº 1131/2011, de la comisión, de 11 de noviembre de 2011, por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) nº 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo.

#### Cuerpos legislativos, regulatorios y de tasación de riesgos

European Food Safety Authority (EFSA)

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)

US Food and Drugs Administration (FDA)

European Commission – DG SANCO, Food Safety

European Parliament – Committee on the Environment, Public Health and Food Safety

#### Estándares internacionales en alimentación

Codex Alimentarius

#### Organizaciones internacionales

The World Health Organization

The Food and Agriculture Organization of the United Nations



### **3. Posible evolución de las especificaciones del producto, según la evolución de la demanda.**

Los avances en la aprobación del uso de la stevia como edulcorante alimentario hacen que cada vez existan más productos disponibles con esta planta revolucionaria, que podemos encontrar en herboristerías, tiendas de dietética, en Internet y, progresivamente, cada vez más en comercios convencionales.

Actualmente se puede encontrar stevia en más de 5000 alimentos y bebidas de todo el mundo, entre los que se incluyen refrescos, zumos, aguas, leches con sabores, yogures, productos horneados, cereales, aliños para ensaladas, salsas, golosinas, endulzantes de mesa y mucho más.

Esta potente combinación de endulzante sin calorías y de origen vegetal hace que la stevia sea única en el mundo de los alimentos y las bebidas.

Según la FDA, desde el año 2008 hasta el 2015, ha habido un aumento del 15% anual en el consumo de estevia. Está demostrado, que es un mercado creciente, en el que cada vez hay más consumidores.

Aunque, aún falta mucho para que la stevia esté instalada masivamente en la dieta diaria de los españoles, como ocurre en Japón, principalmente porque la gente aún consume mucha azúcar, edulcorantes, y son pocos los productos que contienen estevia, aunque esa tendencia va cambiando en forma paulatina, ya que, actualmente existen algunos productos la industria agroalimentaria, que combinan el uso de estevia, con pectinas, inulina y polidextrosa, reduciendo considerablemente la cantidad de azúcar en los productos.

El consumidor en general, reconoce la stevia como concepto de producto natural. Esto se dio principalmente al integrarla dentro de los productos "bio", "dietéticos" y saludables, como yogures y zumos. Además, marcas importantes de edulzantes artificiales han puesto

sus ojos en la stevia y han sacado distintos formatos que la incorporan como parte fundamental de la oferta.

La demanda de este tipo de productos está en aumento sostenido, la parte negativa radica en que las grandes compañías, están vendiendo productos de stevia combinados con azúcar, con lo cual, de esta planta tienen muy poco, y casi todo lo que contienen es glucosa, fructosa y otros aditivos, pero de stevia muy poco. Así y todo, hasta el momento el negocio arroja cifras positivas.

- Proyecciones de nuestro negocio

“Lady Stevia”, espera aumentar la producción, siempre y cuando la demanda siga aumentando como lo ha hecho hasta el momento.

En tanto, Lady Stevia planea potenciar la divulgación del endulzante natural en conjunto con productores locales españoles, creemos que pronto estaremos en condiciones de crear alianzas para ofrecer la stevia de la mejor forma posible.

“Lady Stevia” llevará a cabo un plan de acción, compuesto principalmente por nuestra hoja de ruta, en la que muchos de los puntos expuestos tienen una motivación comercial, otra educativa, otra operativa y otros incluso filosófica, y es debido a que la stevia es un todo. Por ello es importante aplicar esfuerzo en todos los puntos que conforman la unicidad, no sólo en lo comercial, o lo divulgativo.

#### Sectores

**-Herbolarios y parafarmacias.** Sin duda un sector con pequeña pero creciente actividad. Por ello, y por las actividades paralelas que suelen patrocinar, son de mucha importancia para la stevia. Es de notar que muchos herbolarios están en proceso de cierre (por el efecto “crisis”), y

sin embargo, otros más recientes tienen gran crecimiento. La diferencia obvia entre ambos es la diversidad y calidad de productos y actividades: un herbolario que realiza talleres, promociones, actividades (yoga, senderismo, tiro con arco, avistamiento de cetáceos, etc...), aún con una gama de productos de calidad, pero mínima, sobrevive, sobre todo si está interrelacionada con éste tipo de talleres/actividades/cursos. La tendencia del consumidor modelo herborista es más “por lo que le cuentan” (boca a boca) que por lo que es bombardeado por los medios o las imposiciones publicitarias. Por ello se deduce que éste sector se abre camino y hace rotar la stevia con el tiempo conforme la demanda del cliente sea mayor. Es el sector que más en contacto con la realidad está.

- **Suministradores y distribuidores a farmacias y hospitales.** El sector farmacéutico está, como todos sabemos, subyugado a intereses de empresas farmacéuticas especializadas en mantener el status actual, sin entrar en detalles. Por ello, sólo comercializan o distribuyen productos regulados por las agencias farmacéuticas o de medicamentos, generalmente siempre productos industriales. Esto hace que los únicos productos comercializables en este sector son los basados en extracto de stevia y nunca con la hoja entera, aunque hay excepciones.

- **Sector médico especializado.** El sector médico es el más complejo, por diversidad y status legal, así como aplicaciones de la stevia en el campo medicinal, estudiadas ampliamente pero no reconocidas a nivel oficial en Europa, aunque sí en otros países del mundo. Este sector es el más importante debido a su proyección e influencia sobre la sociedad en general, pero no se puede abarcar con una visión convencional de la medicina, sino que es necesaria una visión más holística, completa, con consciencia de lo que es la salud, la enfermedad y la curación. Se podrían incluir todas las especialidades médicas o paramédicas, pero las más relacionadas con la stevia son: - Homeópatas - Endocrinos - Dietistas/Nutricionistas - Naturistas - Pediatras (incidiendo en obesidad y diabetes infantil).

- **Asociaciones de diabéticos.** Debido a la condición de epidemia sostenida, la diabetes dispone de toda una serie de estructuras sociales. Desde tiendas y mercados especialmente enfocados a diabéticos hasta medicamentos específicos, pasando por asociaciones de diabéticos, de las cuales [fincastevia.com](http://fincastevia.com) en España existen decenas de ellas. Hasta ahora se mantienen expectantes, sin mucho movimiento, puede ser debido a la condición novedosa así como a la poca oferta e información. A éstas asociaciones conviene presentarles estudios específicos y bibliografía, así como testimonios de diabéticos y ex diabéticos que toman stevia.

- **Entidades deportivas.** El deporte, debido a su proyección en los medios de comunicación, así como la imagen que tenemos de los deportistas en general, los cuales cuidan sus dietas y su salud por razones profesionales. Darla a conocer, y crear consumidores y defensores de la stevia en el sector deportivo es positivo por varias razones. Primero mejoramos y contribuimos a mejorar la salud de los deportistas cuyos resultados pueden mejorar al menos mínimamente. Segundo damos la oportunidad a que la stevia tenga mayor difusión e impregnación en la sociedad ya que los deportistas suelen ser figuras públicas y patrocinadas por marcas comerciales, pueden hablar de la stevia en entrevistas, eventos, etc... Y tercero son clientes fieles y exigentes, que sabrán apreciar la calidad. - **Centros de mayores** En los centros de mayores actualmente se consumen ingentes cantidades de edulcorantes, aplicados en bebidas y alimentos, ya que nuestros mayores generalmente tienen problemas típicos comunes, entre los cuales figuran la diabetes, problemas de exceso de azúcar en sangre y derivados de ello. El uso de la stevia y conocimiento de ella es primordial para garantizar una “tercera edad” digna y saludable así como garantizárnosla a nosotros mismos y a nuestros hijos.

- **Sector hostelero.** Restauración El sector de la hostelería/restauración, tiene más complicado el uso e introducción de la stevia, pero no por ello se les debe dejar de ofrecer cuidar de la salud de sus clientes. Concretamente, existen varios aspectos a tener en cuenta. Primero, que existen pocos productos con stevia enfocados para éste canal o sector de ventas, que pide producto en

cantidades, pero envasado en formatos de gran tamaño (y no pide a granel). Segundo, que las aplicaciones para hostelería se limitan bastante a endulzar cafés, infusiones, y bebidas, u ofertar algún plato/postre con stevia en el caso de restaurantes de alta cocina, gourmet, cocina de autor, etc... Tercero, que nuestro país, muy activo con el sector del turismo, tiene para ofrecer un gran valor añadido en sus establecimientos hoteleros y de restauración cuando introduzcan la stevia en su oferta, ya que el cliente europeo que viaja a España, es de un perfil muy determinado en el que aumentan las posibilidades de que conozca la stevia, algo bastante novedoso y exclusivo ya de por sí en sus países de origen; puede dar una imagen muy buena de España y del establecimiento, local, hotel o restaurante que ofrezca stevia, evidenciando que los españoles sabemos de salud e innovación, sorprendiendo y agradando al cliente y compatriota europeo.

**-Fabricantes de bebidas y alimentos.** Los fabricantes de bebidas y de alimentos tan sólo van a formular sus productos con E960, extracto de stevia o steviol, y no usarán la hoja por varios motivos: regusto específico de la stevia, no estar ésta incluida en las regulaciones, principalmente. Por ello es importante ofrecerles extracto de la mejor calidad y con el escalado de precios pertinente. El extracto es caro a priori, pero verán que cunde mucho y que podrán utilizar el aspecto comercial de la stevia, así como colaborar con la mejora de la salud de la especie humana.

**- Iglesia católica y budista.** Aunque podrían incluirse los obradores de la Iglesia católica en el sector de fabricantes de alimentos y bebidas, como por ejemplo las Yemas de Santa Teresa, se prefiere dedicar a estas “instituciones” un apartado diferenciador. Es verdad que la Iglesia Católica produce puntualmente postres típicos y afamados, que revalorizarían éstos, pero por otro lado se hace hincapié en la alta tasa de diabetes en el clero. El exceso de azúcar es una norma generalizada en sus dietas, el conocimiento y uso de la stevia por parte de la Iglesia puede mejorar su salud, así como reforzar la seriedad e importancia de la stevia en la sociedad a través

de su autoridad y aval relativos. Por supuesto, también es un aliciente comercial para los alimentos que producen y comercializan puntualmente. En cuanto a la iglesia Budista, el propio Dalai Lama toma y recomienda la stevia allá por donde viaja. Este hecho merece aunar esfuerzos tanto en difusión como en acceso a la stevia mediante su comercialización en círculos y canales con temática budista.

-**Universidades, escuelas, centros de formación.** Es imperativo formarnos. Nadie nace sabiendo, y la vida es constante aprendizaje. Siempre van a seguir apareciendo o redescubriéndose cosas nuevas mejores que las que ya tenemos y depende de nuestra capacidad de adaptación y de evolución el que mejoremos, retrocedamos o nos extingamos. En éste caso, el conocimiento y difusión de la stevia, puede realizarse a niveles muy profundos y productivos dándola a conocer en universidades, escuelas y centros de formación, que estén especializados en nutrición o investigación, y por supuesto el sector médico. Los endocrinos (incluidos en el apartado de sector médico) así como nutricionistas e ingenieros químicos (que acaban trabajando en la industria de la alimentación), se forman todos por el mismo patrón, en el mismo sitio, y a la misma hora. Es más efectivo que el maestro, profesor o transmisor del conocimiento, enseñe o transmita directa y concretamente lo que concierne en la mejora de la alimentación y de la salud con respecto a la stevia. Generalmente basta con los estudios actuales existentes así como la documentación sobrada que a nivel universitario se puede encontrar para que los desconocedores de inicien en el conocimiento de la stevia y la transmitan efectivamente.

- **Responsables políticos.** Los responsables políticos actuales y futuros en materia de salud y empleo, tienen con la stevia una de las mejores oportunidades para demostrar su utilidad y eficacia. Sólo con las cifras que se mencionan en el estudio del London School of Economics y que se presentó en el Foro Diálogo con diabetes-Madrid2013, de la que se mencionan datos anteriormente, nuestros responsables políticos deberían considerar la stevia todos los niveles: desde las estructuras productivas, las de transformación, las de investigación, nuevas

aplicaciones, regulaciones, su fomento, conocimiento, uso y consumo en la sociedad, así como todas las cuestiones que se presentan a la hora de crear todo un sistema o sector de la sociedad que no existía

- **Sector Veterinario (avance) Alimentación animal.** Piensos. Ganado vacuno, caprino, avícola, piscícola, caballar. Caninos y felinos. Diabetes canina.

### **3.1. Análisis de las expectativas de mercado dentro de la cadena alimentaria.**

Las hojas de estevia han sido consumidas por el ser humano desde hace décadas, pueblos de países como Paraguay y Brasil, ya conocía las propiedades endulzantes de la Stevia rebaudiana desde hace cientos de años. Sus conocimientos tradicionales se encuentran en el origen de la posterior comercialización de Stevia en forma de glucósidos de esteviol, que son “edulcorantes de alta intensidad” utilizados para endulzar productos como bebidas gaseosas, mermeladas, chocolates... La demanda global de productos naturales libres de azúcares está aumentando rápidamente, como resultado de la creciente preocupación por la obesidad y la diabetes. Las plantas de Stevia se cultivan y procesan comercialmente en muchos países además de Paraguay, especialmente en China.

Las empresas que producen y venden glucósidos de esteviol se benefician de las diferentes reglas y normas que se aplican para la importación y el uso de hojas de Stevia y los glucósidos de esteviol industriales, las cuales prohíben el uso directo de las hojas de Stevia como edulcorante. Por ejemplo, el Comité Conjunto de Expertos de FAO/ OMS sobre Aditivos Alimentarios ha llegado a la conclusión de que los glucósidos de esteviol son de consumo seguro pero sólo en cantidades limitadas, y ha formulado una recomendación sobre la Ingesta Diaria Aceptable. Esta norma actualmente se aplica en los Estados Unidos y la Unión Europea.

Por el contrario, las hojas de Stevia no se pueden vender en los mercados de los Estados Unidos, Europa y Suiza. Ello parece relacionarse con el hecho de que existe poco interés comercial en llevar a cabo el tedioso proceso de aprobaciones que requerirían las hojas de Stevia.

En la práctica, significaría que los productos de las grandes empresas multinacionales podrían tener un acceso más fácil a los mercados que los productos basados en el uso tradicional de hojas de Stevia enteras. Sin embargo, aunque las hojas de Stevia no pueden venderse en los Estados Unidos ni en la Unión Europea, y los glucósidos de esteviol son significativamente diferentes de las hojas de Stevia, las grandes empresas como Coca Cola están desorientando a los consumidores al subrayar los beneficios relacionados con la planta en estado natural. Por ejemplo, Pepsi y Coca Cola han lanzado al mercado “colas” con glucósidos de esteviol, los productos denominados “Pepsi Next” y “Coca Cola Life”. Se ha realizado un gran esfuerzo para destacar el aspecto “natural” de estas bebidas. Coca Cola Life también se comercializa como una forma de atacar la obesidad y ayudar a las personas a equilibrar sus estilos de vida, incluso si contiene todavía más de 4 cucharadas pequeñas de azúcar por lata, además de glucósidos de esteviol. Más aún, a medida que crece el auge de los glucósidos de esteviol, se ha lanzado una carrera para patentar métodos para la producción de glucósidos de esteviol mediante procedimientos de biología sintética, en lugar de producirlos a partir de las hojas. Ello significaría que en el futuro cercano las grandes empresas que vendan o empleen glucósidos de esteviol producidos gracias a la biología sintética ya no dependerían del cultivo de plantas de esteviol o de las fluctuaciones del tiempo, clima y el comercio internacional.

Uno de los pioneros en esta investigación es la empresa suiza Evolva en colaboración con Cargill, una corporación transnacional con sede en los Estados Unidos. Ésta última es una de las dos empresas líderes del mercado global en la producción y venta de glucósidos de esteviol, y Coca Cola y PepsiCo son dos de sus principales clientes. Otras dos empresas que participan en



la carrera para “ganarse” el mercado de Stevia son SynBio, una pequeña empresa de biotecnología con sede en California, Stevia First, y DSM, una empresa química gigantesca con ventas por miles de millones de dólares, domiciliada en los Países Bajos. Sin embargo, esta carrera no sólo tendrá impacto en los fabricantes de glucósidos de esteviol. Si los glucósidos de esteviol de biología sintética se comercializan, probablemente tendrán serios impactos negativos para los pequeños agricultores que cultivan Stevia en Paraguay y otros lugares.

#### **4. Análisis de las expectativas del mercado.**

En la actualidad, los glucósidos de esteviol, el edulcorante purificado extraído de la planta de Stevia, se puede encontrar en los mercados, supermercados, tiendas y farmacias de todo el mundo, despertando un creciente interés comercial. No obstante, la planta de Stevia silvestre prácticamente se ha extinguido. El uso comercial de Stevia, principalmente en forma de glucósidos de esteviol, se inició a principios de los años 70. Después de que se empezara a sospechar que los edulcorantes como el ciclamato y la sacarina eran carcinógenos, se inició la búsqueda de un nuevo edulcorante, tras lo cual los científicos japoneses encontraron la planta de Stevia.

Las diversas moléculas que dan a las hojas de Stevia su dulce sabor y que se conocen en conjunto como glucósidos de esteviol, enfrentan una creciente demanda en el mercado mundial de alimentos debido a sus propiedades como edulcorante, sucedáneos del azúcar y suplementos dietéticos. De esta forma, se están convirtiendo en una “alternativa” de creciente importancia en el mercado global de edulcorantes, en continuo crecimiento.

La demanda de glucósidos de esteviol y otros productos “naturales” y sin azúcar evidentemente es impulsada por la creciente preocupación debido a la expansión de la obesidad y la diabetes, y la mayor popularidad de la alimentación sana en las sociedades. Los glucósidos de esteviol no tienen calorías y su poder edulcorante es hasta 300 veces el de la sacarosa, lo que los convierte en una de las sustancias naturales más dulces que se conozca.

En 2009, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó que en los próximos años los glucósidos de esteviol podrían sustituir del 20 – 30% de los edulcorantes dietéticos (WHO, 2009). El ingreso esperado de los alimentos y bebidas que utilizan glucósidos de esteviol como edulcorantes oscilaría entre 8.000 y 11.000 millones de US dólares en 2015 (Industry ARC, 2014). Mintel también presenta cifras del creciente mercado de los glucósidos de esteviol y estima que se duplicarán o más entre 2013 y 2017, pasando de USD 110 millones a USD 275 millones (Mintel, 2014).

#### **4.1. Evolución de la producción nacional e internacional**

En la actualidad, especialmente después de que se eliminaran las restricciones en los Estados Unidos y en la Comunidad Europea, se pueden encontrar glucósidos de esteviol en cientos de alimentos y bebidas, lo que incluye cereales, infusiones, zumos, leche saborizada, yogurt y bebidas carbonatadas no alcohólicas. Coca Cola y PepsiCo han lanzado al mercado bebidas no alcohólicas carbonatadas con glucósidos de esteviol (denominadas Coca Cola Life y Pepsi Next respectivamente) (Coca Cola, 2014; PepsiCo, 2015). Los principales mercados se encuentran en los Estados Unidos, Japón, China y la Unión Europea.

Para representar los intereses de las empresas que participan en la comercialización de los glucósidos de esteviol, en 2010 se creó el Consejo Internacional de Stevia, una asociación comercial global. Sus miembros son las empresas que producen y refinan glucósidos de esteviol industriales, comercializándolos como productos edulcorantes de Stevia de fuentes naturales.

Un estudio de Zenith International, una consultoría sobre alimentación y bebidas, estima que las ventas mundiales de stevia alcanzaron las 3.500 toneladas en 2010, un aumento del 27% con respecto a 2009. Zenith pronostica que el mercado global de la stevia alcanzará las 12.000 toneladas para 2016. A este nivel los edulcorantes de la stevia se convertirían en la tercera categoría más grande de consumo de EAI detrás de la sacarina y el aspartamo, sobrepasando a los ciclamatos, la sucralosa, el acesulfamo-K y el neotamo.

Desde su autorización en 2008 los edulcorantes de stevia ya han penetrado notoriamente en el mercado de los edulcorantes de EEUU. A otros edulcorantes de alta intensidad también les está costando avanzar en el mercado de los edulcorantes de mesa tras la llegada de productos derivados de la stevia como el Truvia de Cargill. Entre 2004 y 2008 se lanzaron en todo el mundo más de 2.000 productos edulcorados con stevia. En 2010 solamente en el mercado estadounidense se introdujeron 76 líneas de productos endulzados con stevia. La mayor parte de estos nuevos productos combinan stevia con uno o más edulcorantes de otro tipo Sweet 'N Low (sacarina) y Equal/Nutrasweet (aspartamo), mientras que los sustitutos naturales del azúcar aumentaron sus ventas.

Las ventas de Truvia dieron un salto del 73,7% entre 2009 y 2010, aunque desde una base baja. Splenda bajó desde una cuota del mercado minorista de sustitutos del azúcar del 61% en 2007 hasta el 45,5% en 2010, mientras que Truvia y "Stevia in the Raw" sumaron el 13,8% del mercado en 2010. Equal/Nutrasweet pasó del 12,4% del mercado en 2007 al 6,5% en 2010, y Sweet N' Low bajó del 13,2% en 2007 al 11% en 2010.

#### **4.2. Situación del mercado interior, localización de los mercados y canales de distribución.**

##### **Importaciones.**

- Situación del mercado interior.

En 2011 Francia era el único país dentro de la Unión Europea donde la stevia estaba permitida. A partir de noviembre de 2011 se aprueba el Reglamento que permite el uso de la stevia como edulcorante natural en alimentos y bebidas en la Unión Europea. Y, desde entonces Europa se ha convertido en referente a nivel mundial, puesto que representa más del 40% de los lanzamientos de nuevos productos con stevia en el mundo.

En este momento, España se sitúa en la séptima posición de los países que lideran el lanzamiento de nuevos productos con stevia, por detrás de Alemania, Francia, Bélgica, Austria, Reino Unido, y Países Bajos.

Aunque el cultivo de esta planta se extiende cada vez más, la falta de industrias en España dotadas de la maquinaria necesaria para obtener el extracto E-960, que es el que se utiliza para el preparado de alimentos, obliga a las empresas procesadoras a tener que importar el edulcorante de terceros países, entre ellos China.

Ello supone mantener cerrada una salida a la producción actual de stevia, puesto, que España cuenta con numerosas hectáreas cultivadas de Stevia, sin embargo, no tenemos las suficientes industrias dedicadas a las extracción del esteviosido.

- Localización del mercado interior.

Actualmente, en España sólo se encuentra una planta de proceso en la que se realiza la extracción de los estevioletos, esta empresa es una "Spin Off" de la Universidad de Granada, dirigida por dos profesores de dicha universidad, D. Jose Luis Rosua Campos y D. Andrés García Granados. Desde su empresa "SteviGram", realizan tanto la extracción de los estevioletos, como el cultivo de la planta, asegurando en todo momento la cadena de trazabilidad, ya que el proceso, lo realizan completo, desde el cultivo de la planta, hasta la obtención del edulcorante final.

Con lo cual, nos encontramos con una gran oportunidad de abrir diferentes puertas en el tema referente a la extracción de estevia.

- Canales de distribución.

Los canales de distribución que se están utilizando en este comentario para la distribución del edulcorante a base de estevia se centran en dos grandes grupos, por un lado, se pretende vender el edulcorante a las diferentes industrias agroalimentarias para que puedan añadirlo a sus distintos productos, abrirse un hueco en estos mercados, actualmente es muy difícil por diferentes motivos, el mayor y principal motivo, radica en que las distintas industrias, compran el edulcorante a China, aun a sabiendas de que la pureza y la calidad dejan mucho que desear, pero es mucho más barato que el edulcorante que ofrece la única empresa Española que lo fabrica, por otro lado, los valores del edulcorante, no son fijos, sino que sufren distintas variaciones debidas a las condiciones del cultivo, con lo cual no se pueden pactar precios fijos a un plazo de 5 años, ya que la empresa que realiza el edulcorante, no sabe cómo va ir la cosecha.

El otro grupo donde se pretende distribuir el edulcorante, es directamente al consumidor, bien a través de supermercados, herbolarios...etc., pero también contamos con el problema del precio, actualmente en el mercado existen diversas marcas de edulcorante con estevia, y aunque la pureza de los edulcorantes que actualmente existen en el mercado, no es la misma, pero sigue primando por encima de la calidad del producto, el precio, con lo cual nos encontramos, con el gran debate de siempre...la calidad...¿ a cualquier precio?...además, con el tema de la Stevia nos encontramos con el desconocimiento por parte de los consumidores en temas referentes a la pureza del producto, ya que normalmente, la decisión de compra de un producto, puede verse afectada en un primer momento por el precio, con lo cual, son muy pocos los consumidores que leen la etiqueta de los productos, para ver la composición, y así poder

comprobar, que la mayoría de los edulcorante que salen al mercado, sólo contienen el 2% de glucósidos de Steviol.

- Importaciones

A día de hoy, podemos decir, que bajo una mínima cantidad de esteviosidos que realiza la empresa Granadina de la que hemos hablado anteriormente, todo el edulcorante, en forma de glucósidos de esteviol viene de China, y en menor medida de Paraguay y Chile.

La razón por la cual China esté a la cabeza en el ámbito de la stevia, reside en los sistemas de extracción, los Chinos llevan muchos años trabajando con diferentes plantas, entre ellas la stevia, con lo cual, la extracción, es una operación que dominan muy bien, además, utilizan el mismo extractor para distintos usos, sus parámetros de cálida y trazabilidad no son tan exhaustivos como los Europeos, por tanto, pueden utilizar, el mismo extractor donde han extraído otro producto, donde nada tiene que ver con la stevia, para extraer después stevia, además, hemos de tener en cuenta el entorno de la industria en China, que nada tiene ver con una empresa Europea, en cuanto a horarios, salarios, permisos...de sobra es sabido, que llevar a término una industria en España, requiere de muchos trámites hasta que se consigue el objetivo, lo que muchas veces, hace que las pequeñas empresas se desgasten por el camino, y en muchas ocasiones, tiren la toalla.

### **4.3. Situación del mercado exterior, localización de mercados y canales de distribución.**

#### **Exportaciones.**

Actualmente, la demanda internacional, supera a la producción local. No es posible abastecer el mercado, ni a nivel nacional ni internacional, como hemos comentado ya en varias ocasiones, España no dispone de la maquinaria adecuada para llevar a cabo esta necesidad.

El mayor productor de stevia en el mundo es China, que comercializa el 50% de su producción en su mercado interno, el 40% lo exporta a Japón y el 10% restante a Corea, Indonesia, USA y Europa. Tras China, Paraguay sería el segundo país, siendo sus principales objetivos el mercado de Estados Unidos y Europa.

China industrializa 20.000 hectáreas de stevia por año y Paraguay pretende llegar a 10.000 hectáreas, según el portavoz de la compañía NL Stevia, Julio César Casal.

El plan es lograr en un primer programa una producción anual de 400 toneladas de polvo blanco, con 90 a 95 por ciento de pureza de stevia, para su exportación a los mercados de Estados Unidos y Europa.

Como los japoneses carecen de lugar y clima para cultivar, trasladaron la planta a China.

En China tienen más terrenos para cultivar, pero solamente pueden cosechar dos veces al año. Con todo, producen 20.000 hectáreas.

El entusiasmo por el cultivo y la industrialización de la stevia se multiplicó desde la autorización decretada por el gobierno de Estados Unidos y de Francia para importar el producto.

El 17 de diciembre de 2008 la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) de Estados Unidos aprobó el estatus para el rebaudiósido-A con 95 por ciento o más de pureza, para ser usado como edulcorante de uso general en alimentos y bebidas.

Las multinacionales Coca Cola y Pepsi decidieron endulzar con stevia sus productos desde que las autoridades sanitarias de Estados Unidos prohibieron el consumo de las gaseosas con el actual sistema de endulzado a 200 metros a la redonda de los establecimientos escolares, relató Casal.

En consecuencia, el mercado que se abre es una excelente oportunidad para todos aquellos emprendedores que se atrevan a invertir en el negocio de la Stevia.

El mercado mundial de los edulcorantes químicos, sin calorías, es de unos 20 millones de toneladas.

Como se le atribuyen nuevas propiedades medicinales por investigaciones realizadas especialmente en Suiza, Francia y Estados Unidos, se puede prever mucha más demanda adicional.

#### **4.4. Evolución de precios y factores determinantes de los márgenes de comercialización en los diferentes canales y segmentos.**

- Precio

Los precios de la stevia en relación con otras alternativas—como los edulcorantes artificiales son muy altos (2 - 3 veces más costosos por la misma cantidad).

- Márgenes de venta al por menor



Debido a la alta gama de precios obtenidos por los productos y las plantas de stevia, es muy difícil entender la rentabilidad general de este producto. La venta al por mayor y los precios al por menor son muy variables, lo cual indica que el producto en tema es un cultivo nuevo y se encuentra en un periodo experimental.

#### **4.5. Influencia de la calidad sobre el precio.**

El precio del edulcorante se verá afectado en cuanto a la pureza y concentración de los glucósidos de esteviol, ya que según la normativa, se aceptan purezas que van del 90 al 99%.

Además la calidad del producto final también se verá afectado por la especie de la planta, ya que no de todas las plantas de stevia se obtiene la misma pureza, así como ciertos matices en el sabor, dependiendo de la planta, el sabor puede variar desde un ligero sabor a regaliz hasta un amargo más intenso.

#### **4.6. Análisis de la competencia. Estructura de las empresas del sector. Tamaño, localización, tecnología e ingeniería de las empresas de la competencia.**

En este apartado hemos de diferenciar por un lado, la competencia internacional, y por otro lado la nacional.

La principal localización de empresas productoras de edulcorantes a base de estevia, se encuentran principalmente en China, hemos de explicar, que la tecnología empleada por todas las empresas Chinas es la misma, en China utilizan la extracción con fluidos supercríticos para la obtención final de los glucósidos de esteviol, además es muy frecuente que la misma empresa, no sólo se dedique a los estevioles de estevia, sino que también ofertan otros muchos productos, por ejemplo, la empresa China “ Jining Eagle Internacional” ( Shandong), además de los glucósidos comercializa goma xantana, ácido cítrico, lactato de sodio, sorbato potásico...con lo cual, rentabilizan rápidamente su maquinaria.

Tras China, nos centramos en América del sur, concretamente en Paraguay se encuentra una gran empresa dedicada en exclusiva a la extracción de glucósidos de esteviol, “Steviland” utiliza como sistema de extracción el proceso de filtración por membranas, y utiliza la Morita II y Morita III.

En cuanto a Europa, a día de hoy, no existe aún ninguna empresa dedicada a la extracción de glucósidos de esteviol, lo único que encontramos, son empresas que compran los glucósidos a China, y a partir de ahí comercializan su propio edulcorante con algún agente de carga, con lo cual no son empresas de extracción de glucósidos, aunque sí venden el edulcorante terminado, es decir, una mezcla al 2 o al 4 % de estevioles más cualquier otro edulcorante.

En España, sólo una empresa “Stevigram”, situada en la provincia de granada, se dedica a la extracción de los estevioles, dicha empresa es una “Spin off” de la Universidad de granada, dirigida por dos profesores d dicha Universidad. Esta empresa

comercializa un edulcorante a base de glucósidos de steviol más otro edulcorante, siendo un 5% la concentración de glucósidos de steviol.

En cuanto a la tecnología de esta empresa, utilizan filtración por membranas, aunque al hablar con ellos, se muestran reticentes a dar más datos del proceso.

## 5. Bibliografía

Fisiología de estevia (*Stevia rebaudiana*) en función de la radiación en el Caribe colombiano. II. Análisis de crecimiento. A Jarma, T Rengifo, H Araméndiz-Tatis - Agron. Colomb, 2006

Estevia (*stevia rebaudiana*), edulcorante natural y no calórico. S Durán, MP Rodríguez, KCordón- Revista chilena 2012 –

Síntesis de esteviósidos en estevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) AJ OROZCO, ME CAMACHO, G FISCHER - Acta Biológica Colombiana, 2010

La estevia arranca en España .O Moreno - Revista alimarket, 2013 - dialnet.unirioja.es

La estevia-Artículo informativo de José Daniel Custodio - casapia.com

Uso de azúcares y edulcorantes en la alimentación del niño. Recomendaciones del Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. M Gil-Campos, MASJ González, JJD Martín - 2015 – Elsevier

Síntesis de esteviosidos en *Stevia* (*Stevia rebaudiana* BERT). Stevioside Synthesis in *Stevia* (*Stevia rebaudiana* Bert). AJ OROZCO, ME CAMACHO - scielo.org.co

Demanda de estevia en la Industria de Alimentos de la Ciudad de Baltimore EEUU. Y las estrategias de comercialización desde la Parroquia Jacinto Jijón y Caamaño MC Meneses Enríquez - 2014 -

[www.estevia-asociacion.com](http://www.estevia-asociacion.com)

[www.abc.es/sociedad/20150504/abci-stevia-edulcorante-natural-201504272003.html](http://www.abc.es/sociedad/20150504/abci-stevia-edulcorante-natural-201504272003.html)

[www.ecoagricultor.com/la-stevia-y-sus-propiedades/](http://www.ecoagricultor.com/la-stevia-y-sus-propiedades/)

[www.botanical-online.com/medicinalsstevia.htm](http://www.botanical-online.com/medicinalsstevia.htm)

[www.stevia-paraguay.com/](http://www.stevia-paraguay.com/)

[www.steviarebaudianapropiedades.com/](http://www.steviarebaudianapropiedades.com/)

# **ANEJO II**

## **Estudios previos de las materias primas a utilizar**

## Índice

1. Caracterización de las materias primas.....	70
1.1. Generalidades.....	70
1.2. Tipos y variedades de estevia.....	71
1.3. Propiedades de la estevia.....	72
1.4. Composición química de la hoja de estevia.....	75
1.5. Estructura química de los glucósidos de esteviol.....	76
2. Especificaciones legales.....	78
3. Especificaciones técnicas.....	80
4. Disponibilidad, coste y localización.....	81
4.1. Evolución de la producción.....	82
4.2. Localización de la producción.....	83
4.3. Coste de las materias primas.....	84
4.3.1. Análisis de los factores que influyen en el precio.....	84
4.3.2. Necesidad de producir materias primas para su industrialización.....	85
4.3.3. Existencia de cultivos competitivos.....	86
5. Análisis de la influencia de la materia prima sobre la tecnología y la ingeniería del proceso.....	87
6. Bibliografía.....	89

## **INTRODUCCIÓN**

Este capítulo se centra en el estudio de las especificaciones y características de la materia prima utilizada para el proceso de elaboración del producto final, la materia prima a estudiar será la hoja de estevia. A lo largo de este capítulo, explicaremos tanto los aspectos relacionados con la función botánica y química de la planta, así como sus especificaciones legales y técnicas, sin olvidar el proceso de elaboración.

### **1. Caracterización de las materias primas**

#### **1.1. Generalidades**

Esta planta cuyo nombre científico es *Stevia Rebaudiana Bertonii* es una asterácea de la familia de los crisantemos (*Crysantheum Compositae*), planta originaria de la flora sudamericana que se criaba espontáneamente en el hábitat semiárido de las laderas montañosas de Paraguay. Fue descrita por primera vez en 1887 por el científico Antonio Bertoni, sin embargo los indios guaraníes ya la utilizaron desde tiempos precolombinos, endulzando sus comidas y bebidas, ellos la llamaron “kaa- hee”, que significa “hierba dulce”. La planta es herbácea y perenne, con hojas simples, inflorescencia capitular y frutos denominados botánicamente aquenios.

La planta puede crecer relativamente bien y se puede adaptar a gran variedad de terrenos y climas, la información para ello se está generando de forma oficial en varios países sudamericanos, donde se está ayudando a sus agricultores, así como en Japón y en Canadá. El cultivo puede realizarse en la mayoría de los suelos de los países cálidos o templados. Esta planta tiene excelentes propiedades edulcorantes y medicinales, destacando su acción antidiabética. Las hojas de *Stevia* son 10 a 15 veces más dulces que el azúcar de mesa.

### **1.2. Tipos y variedades de Stevia.**

Cada hoja de la planta es diferente y tienen distintos sabores según la variedad: hay especies bajas en dulzura y características aromáticas, otras con un sabor más fuerte y edulcorado...La región donde se cultive desempeña un papel clave en el sabor de la planta: el clima, el terreno y los procesos empleados afectan al sabor de las hojas y, en consecuencia, de sus derivados. Hay que destacar cuatro especies de stevia rebaudiana bertonii, las más importantes desde un punto de vista comercial.

#### Stevia Criolla o nativa:

Es la planta original, la que crece de forma natural en Sudamérica y la más cultivada por los agricultores en general. El cultivo puede realizarse a través de sus semillas y se adapta bastante bien a diferentes condiciones agroambientales. Esta variedad ronda el 12% de glucósidos, pero puede alcanzar el 14% en condiciones óptimas.

#### Stevia Morita:

Esta variedad contiene un alto porcentaje de rebaudiósido A, entre un 10 y un 12%. La Morita crece mejor en climas de carácter tropical y se caracteriza por tener un sabor más dulce que otras especies

#### Stevia Eirete:

Esta tipo fue desarrollada por el Instituto Nacional Agronómico (IAN) de Paraguay como variedad clonal de la criolla pero con características muy superiores. Es importante añadir que esta especie solo puede reproducirse por esquejes y no por semillas, con el fin de mantener la identidad genética. El porcentaje de rebaudiósido de esta variedad es del 10% y alcanza el 19%

de elementos edulcorantes totales y se caracteriza por ofrecer un rendimiento de hojas de más del doble que otras variedades.

Stevia JBB:

Es una variedad de la planta stevia desarrollada por el laboratorio farmacéutico japonés que da nombre a esta especie. Este tipo ha sido creado para sacar el mayor rendimiento a la presencia de antioxidantes en el vástago de la planta.

**1.3. Propiedades de la planta de estevia.**

La Stevia ha sido utilizada desde hace siglos, por los nativos sudamericanos, para reducir el peso, para el tratamiento de infecciones de heridas, afecciones inflamatorias, hinchazón en las piernas y como tónico para tratar la depresión.

Un número de estudios muestran que la Stevia puede ser beneficiosa en el tratamiento de muchas alteraciones en la salud. Se cree que la Stevia tienen efectos antibacterianas, antiséptico, antimicrobianas, antioxidante, anti-glucémico y propiedades antihipertensivas que pueden ayudar con la hipertensión (presión arterial alta), la diabetes, la fatiga crónica, indigestión, malestar estomacal, ardor de estómago, pérdida de peso, el frío y la gripe, gingivitis, caries dental, la caspa y la caída del cabello, huesos quebradizos u osteoporosis, estreptococos, candidiasis, infecciones bacterianas y enfermedades de la piel tales como cortes, heridas, erupciones, picazón, manchas, acné, la dermatitis seborreica, la dermatitis, el eczema y las arrugas. También puede mejorar los niveles de energía, fortalecer el sistema inmunológico, estimular la actividad mental, y también puede ayudar en la abstinencia de la adicción al tabaco y el alcohol.



- Beneficios adicionales.

La caspa y la salud del cabello: el concentrado de Stevia es beneficioso para la caspa, cuero cabelludo seco, cabellos sin brillo, seco y fino. Muchas personas han notado el pelo más fuerte, libre de caspa y rejuvenecido después de que el uso regular de la Stevia. Simplemente mezclando 3-4 gotas de Stevia concentrado en el champú habitual. Además, después del champú, el uso de té de stevia como un acondicionador y enjuague después de 5 minutos puede ayudar a mantener el color natural del cabello y su fuerza.

Diabetes: Estudios e investigaciones muestran que la Stevia puede estabilizar los niveles de azúcar en la sangre, aumentar la resistencia a la insulina, incluso puede promover la producción de insulina por la promoción de la salud del páncreas, desalentar la absorción de glucosa en la sangre, e inhibir la candidiasis – infección por hongos que florecen con el azúcar. La Stevia es baja en carbohidratos, tiene un nivel bajo de azúcar, es un alternativo para el azúcar, y los glucósidos de esteviol no son metabolizados por el cuerpo y se excreta en la orina sin ser acumulado en el cuerpo. Un estudio también sugiere que la Stevia puede inhibir el deseo de alimentos dulces y aceitosos o grasos. Tomar té hecho con hojas de Stevia triturado crudo o bolsas de extracto de té, dos a tres veces diarias puede ayudar con la hiper glucemia.

Gingivitis: Un estudio muestra que las propiedades antibacterianas de la Stevia ayudan con gingivitis, caries y úlceras en la boca. Se puede suprimir el desarrollo y la reproducción de organismos infecciosos en las encías y los dientes, inhibe el crecimiento de la placa y puede mejorar la salud oral en general. Las personas que han usado la Stevia como un enjuague bucal han reportado disminución significativa de la gingivitis y otras infecciones de la boca. Basta con hacer gárgaras con enjuague bucal y cepillado con pasta dental añadiendo stevia puede ser beneficiosa.

La acidez y la indigestión: La gente en Brasil, Paraguay y Bolivia han estado utilizando té de Stevia para calmar el malestar estomacal, acidez estomacal, y para mejorar la indigestión y la función gastrointestinal. Beber té de Stevia después de cada comida puede servir como una ayuda digestiva y aliviar el ardor de estómago y dolor de estómago.

Presión arterial alta (hipertensión): Unos pocos estudios a largo plazo realizados en un período de 1 y 2 años muestran que la stevia puede bajar los niveles de presión arterial elevadas. Basta con beber té de Stevia dos veces al día para ayudar a estabilizar los niveles de presión arterial.

Osteoporosis: Un estudio realizado en pollos muestra que mediante la adición de polvo de hoja de Stevia a la alimentación de pollo que aumentó significativamente el metabolismo del calcio en los pollos y tenía 75 % disminuyó la rotura de la cáscara de huevo. Una solicitud de patente para un posible tratamiento de Osteoporosis con Stevia sugiere que la stevia puede ayudar a promover la absorción de calcio en el cuerpo y ayudar a mejorar la densidad ósea. Solución recomendada es hacer té de alfalfa y stevia remojando mitad de cucharilla cada uno durante 5-7 minutos. Bébela dos a tres veces diarias. Adición de polvo de la vitamina D para el té o tomar sus suplementos pueden ser beneficiosos también.

Pérdida de peso: Una investigación preliminar sugiere que la Stevia puede interferir con las funciones del hipotálamo y puede ayudar a la pérdida de peso mediante la disminución de la sensación de hambre. Hipotálamo es una parte del cerebro que controla el hambre, la sed y la fatiga junto con sus otras funciones. La actividad anti-glucémica de Stevia también puede controlar los niveles de glucosa en la sangre, que es una de las principales causas del aumento

de peso. Stevia funciona como un tónico para aumentar los niveles de energía en las personas que luchan por bajar de peso.

Las arrugas y otras afecciones de la piel: la Stevia es un agente curativo notable para trastornos de la piel. Su propiedad antioxidante, antibacteriana y actividad antiséptica pueden ayudar con las arrugas, manchas de la piel, dermatitis, eccema, los brotes de acné, cicatrices, erupciones, picazón y los labios agrietados. Una pequeña cantidad de Stevia concentrado aplicada directamente sobre la piel afectada puede promover el proceso de curación.

#### **1.4. Composición química de la hoja de Stevia.**

La hoja de Stevia en su estado natural contiene gran cantidad de nutrientes, que en orden de concentración son:

- Más del 50%: carbohidratos de fácil asimilación.
- Más del 10%: fibras, polipéptidos (proteínas vegetales).
- Más del 1%: lípidos, potasio.
- Entre el 0,3 y el 1%: calcio, magnesio, fósforo.
- Menos del 0,01%: cromo, cobalto, hierro, manganeso, selenio, silicio, zinc.
- Indicios de ácido Ascórbico, aluminio, beta caroteno C, estaño, riboflavina, vitamina B1.
- Varios aceites esenciales.

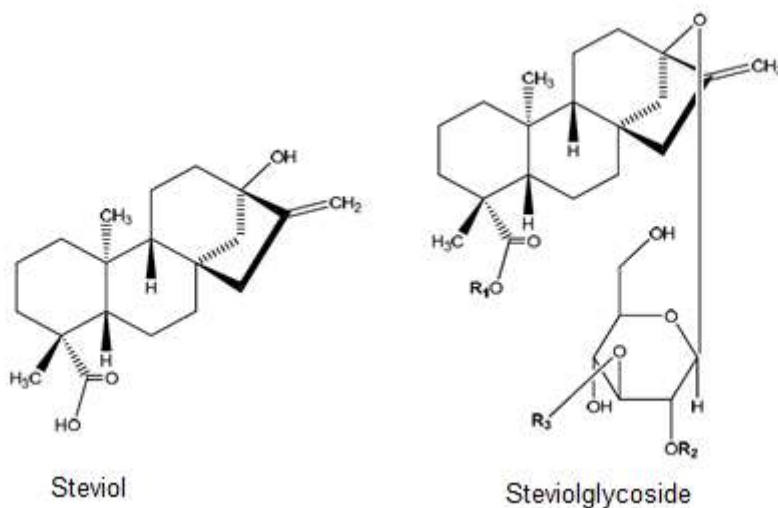
Entre los glucósidos, se encuentra en mayor proporción el esteviósido, generalmente entre 5 a 10% del peso de la hoja y en menor medida, del orden de 2 a 3% rebaudosidos A, B, C, D, E, dulcosido A y B, y steviolbiosido.

De esta manera puede verse que el producto industrial extraído de la stevia es en realidad una combinación de varios glucósidos, cuyas cantidades varían en función a las variedades, de los climas y de los terrenos; pero es el esteviósido (fórmula: C<sub>38</sub> H<sub>60</sub> O<sub>18</sub>) el principal y más abundante componente.

### 1.5. Estructura química de los glucósidos de esteviol.

Los glucósidos dulces de la stevia han sido objeto de numerosos estudios y publicaciones. Aunque su interés químico data de principios del siglo XX, no fue hasta 1931, cuando unos químicos franceses aislaron el esteviósido, que se consiguió un verdadero avance en cuanto a caracterización química. Tratando el glucósido con jugos digestivos de caracol se obtenían tres moles de glucosa por cada mol de esteviol, mientras que mediante hidrólisis ácida se obtenía isosteviol. El isosteviol se podía obtener también calentando el esteviol en ácido sulfúrico diluido<sup>14</sup>. Estudios subsiguientes condujeron al aislamiento de otros siete glucósidos de esteviol. En las hojas desecadas de la stevia silvestre, las proporciones habituales de los glucósidos que se encuentran en mayor cantidad son: 0,3% dulcósido A, 0,6% rebaudiósido C, 3,8% rebaudiósido A y 9,1% esteviósido.

Fig: steviol y glucosido de steviol.



Hay numerosos glucósidos de esteviol que ya se han aprobado para su uso, incluidos los que se enumeran en la siguiente tabla. Tenga en cuenta que las fórmulas y los pesos moleculares varían, al igual que el factor de conversión – este factor permite el cálculo de “equivalentes de esteviol”. En particular, las agencias reguladoras mundiales han creado límites de uso máximo en sus respectivas evaluaciones de seguridad, que se expresan como equivalentes de esteviol para representar las diversas estructuras químicas de los glicósidos de esteviol aprobados para su uso. Mediante el uso de este factor de conversión, los límites se ajustan en consecuencia para reflejar el peso molecular de cada glicósido de esteviol.

Denominación común	Fórmula	PM (g/mol)	Factor de conversión X
Steviol	$C_{20}H_{30}O_3$	318.45	1.00
Stevioside	$C_{38}H_{60}O_{18}$	804.87	0.40
Rebaudioside A	$C_{44}H_{70}O_{23}$	967.01	0.33
Rebaudioside C	$C_{44}H_{70}O_{22}$	951.01	0.34
Dulcoside A	$C_{38}H_{60}O_{17}$	788.17	0.40
Rubusoside	$C_{32}H_{50}O_{13}$	642.73	0.50
Steviolbioside	$C_{32}H_{50}O_{13}$	642.73	0.50
Rebaudioside D	$C_{50}H_{80}O_{28}$	804.87	0.40
Rebaudioside E	$C_{44}H_{70}O_{23}$	967.01	0.33
Rebaudioside F	$C_{43}H_{68}O_{22}$	936.99	0.34

<b>Características</b>	<b>Valor [g/100g]</b>
Carbohidratos	60
Fibra	15
Polipéptidos	16
Lípidos	4
Potasio	1
Calcio	1
Magnesio	1
Fósforo	1
Cromo	< 0.01
Cobalto	< 0.01
Hierro	< 0.01
Manganeso	< 0.01
Selenio	< 0.01
Zinc	< 0.01

## **2. Especificaciones legales.**

A día de hoy, en la Unión Europea aún no está autorizado el consumo de la planta stevia sin purificar o de sus hojas.

La EFSA (European Food Safety Authority), que es la autoridad europea por la que tienen que ser aprobados todos los productos de uso alimentario y ante la que tienen que demostrar su inocuidad y sus beneficios, ha desautorizado el uso de esta planta como edulcorante, y sólo desde 2011 ha obtenido el beneplácito el Rebaudósido A o E-960, con una

ingesta máxima admisible diaria de 4 mg/kg de masa corporal. A partir de esa cantidad, este compuesto se considera tóxico o nocivo para la salud.

En el caso de los aditivos alimentarios esta cantidad se ha medido experimentalmente y se denomina IDA (ingesta diaria admisible), que es la cantidad de un aditivo presente en un alimento, expresada en relación con el peso corporal y que se puede ingerir a diario, durante toda la vida de una persona, sin que llegue a representar un riesgo apreciable para la salud.

La razón de que la EFSA haya desautorizado la planta de stevia para uso alimentario es múltiple. Primero se debe a que la planta presenta otros compuestos de acción farmacológica, es decir, que bajo las directrices de la EFSA tienen que ser tratados como fármacos, no como alimentos, y por tanto, de llegar a comercializarse en Europa, deberían ser prescritos exclusivamente por médicos.

La planta de stevia presenta actividad hipotensora, es decir, rebaja la tensión arterial, con lo que estaría contraindicado para personas con ciertas patologías. Por otro lado esta que esta, planta no se había utilizado jamás como alimento en la Unión Europea, así que tiene que ser tratada como nuevo alimento, pasando los mismos controles sanitarios que por ejemplo pasan los productos transgénicos antes de llegar al mercado. Es un proceso muy lento y costoso cuyo fin es probar la inocuidad del producto. Actualmente la venta de la planta para uso alimentario está prohibida, con lo que su comercialización en la Unión Europea es un acto delictivo.

### **3. Especificaciones técnicas.**

Para el proceso de extracción de los glucósidos de esteviol de la planta de estevia, hemos utilizado la especie Morita II, nos hemos decantado por esta especie porque es la que mayor contenido de steviosido y rebaudiosido contiene, recordemos que las moléculas de esteviol son las que le confieren al extracto el sabor dulce.

Para el proceso, se utilizan las hojas secas, no porque en seco las hojas tengan mayores concentraciones de glucósidos, sino, porque al estar secas, evitamos posibles problemas de podredumbre en las hojas, además, las hojas no las cultivamos nosotros, sino que nos las dispensa una empresa de Granada, y las traen en seco, precisamente por lo que hemos comentado, para evitar posibles podredumbres.

Para extraer el máximo de estevioletos, el primer paso, tras verificar el buen estado de la materia prima, será triturar las hojas secas para facilitar la cocción de la hoja.

Las hojas de estevia se cocerán en marmitas a razón de 10 litros de agua por cada kilo de hoja seca, a una temperatura de 60°C, tras 4 horas, el extracto obtenido, será procesado en el equipo de filtración, todos los detalles y características se explican en el anejo correspondiente.

El concentrado que contienen los glucósidos continúa con el proceso de evaporación y cristalización. El agua se evapora con el fin de obtener una sustancia sobresaturada y fomentar la formación de los cristales.

Estos cristales con una humedad del 20% continúan en el proceso de secado en donde se disminuye su humedad a un 2% a través de una corriente de aire que se encuentra a una temperatura de 80°C. el secado se realiza en dos lotes con una duración de media hora.



Al finalizar el secado se obtiene los cristales de stevia los cuales se emplean para la producción de endulzante de mesa en forma de polvo.

Los cristales son transportados al pulverizador para obtener polvo, el proceso tarda 20 minutos, a medida que se va obteniendo el polvo este va cayendo a un recipiente.

Finalmente, los cristales de estevia serán envasados en cajas de cartón corrugado y se almacenarán en lugar fresco y seco hasta su distribución.

#### **4. Disponibilidad, coste y localización de la producción de las materias primas.**

Muchas veces, la factibilidad de un proyecto de inversión depende, en gran medida, de la disponibilidad de materias primas. Incluso en múltiples ocasiones, el proyecto surge a partir de la existencia de materias primas susceptibles de ser transformadas o comercializadas.

En el caso de la stevia, son varias las empresas las que nos garantizan el suministro de hoja seca de stevia por un periodo de 5 años, siendo este periodo prorrogable en base a la demanda que tengamos.

Actualmente, la empresa "SteviGram", se compromete a suministrarnos un total de 20 toneladas de hoja seca orgánica al año, atendiendo al calendario de recolección, los suministros se realizarán en Julio y Septiembre. Dicha empresa se localiza en Granada, en el pueblo de Padul.

Así mismo, queda sujeto con la empresa suministradora, tanto el fiel compromiso de suministro, como la posibilidad de aumentar la demanda en función de los resultados

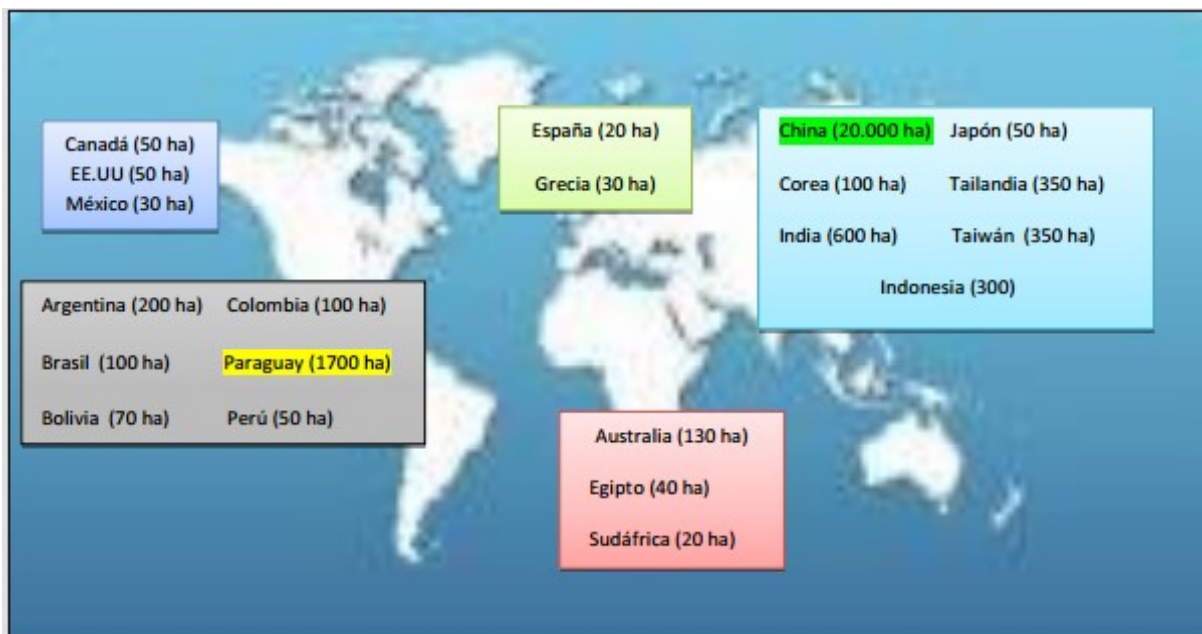
#### **4.1. Evolución de la producción**

En la actualidad, la stevia se cultiva en muchos países asiáticos: China, Japón, Corea del Sur, Tailandia, Filipinas, India, etc. Y en bastantes países de América del Sur: Paraguay, Brasil, Argentina, Colombia, Bolivia... Y también está alcanzando un buen desarrollo en zonas tan dispares como Méjico y Canadá, sin olvidar la cuenca mediterránea, en la que cabe destacar a Israel, que podría tener un prometedor futuro en el cultivo de la stevia. En todos estos países, los agricultores se afanan en obtener plantas madre de buena calidad, para conseguir clones perfectos de las plantas seleccionadas, como ya hemos visto en los casos de Paraguay y Japón.

En el lado opuesto podríamos situar a China, primer productor mundial de stevia, con el 75% de la producción total, que compensa con una gran cantidad de producto la baja concentración de glucósidos de sus variedades, que en algunos casos apenas alcanzan el 5%, debido a una propagación por semillas de plantas poco seleccionadas.

Sin embargo, en la mayoría de los países productores de stevia, los agricultores se esfuerzan por conseguir plantaciones homogéneas, con un alto rendimiento de hojas y un buen nivel de glucósidos. Por esta razón, la propagación de cultivares fiables suele hacerse mayoritariamente por medio de esquejes obtenidos de plantas madre de alta selección. Los plantones obtenidos por esqueje son clones perfectos de cada cultivar, y por eso este tipo de propagación vegetativa tiene un enorme interés para el cultivo de la stevia.

- Gráfico: Superficie cultivada de Stevia en el mundo.



Tal y como se puede observar en el gráfico, China se sitúa a la cabeza en superficie cultivada, muy por encima de Paraguay, este dato, resulta curioso, teniendo en cuenta, que la estevia, es una planta originaria de Paraguay.

Para España se prevé un aumento de 30 ha de superficie cultivada para 2017, según estimaciones de la Dirección nacional de Censos y Estadísticas del Ministerio de Agricultura y Ganadería. A pesar de este aumento, la oferta aún es insuficiente para satisfacer el consumo nacional, para poder cubrir las demandas, la superficie cultivada tendría que incrementarse 5 o 6 veces más.

#### 4.2. Localización de la producción.

Actualmente el cultivo de stevia se encuentra repartido principalmente entre Granada, Málaga, Jaén, Sevilla, Murcia, Las Palmas de Gran canarias y Alicante. No existe aún una base de datos por parte del ministerio de agricultura en la que se reflejen las superficies cultivadas por comunidades.

### **4.3. Coste de las materias primas.**

El precio de la hoja seca de stevia varía considerablemente de unos países a otros, en países como China, el Kilo de hoja de estevia seca varía de los 2 a los 4 euros, aunque la clase que exponen es la morita, a la hora de la verdad, no está totalmente claro la garantía de este especie, ya que al hablar con distribuidores, nos aseguran que cuando han analizado la hija, no toda era morita, sino mezcla de muchas especies, con lo cual este hecho varía totalmente el proceso, y tiene consecuencias muy negativas a la hora de realizar la extracción, ya que como hemos explicando con anterioridad, cada especie presenta una concentración mayor o menor de glucósidos, lo que variará sin ninguna duda el sabor final del edulcorante.

Unos precios parecidos los encontramos en Paraguay, Argentina y Chile, que oscilan los 3 y 5 euros el kilo, donde nos aseguran también que se trata de Morita.

En cuando al mercado Español, también existe diversa variación en los precios, oscilando entre los 8 y 10 euros Kilo de hoja seca para uso industrial, por supuesto de variedad Morita.

#### **4.3.1. Análisis de los factores que influyen sobre el precio.**

En el caso de Stevia, son varios los factores que influyen el precio, el primero de todos, hace referencia a la especie de la planta, siendo Stevia Rebaduiana Bertoni variedad Morita, la de mayor precio, este hecho es debido, a que Morita, presenta una mayor concentración en Steviosido y Rebaduosido, en comparación con otras variedades.

El tipo de secado que se realice a la planta, también influye en el precio, ya que Stevia se puede secar de distintas formas, y su precio va variando. Stevia se puede secar al sol, sobre lecho de madera y también se puede secar en secaderos, siendo este último el de mayor coste, ya que nos garantiza unas propiedades organolépticas óptimas.

La distancia entre la fábrica y la planta suministradora, también será un factor importante, ya que a más distancia, mayor coste.

La cantidad de hoja seca también influye, cuanta más cantidad de hoja seca compremos, mejor precio nos podrán realizar.

Un factor muy importante es la demanda de hoja seca que está realizando en estos momentos Turquía y Egipto, ya que, si estos países están dispuestos a pagar más, nosotros también tendremos que hacerlo.

Así mismo, el consumo, la aceptación del producto, y los cambios de hábitos en la población, también influirán sobre el precio, tenemos la esperanza, de que la población tome mayor conciencia sobre hábitos de vida saludable, y demande a la industria, productos con bajo o ningún contenido en azúcar.

#### **4.3.2 Necesidad de producir materia primas para su industrialización.**

Aunque sería deseable, en el caso de Stevia, teniendo en cuenta, que hay más demanda que oferta, tanto a nivel nacional como internacional, sería una opción muy viable para cualquier agricultor, cambiar su producción actual, por Stevia, ya que las ventajas de este cultivo son altísimas, Stevia necesita mucho sol, poca agua y no es necesario realizar demasiadas fertilizaciones, además, en una tierra como Murcia, actualmente se obtienen dos cosechas al

año, pero se ha probado, que se podrían sacar tres, si actualmente no se realiza, es porque faltan expertos en el tema y porque no se ha ensayado.

Existen pequeñas plantaciones en las localidades de Totana y Santomera, donde hasta el momento, los cultivos responden muy bien, con lo cual, no es de extrañar, que de aquí a poco, en cuanto Europa de el pistoletazo de salida en cuanto al consumo de la hoja, veamos a muchos agricultores, incluir en sus parcelas un pequeña parte para el cultivo de stevia.

#### **4.3.3 Existencia de cultivos competitivos.**

En este momento, no existe una competencia real, ya que hay camino para todos, pero si podemos nombrar los que podrían considerarse en mayor o menor medida nuestros competidores.

La mayoría de referencias coinciden en que el productor más grande de stevia es China, con una superficie cultivada de aproximadamente 20,000 ha, comercializando el 50% de su producción en su mercado interno, 40% lo exporta a Japón y el 10% restante a Corea, Indonesia y Estados Unidos. Otros importantes productores de plantas y hojas secas de stevia a nivel mundial son Israel, Tailandia, Paraguay, Brasil, Colombia y Ecuador.

En América, el mayor productor de este cultivo es Paraguay con 1,500 hectáreas destinadas tanto para el consumo nacional como para la exportación, siendo Brasil el principal destino de las exportaciones (25%), seguido de Japón, Francia y Estados Unidos.

### **5. Análisis de la influencia de la materia prima sobre la tecnología y la ingeniería del proceso.**

El proceso de extracción de los glucósidos de la planta de estevia, puede resultar a primera vista un trabajo sencillo, sin embargo, la dificultad recae en extraer el máximo porcentaje de pureza, tanto de Steviosido, como de Rebaduosido, en nuestro proceso se propone un nanofiltración por membranas, sin embargo, este no es el único método que se puede emplear.

La extracción puede realizarse mediante solventes orgánicos o mediante fluidos supercríticos, en cuanto a los procesos de filtración y purificación, también existen diversos métodos, ya que se pueden combinar membranas filtrantes, usar zeolitas o resinas de intercambio iónico.

En base al análisis realizado sobre los distintos métodos aplicables al proceso se estableció que:

- La materia prima se adquiere seca, debido a que este proceso debe realizarse antes de las veinticuatro horas posteriores a su recolección.
- Para la reducción de tamaño la mejor opción es la implementación de un molino de cuchillas, debido a que este genera una menor cantidad de polvo.
- La etapa de extracción se realizará por medio de solventes acuosos debido a su mayor seguridad y a que es fácil de eliminar posteriormente sin ocasionar alteraciones en el producto final. Este proceso se realizará por medio de una infusión, debido a que es más económico y se asegura que no se tendrán problemas de desnaturalización de compuestos deseados. La desventaja de utilizar este método es el tiempo requerido para que se realice la transferencia de masa deseada.

- Frente a las alternativas disponibles para la operación de purificación, se ha seleccionado para el proceso en consideración, la extracción con zeolitas debido a sus ventajas, comparables con el proceso de extracción con membranas filtrantes de distinto tamaño, pero con menor costo de tecnologías e insumos. Para la misma se empleará una columna de lecho fijo, rellena con el adsorbente, el cual debe ser tratado inicialmente con  $\text{CaCl}_2$ , para su modificación.



## 6. Bibliografía

Estevia (stevia rebaudiana), edulcorante natural y no calórico. S Durán, MP Rodríguez, K Cordón- Revista chilena de 2012

Evaluation of the content of stevioside and rebaudioside A in a population of Stevia rebaudiana Bertoni (kaâ heê) commercially cultivated. A preliminary study. T Jiménez, G Cabrera, E Álvarez... - Memorias del Instituto de ..., 2010

Extracción de los principios edulcorantes de la Stevia rebaudiana. AE Soto, S Del Val - Revista de Ciencias Agrarias y Tecnología de los ..., 2002

Una visión global y actual de los edulcorantes: aspectos de regulación. JM García-Almeida, GM Casado Fdez - Nutrición ..., 2013

Síntesis de esteviósidos en estevia (Stevia rebaudiana Bert.) AJ OROZCO, ME CAMACHO, G FISCHER - Acta Biológica Colombiana, 2010

Estudio de la Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. R Salvador-Reyes, M Sotelo-Herrera 2014

Nutritional aspects and metabolism of Stevia rebaudiana (Bertoni). A review O Jarma, A de Jesús, C Combatt, E Miguel... - Agronomía ..., 2010

Proceso de un nuevo edulcorante natural a base de Stevia Rebaudiana Bertoni. C Muñoz Moreno - 2015 Universidad de Cádiz

[www.magrama.com](http://www.magrama.com)

[www.eustas.com](http://www.eustas.com)

# **ANEJO III**

## **Estudios previos de la tecnología e ingeniería del proceso**

**INDICE**

1. Introducción.....	93
2. Descripción de las tecnologías e ingenierías del proceso.....	94
2.1 Análisis de su influencia en la calidad del producto.....	108
2.2 Balances de materia.....	113
3. Análisis económico financiero.....	117
3.1. Estudio económico.....	117
3.1.1. Inversiones.....	117
3.1.1.1. Inversiones en activos fijos.....	118
3.1.1.2. Inversiones en activos fijos.....	122
3.1.1.3. Resumen de las inversiones.....	125
4. Evaluación de la inversión.....	128
4.1 . Valor neto actual.....	128
4.2 . Relación beneficio/ inversión.....	129
4.3 . Plazo de recuperación.....	130
4.4 .Tasa interna de rendimiento.....	130
4.5 . Financiación.....	131
5. Análisis financiero de las tres alternativas.....	131
6. Justificación de la alternativa seleccionada.....	132
7. Bibliografía.....	135



## **1. Introducción.**

El extracto obtenido de la hoja de Stevia es una solución de coloración oscura que contiene los principios endulzantes junto con una serie de partículas que forman parte de su composición, como taninos y clorofila, que le confieren un color y un aroma no deseado para su uso como edulcorante de mesa o a nivel industrial. La separación de los principios endulzantes de la hoja seca se realiza fácilmente por medio de una extracción con agua o alcohol. Posteriormente debe realizarse la purificación de la misma, existiendo varios métodos aplicables. Entre estos podemos mencionar, combinación de membranas filtrantes de distintos tamaños de poros, zeolitas modificadas con distintos iones metálicos, columnas de intercambio iónico, precipitación por medio de agentes externos, utilización de fluidos supercríticos, entre otros. El objetivo de este anejo es realizar un análisis de las distintas alternativas que se pueden adoptar y evaluar cuál de ellas sería la solución más conveniente.

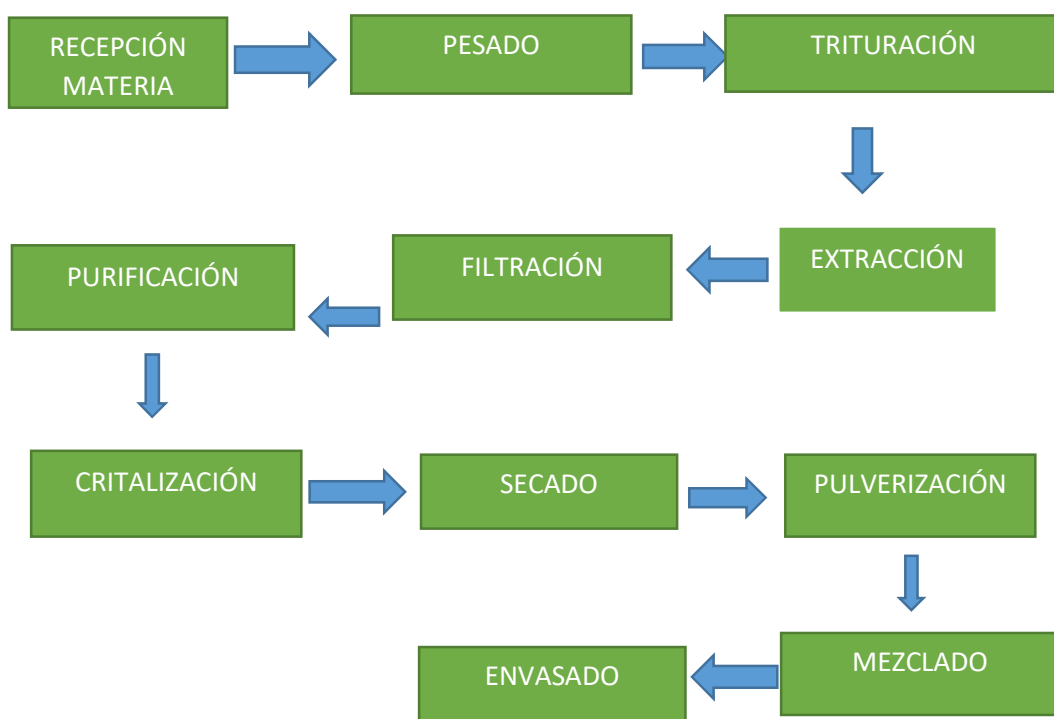
Los glucósidos presentes en la hoja, responsables del sabor dulce son Esteviosido, Rebaudiosidos A, B, C, D, E y dulcósidos A y B, siendo los más abundantes Esteviosido y Rebaudiosido A. Además poseen los mejores atributos sensoriales como endulzantes.

Por ello se pretende analizar los distintos métodos propuestos, para la recuperación y purificación de los compuestos mencionados, debido a que estas operaciones constituyen el corazón del proceso y determinarán el precio final que tendrá el producto.

Una vez seleccionado el proceso que se considere apropiado, en base al análisis de las ventajas y desventajas de los métodos expuestos, se pretende analizar cómo afectan sobre el sistema las diferentes variables de trabajo para la obtención del producto deseado.

## 2. Descripción de las tecnologías e ingenierías alternativas al proceso.

Para la extracción y purificación de los principios endulzantes de la hoja de Stevia, existen varios procesos aplicables a la industria, sin embargo en todos los casos el diagrama de flujo de proceso es el mismo. Este proceso se esquematiza en la siguiente figura:



Previo al proceso de industrialización, debe considerarse el tratamiento de la materia prima. La misma debe ser secada en el lugar de origen, debido a que este proceso debe realizarse antes de las veinticuatro horas de la recolección.

Las alternativas que a continuación se describen hacen referencia a la etapa de extracción, en dicha etapa se extraerán los Esteviosidos y Rebaduosidos.

#### **ALTERNATIVA 1: Extracción por solventes acuosos.**

Al realizar una extracción acuosa se elimina la necesidad de recuperar el disolvente y se evita la manipulación de sustancias tóxicas, además que puede abaratar considerablemente el proceso de obtención del steviósido.

##### Proceso de membrana.

Siguiendo la secuencia presentada en el gráfico, el proceso comienza con el tanque dispuesto de la forma vertical que se encuentra abierto en la parte superior para introducir las hojas secas trituradas a un tamaño de 20mm. En la parte inferior del tanque se encuentra una tapa perforada que va a soportar las hojas. Se adiciona el solvente a una temperatura entre 2 y 6°C (preferiblemente 2°C). A esta temperatura la extracción de componentes indeseables con alto peso molecular (lípidos) es menor que a altas temperaturas. La relación de peso hoja/agua es de 0.05; muy poca cantidad de hojas aumenta la extracción de componentes indeseables y demasiada cantidad de hojas disminuye la extracción de los componentes endulzantes. Para mantener la temperatura entre 0 y 10°C en tanques largos, se puede adicionar trozos de hielo. Una velocidad adecuada del flujo en el tanque es de 24 a 30 ml/min, produciendo un tiempo de permanencia de 10 a 20 min; estos datos son variables ya que dependen de las dimensiones del tanque. El proceso de extracción mejora bajando el pH del agua al rango ácido, preferiblemente 2 pH. Esto se logra adicionando al solvente ácido fosfórico o ácido sulfúrico. Los datos proporcionados anteriormente fueron obtenidos por los expertos con un flujo por gravedad. Para procesos continuos recomiendan que se alimente el solvente en el tanque a una presión

de 140kPa. Es importante aclarar que la presión y la velocidad del flujo dependen del tamaño de las hojas trituradas y de las dimensiones del tanque

Se recomienda una buena calidad de agua y de no ser posible se debe hacer uso de agua destilada. En la parte inferior del tanque se encuentra una abertura (3) que permite el paso del extracto hacia un recipiente (4). El extracto es impulsado por una bomba (5) para producir una presión de 100 a 200kPa. El extracto es preparado en un microfiltro cerámico (6) de tamaño de poro de 0.2  $\mu\text{m}$ , en donde se remueven algunos pigmentos, materiales de alto peso molecular y material particulado que se puede generar en la trituración. Se recomienda realizar diafiltración (7). El extracto continúa con la ultrafiltración (9) utilizando membranas con un tamaño de poro de 0.08  $\mu\text{m}$ , para remover impurezas con un alto peso molecular (proteínas, pectinas y pigmentos). La presión es dada por una bomba (8). En este punto también es recomendable hacer diafiltración (10), sin embargo la temperatura debe ser controlada por un controlador de temperatura (11) en un rango de 10 a 65°C, aunque se prefiere dejar a temperatura ambiente para ahorrar energía. La presión en la membrana está en el rango 200 a 700kPa, con una velocidad de flujo de 75 a 300 LMH (litros metros cúbicos hora). Luego, el extracto pasa a nanofiltración con un tamaño de poro de 0.035  $\mu\text{m}$  (13); sistema que está diseñado para operar a mayores temperaturas que las normales (mayor a 85°C). También puede ser utilizada la osmosis inversa. La presión es dada por una bomba (12). Variando la temperatura en un rango de 45 a 85°C a través de un controlador de temperatura (14) localizado en la diafiltración (15), la porosidad de las membranas son modificadas, características que se utiliza para capturar los componentes dulces y dejar pasar los componentes no deseados que producen regusto. Preferiblemente, el punto de corte molar de la membrana es de 400Da. La presión en la membrana está en el rango de 500 a 1,300kPa. El extracto obtenido de este proceso continúa con la cristalización. Para reducir el consumo de agua se puede realizar una recirculación (18)



que incluyan filtros (17) (membrana convencional de ósmosis inversa) para purificar el fluido.

Un controlador de temperatura (16) es utilizado para bajar la temperatura de agua limpia.

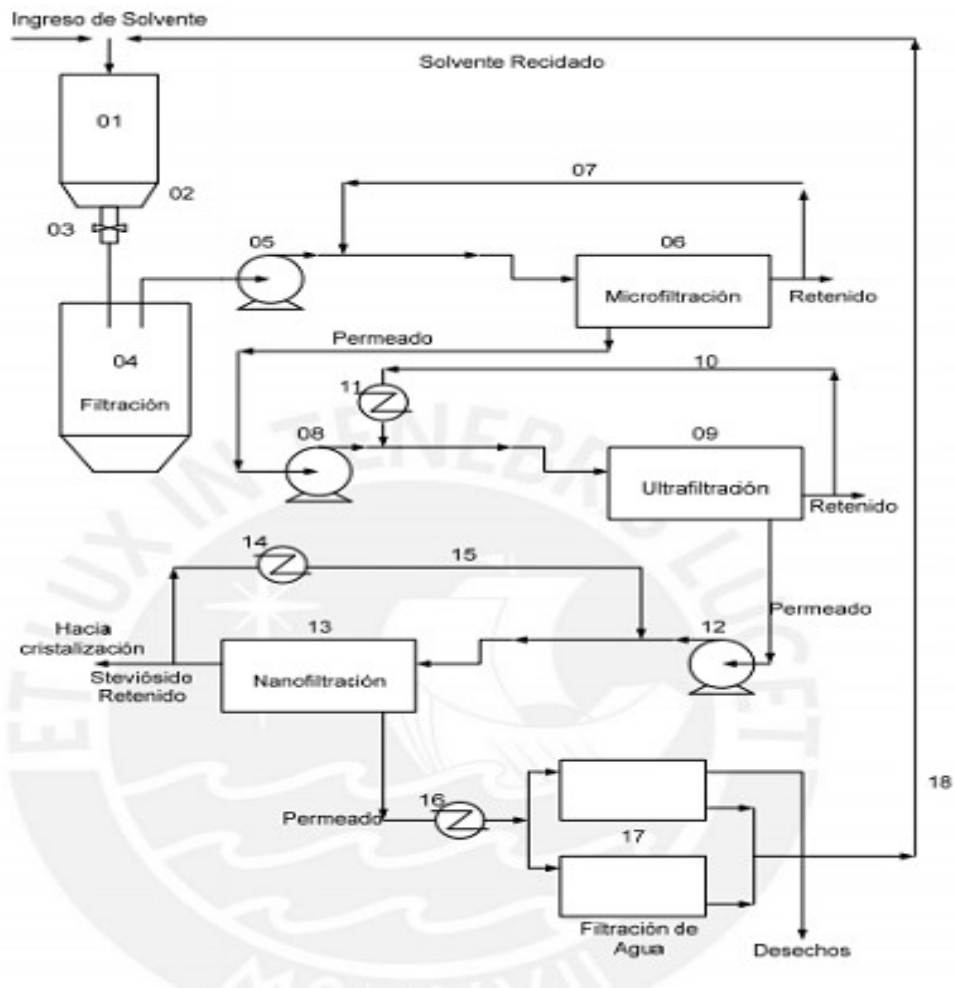
- Teoría de la filtración por membranas

La tecnología de filtración por membranas de flujo-cruzado está logrando rápida aceptación mundial como una importante etapa de producción en muchas líneas de procesos en la industria alimenticia, láctea, farmacéutica/biotecnológica, de jarabes y edulcorantes. La capacidad para producir separaciones muy específicas a baja o a temperatura ambiente, sin cambio de fase, en muchas aplicaciones, hace que la filtración por membranas sea superior a los métodos convencionales, tales como la filtración rotativa al vacío o filtros prensa, siendo la solución óptima que brinda una mejor relación costo/eficiencia. La filtración por membranas es una tecnología basada en la presión. Con una porosidad selectiva capaz de separar partículas de 5 micrones hasta un peso molecular de 100 Dalton. Las tecnologías incluidas en filtración por membranas son microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y osmosis inversa, cada una de ellas se utiliza con diferentes propósitos según las propiedades del fluido que se quiere filtrar. Los procesos de membrana se clasifican según el tamaño de poro y la masa molar de corte del medio filtrante.

Tabla: Tamaño del poro y masa molar de corte del medio filtrante

<b>Procesos de Membrana</b>	<b>Diámetro de los poros (micras)</b>	<b>Masa molar de corte (Daltons)</b>
Microfiltración	0.1 - 0.2	> 500,000
Ultrafiltración	0.01	1,000 a 500,000
Nanofiltración	0.001	200 a 1,000
Osmosis Inversa	< 0.001	< 200

**Gráfico: método filtración por membranas**



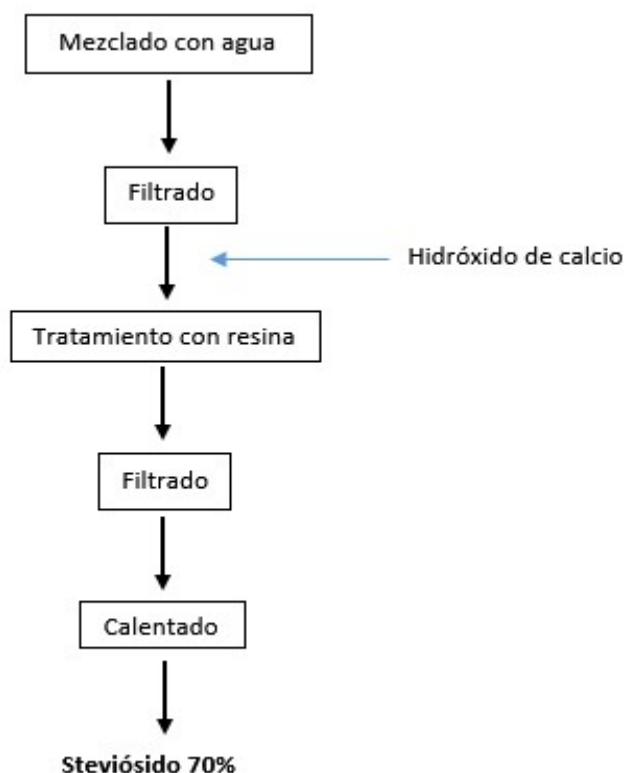
**ALTERNATIVA 2: Extracción mediante intercambio iónico.**

Obtendremos los principales glucósidos de la planta (steviósido y rebaudiósido A) libre de otras sustancias, con el fin de obtener un producto final con un mejor sabor que el obtenido mediante otros procesos.

La primera parte del proceso (patente Giovanetto, 1998) comienza con la mezcla de las hojas con agua a una temperatura de 60°C. Después se filtra para la obtención del extracto acuoso que tratamos con hidróxido de calcio.

El precipitado es tratado con resinas de intercambio iónico de ácido fuerte y después con resinas de intercambio iónico de base débil. Por último se filtra y se calienta el precipitado para obtener un producto de 107 g de steviósido por cada kg de hojas de stevia con un nivel de pureza del 70%.

Gráfico. Método descrito por Giovanetto (1998)

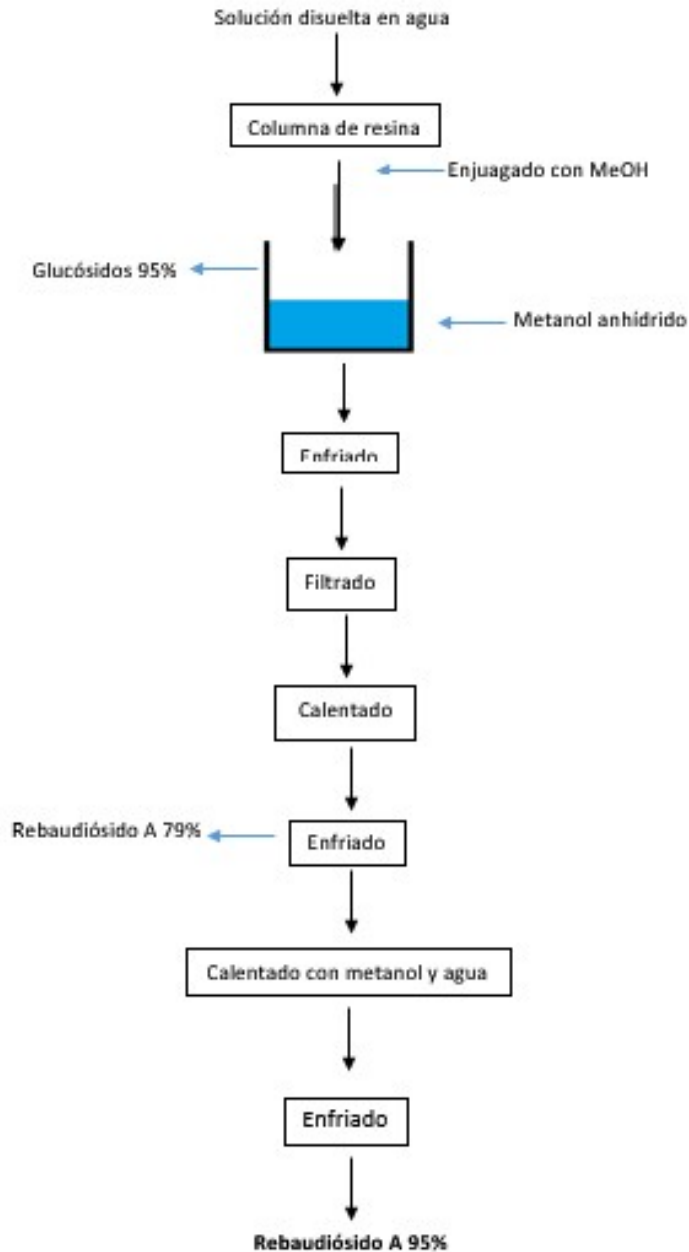


En la segunda parte del proceso (patente Payzant, 1999) buscamos aumentar el nivel de pureza, para lo cual, disolvemos el producto en agua y le aplicamos una columna de resina (Amberlite XAD-7) de 1 pulgada de diámetro. Posteriormente, la resina es enjuagada con metanol para obtener los glucósidos. El líquido obtenido es calentado hasta eliminar el metanol y obtener un producto con un 95% de glucósidos.

El producto obtenido en el paso anterior, es mezclado con metanol anhídrido y enfriado para precipitar el steviósido, que es recuperado en un proceso de filtración.

El líquido filtrado se enfría rápidamente tras ser calentado obteniéndose por precipitación el rebaudiósido A con un 79% de pureza. Después se disuelve con metanol para luego recalentar la mezcla y posteriormente volverla a enfriarla generando la precipitación del rebaudiósido A con un grado de pureza del 95%.

Gráfico. Método descrito por Payzant (1999)



El equipamiento necesario para el proceso será un intercambiador iónico que adquiriremos de la empresa Wenzhou Haideneng Environmental Protection Equipment & Technology Co., Ltd. El precio de la compra será de 20.000\$ (18.350€) y será importado desde Zhejiang, China por medio del portal alibaba.com.

### **ALTERNATIVA 3: Extracción mediante fluidos supercríticos**

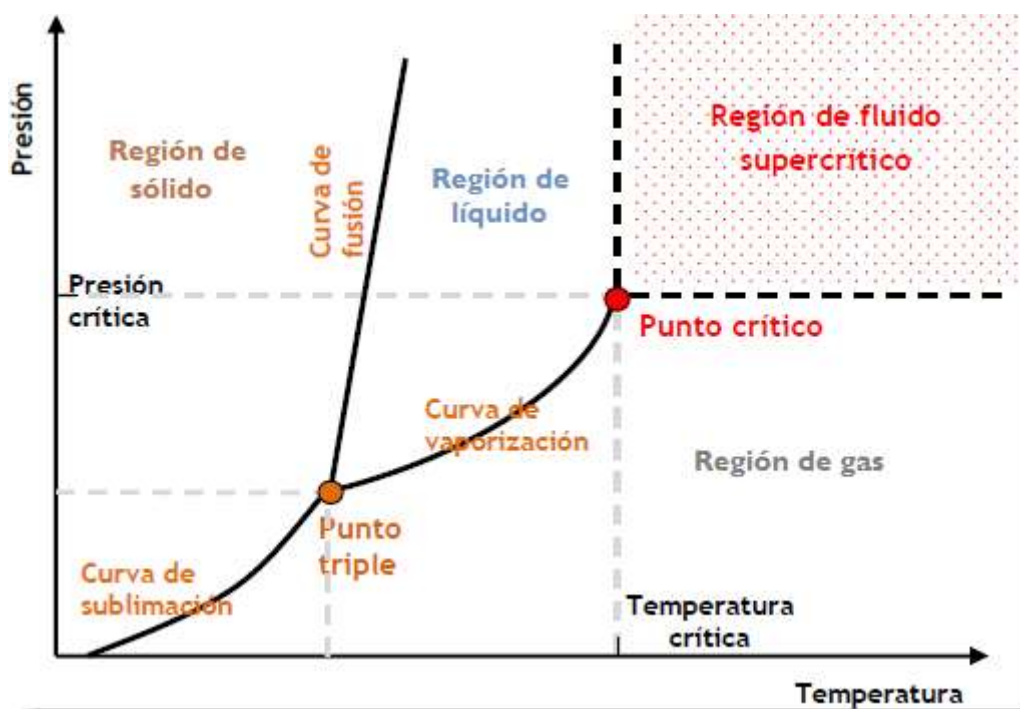
Los métodos de extracción convencionales empleados tanto a nivel industrial como a nivel de laboratorio, utilizan costosos y tóxicos solventes orgánicos, nocivos tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Además se acompañan de altas temperaturas que aceleran la degradación de los productos de interés y la formación de impurezas.

Actualmente se ha promovido la investigación de nuevas tecnologías más respetuosas con el medio ambiente, que no representen ningún riesgo para la salud y garanticen una calidad superior de los productos. Entre ellas emerge la llamada tecnología de fluidos supercríticos, basada en la utilización de un fluido, precisamente supercrítico, como disolvente alternativo, siendo el más utilizado el dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, supercrítico.

La extracción con fluidos presurizados es una tecnología que coincide con las exigencias actuales del mercado en el sentido de promover el uso de procesos de nulo impacto ambiental, cada vez más limpios en términos ecológicos, que cumplan la normativa en cuanto a las restricciones de utilización de solventes contaminantes y que respondan a la creciente demanda de productos naturales por parte del consumidor.

#### **Proceso de extracción mediante FSC**

La extracción supercrítica es una operación unitaria de transferencia de masa que se efectúa por encima del punto supercrítico del solvente, similar a la extracción clásica con la particularidad de utilizar como agente extractor un FSC en lugar de un líquido 4,5.



Para esta alternativa necesitamos conocer los siguientes datos:

Materia prima	Principio Activo	Condiciones de Extracción		Queremos conseguir
		T(°C)	P(bar)	
Stevia (Stevia rebaudiana B.)	Glúcidos	30	200-300	Steviosidos rebaudiosido A

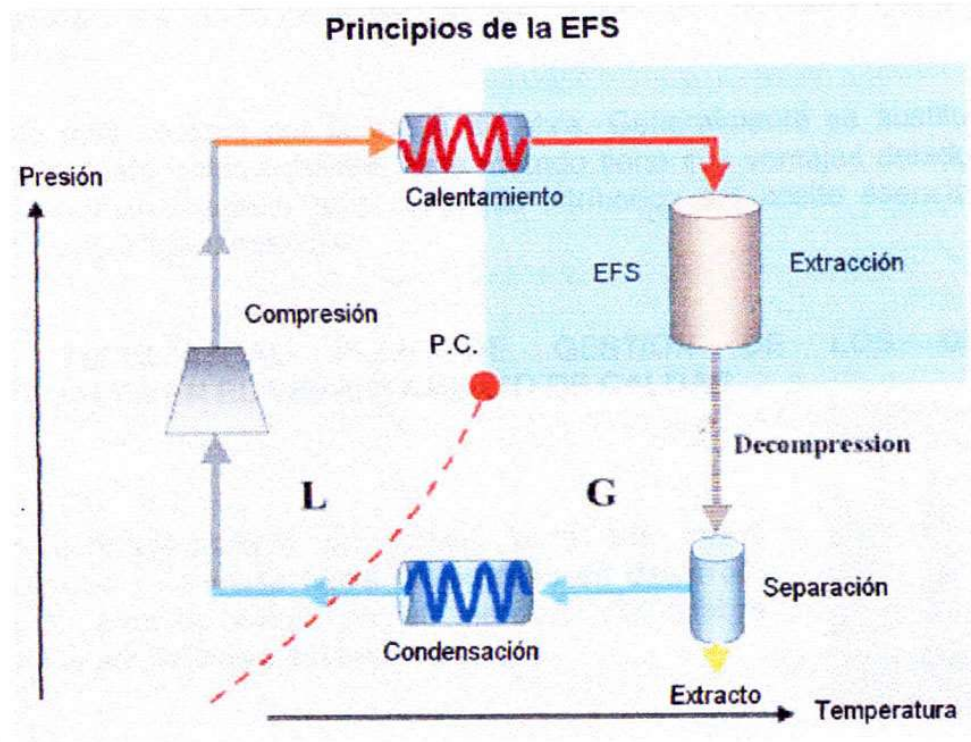
El proceso de extracción con fluidos supercríticos básicamente consiste de cuatro etapas:

**Presurización:** su finalidad es alcanzar la presión necesaria del solvente para la extracción, ya sea por medio de un compresor o de una bomba.

**Ajuste de temperatura:** remoción o adición de energía térmica, por medio de intercambiador de calor, baños térmicos o resistencias eléctricas, para que el fluido comprimido alcance la temperatura requerida.

**Extracción:** se lleva a cabo en un recipiente extractor a alta presión, el cual contiene la matriz que será procesada. En esta etapa el fluido entra en contacto con la matriz y arrastra el soluto de interés.

**Separación:** en esta etapa se separa la sustancia extraída del solvente mediante cambios de presión y temperatura.

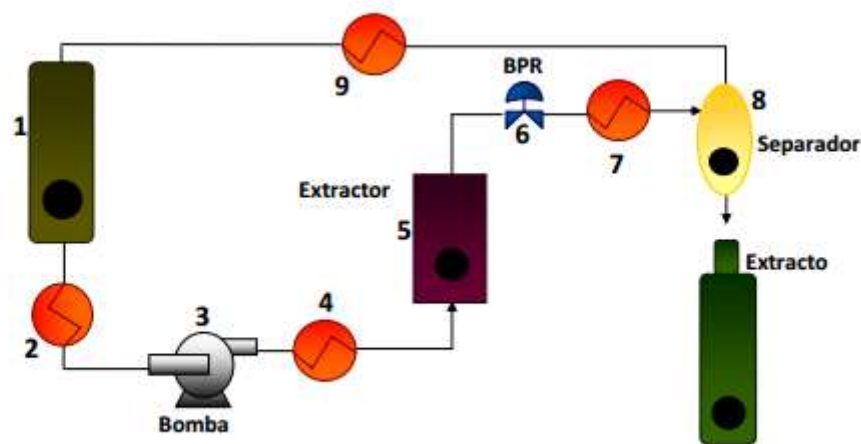


La mayor ventaja de la extracción mediante fluidos supercríticos es su menor impacto en el medio ambiente. Es una tecnología limpia porque, al usar sustancias como el CO<sub>2</sub> o el agua, los residuos que se producen no son tóxicos y se reciclan fácilmente.



La posibilidad de eliminar de forma rápida el exceso del fluido supercrítico por simple despresurización y recolección de los anularitos concentrados es otra ventaja importante. La alta inversión requerida para el montaje de un equipo de extracción con fluidos supercríticos, así como los pocos datos relativos a equilibrios de fases y de transferencia de materia en sistemas complejos, han impedido el empleo masivo de esta técnica de extracción, obligando al investigador a diseñar empíricamente las condiciones operativas ingenieriles y termodinámicas en la mayoría de los casos.

### Esquema de un proceso de extracción con fluidos supercríticos



**1. Tanque de almacenamiento.** Se almacena el fluido a utilizar como solvente en condiciones de presión y temperatura normales.

**2. Intercambiador de calor.** El fluido se enfría hasta alcanzar una temperatura tal que pueda pasar sin problemas por la bomba, para esto se requiere el solvente en estado líquido.

**3. Bomba.** Se comprime el fluido hasta una presión por encima de la presión crítica.

**4. Intercambiador de calor.** Se calienta el fluido comprimido hasta una temperatura por encima de la crítica, alcanzándose las condiciones necesarias para la extracción.

**5. Cámara extractora.** El fluido supercrítico pasa a través de la materia prima disolviendo y arrastrando las componentes de interés.

**6. Válvula.** El fluido disminuye su presión por debajo de su presión crítica.

**7. Intercambiador de calor.** El fluido expandido se enfría por debajo de su temperatura crítica, de manera tal que pierde sus propiedades como solvente y los componentes extraídos pueden separarse fácilmente.

**8. Separador.** Se extrae el gas por la parte superior, y el extracto por la parte inferior. Cabe destacar que es esencial colocar medidores de presión, de temperatura y flujo del solvente a lo largo de todo el proceso, ya que su control depende de dichas propiedades.

Imágenes del equipo:





Necesitaremos un equipo especializado en extracción con fluidos supercríticos que adquiriremos de la empresa Gongtong Low Carbon Technology Company, es un Fabricante y proveedor de equipos de gas industrial ubicado en China.

El precio de la compra será de 300.000€ (incluyendo el transporte que será por barco) y será importado desde Zhuhai, China por medio del portal alibaba.com.

Utilizando este sistema obtendríamos un 50% de Steviosido y un 72% de Rebaduoso, con unas condiciones de presión y temperatura de  $T^{\circ}= 10-16^{\circ}\text{C}$  y 120-150 bares. El coste aproximado de este equipo es de 300.000 €.

### 2.1. Análisis de su influencia en la calidad del producto.

La Stevia se ha utilizado como edulcorante desde hace muchos años, aunque nunca llegó a ser un producto dominante, esto era debido a que las moléculas de glucósidos de exterior, no tenían un sabor que fuese comercialmente agradable, gracias a los avances tecnológicos y a la innovación en sistemas de extracción y purificación, se ha podido purificar la molécula de estevia a niveles óptimos para su comercialización.

En el siguiente cuadro, podemos observar de manera clara, como afectan los distintos procesos al producto final.

	Membranas	Fluidos supercríticos	Intercambio iónico
Presencia agentes tóxicos	Proceso emergente*	Proceso emergente	Metanol
Pérdidas organolépticas y nutricionales	No	No	Sí
Economía (energía) de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bajo costo energético ya que la mayor parte de la energía requerida es para bombear los líquidos a través de los filtros por membranas</li> <li>– El solvente utilizado es agua purificada recirculada, de bajo costo energético y económico.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gran gasto de energía debido a constante calentamiento y enfriamiento de fluidos.</li> <li>– Gasto de energía para llevar los disolventes orgánicos a condiciones ideales en cada etapa de proceso</li> </ul>

<b>Continuidad del proceso</b>	Proceso continuo, el material fluye constantemente a través de las operaciones, permitiendo mayor aprovechamiento de maquinaria y abastecimiento constante en la cadena productiva.	Proceso continuo, el material fluye constantemente a través de las operaciones, permitiendo mayor aprovechamiento de maquinaria y abastecimiento constante en la cadena productiva.	Requerimiento de tiempo de reposo para la realización de la reacción química (puede llegar hasta las 48 horas)
<b>Producción</b>	El proceso puede ser fácilmente ampliado por la existencia de filtros de membrana de gran capacidad.	Lotes pequeños, debido al tiempo necesario para reacciones químicas y gran cantidad de agentes externos que intervienen en la extracción del steviósido, de manera que la producción masiva sería muy costosa de implementar.	Lotes pequeños, debido al tiempo necesario para reacciones químicas y gran cantidad de agentes externos que intervienen en la extracción del steviósido, de manera que la producción masiva sería muy costosa de implementar.

- **Diagrama general de módulos básicos.**

#### ALTERNATIVA 1:

<b>MATERIAS PRIMAS</b>	<b>PRODUCTOS</b>
<p><b>1. Especificaciones materia prima</b> La variedad utilizada en nuestro proceso será <i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>.</p> <p><b>2. Necesidad de materias primas</b> Nuestro sistema de proceso se alimenta con 347 kg/día de hoja seca de Stevia, actualmente son pocos los proveedores de hoja de Stevia, por ello nos planteamos en un futuro tener nuestras propias plantaciones. El transporte hasta nuestra planta se hace en camión y dista una distancia de 50 km.</p> <p><b>3. Evolución de la producción.</b></p>	<p><b>1. Especificaciones del producto</b> Edulcorante compuesto por glucósidos de Esteviol y Rebaudiosido A.</p> <p><b>2. Expectativas de mercado</b> La tendencia en el consumo de Stevia crece de manera vertiginosa, actualmente se comercializa como edulcorante E960, pero se prevé su aprobación como aditivo alimentario, ello incrementará el consumo de Stevia, ya que se podrá incluir en muchos más productos.</p> <p><b>3. Subproductos</b></p>

<p>Actualmente existe una creciente demanda en cultivos de hoja de Stevia, tanto a nivel internacional como nacional.</p>	<p>En proceso de estudio. Actualmente nos centramos únicamente en nuestro producto, pero pretendemos aprovechar la torta de filtrado como subproducto para pienso o cosmética.</p>
---	--

#### **SISTEMAS AUXILIARES**

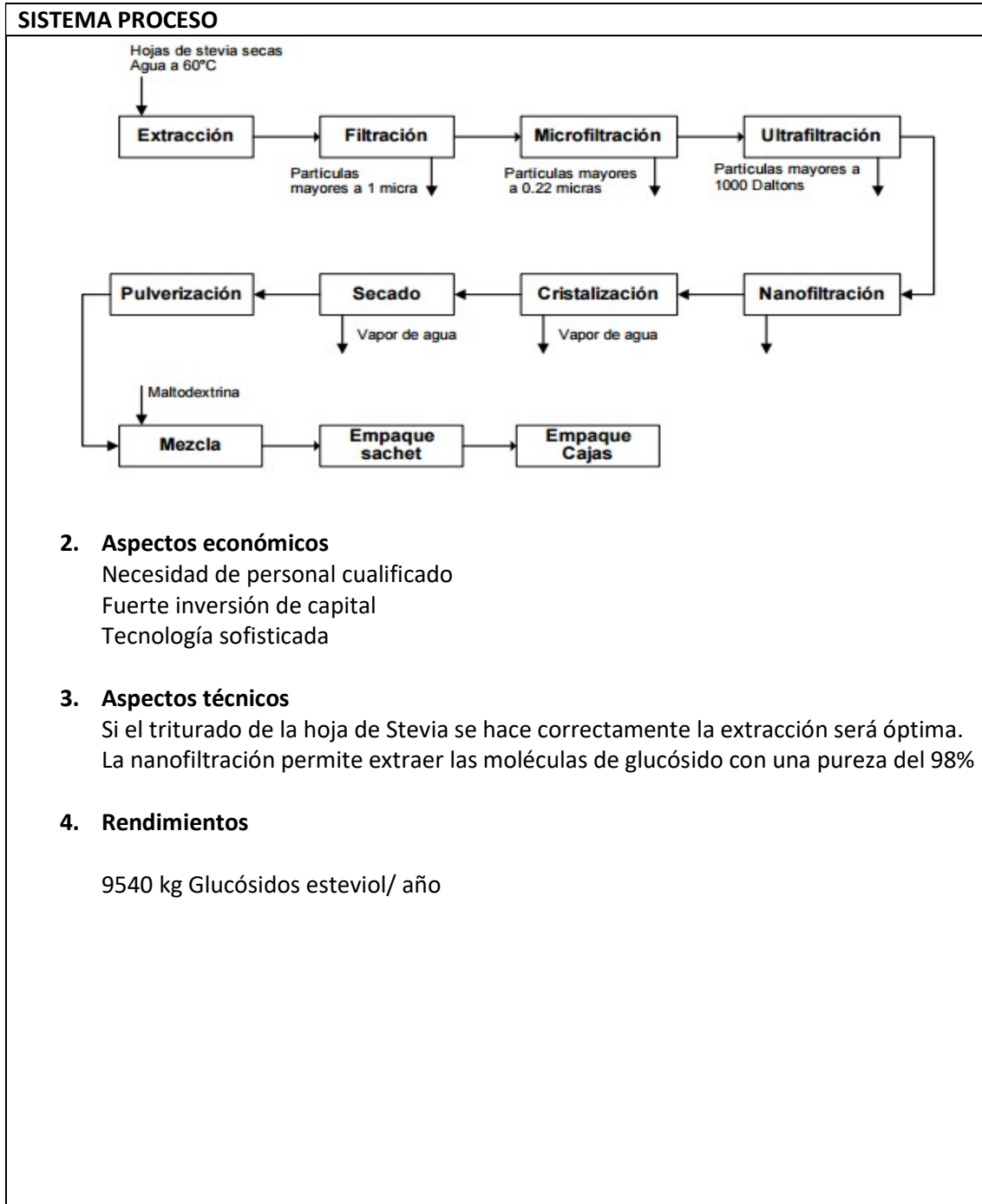
##### **1. Aspectos energéticos.**

El consumo de energía irá en función del equipo utilizado.

Existe la posibilidad de obtener energía mediante placas solares.

Distribución consumo energía:

**FLUJOGRAMA DEL PROCESO:**



**2. Aspectos económicos**

Necesidad de personal cualificado  
Fuerte inversión de capital  
Tecnología sofisticada

**3. Aspectos técnicos**

Si el triturado de la hoja de Stevia se hace correctamente la extracción será óptima.  
La nanofiltración permite extraer las moléculas de glucósido con una pureza del 98%

**4. Rendimientos**

9540 kg Glucósidos estevioli/ año

Descripción	Símbolos					Tiempo	Observación
	○	□	⇒	▷	▽		
Compra de materia prima	●						
Pesado de hojas secas de stevia	●					0:05:0'	
Transporte de hojas secas a la trituradora	●			●		0:05:0'	Se transportan 5 canecas de 20Kg cada una.
Trituración	●					0:25:0'	
Colocación de agua a las marmitas	●					0:30:0'	Se llenan 2 marmitas con 400 litros de agua y una con 200 litros
Calentamiento de agua de las marmitas	●					0:50:0'	
Transporte de hojas secas trituradas a las marmitas	●			●		0:05:0'	
Colocación de hojas trituradas en las marmitas	●					0:05:0'	
Verificación de temperatura del agua de las marmitas	●			●		0:01:30'	Verificar que la temperatura del agua se encuentre entre 55 y 65°C.
Proceso de extracción	●					4:00:0'	
Filtración	●					1:00:0'	El extracto pasa por filtros de 20, 10, 5, 1 micras y carbón activado.
Microfiltración	●					1:00:0'	El proceso inicia 20mmts después de comenzar el proceso de filtración.
Ultrafiltración y Diafiltración	●					2:20:0'	El proceso inicia 20mmts después de comenzar el proceso de microfiltración.
Nanofiltración y Diafiltración	●					2:47:0'	El proceso inicia 20mmts después de comenzar el proceso de ultrafiltración.
Transporte de concentrado al cristizador	●			●		0:05:0'	El transporte se realiza a través de una bomba.
Proceso de cristalización	●					3:05:0'	
Transporte de cristales al secador	●			●		0:05:0'	El secado se realiza en lotes de 6Kg cada uno con una duración de 30
Inspección estado de cristales	●			●		0:04:0'	
Secado	●					1:00:0'	
Pesar los cristales	●			●		0:03:0'	
Transporte de cristales secos al pulverizador	●			●		0:05:0'	
Pulverización	●					0:20:0'	
Pesado de maltodextrina	●					0:05:0'	Se necesita tener un peso de 90Kg de maltodextrina
Transporte de maltodextrina y polvo de stevia a la máquina mezcladora	●			●		0:08:0'	
Colocación de la maltodextrina y polvo de stevia a la máquina mezcladora	●					0:05:0'	
Proceso de mezclado	●					0:30:0'	
Transporte de endulzante en polvo a la sachetadora	●			●		0:05:0'	
Proceso de empaque en sobres de 20gr y cajas de 25 unidades	●					4:00:0'	
Transporte de cajas al almacén de productos terminados	●			●		0:20:0'	



## 2.2. Balances de materia

El proceso de filtración por membranas, nos permitirá cumplir con la demanda que se pretende captar, la cual asciende a 9540 Kg de steviósidos para el primer año. Para lograr la cuota de producción se ha calculado el procesamiento diario de 347 kg de hojas de stevia al día, asumiendo que se laboran 22 días al mes, los 12 meses del año.

- BALANCE : MACROFILTRACIÓN-FILTRACIÓN**

Extracción - Filtración	
Datos Diseño	
Hojas secas (kg)	347
Relación peso agua/hoja:	15
Contenido steviolglicosidos	10%
Base de cálculo (hora)	1
Porcentaje permeado (extracto)	95%
Horas totales de trabajo anual: 576	
Diagrama Proceso	
Balance	
Balance total (kg)	$A+347 = H+E$
Balance agua (kg)	$(347) \times 15 = A$ $A = 5205$
Balance extracto (kg)	$(A+347) \times 0,93 = E$ $E = 5164$
Balance hojas (kg)	$A+347 = H+E$ $H = 388$
Balance steviolglicósidos (sg)	$(347) \times 0,1 = (E) \times sg$ $sg = 0,67\%$

- BALANCE: MICROFILTRACIÓN

Microfiltración		
Datos Diseño		
Extracto (kg)	5205	Horas totales de trabajo anual: 576
Contenido steviolglicosidos (sg)	0,67%	
Porcentaje permeado (extracto)	95%	
Base de cálculo (hora)	1	
Diagrama Proceso		
Balance		
Balance total (kg)	$5205 = R + MF$	
Balance Permeado (kg)	$(5205) \times 0,95 = MF$ <b>MF = 4945</b>	
Balance Retenido (kg)	$5205 = 4945 - R$ <b>R = 260</b>	
Balance steviolglicósidos (kg)	$(5205) \times 0,0067 = (MF) \times sg$ <b>sg = 0,71%</b>	

- BALANCE CARBÓN ACTIVADO

Carbón activado		
Datos Diseño		
Extracto (kg)	4945	Horas totales de trabajo anual: 576
Contenido steviolglicosidos (sg)	0,71%	
Porcentaje permeado (extracto)	97%	
Base de cálculo (hora)	1	
Diagrama Proceso		
Balance		
Balance total (kg)	$4945 = R + CA$	
Balance Permeado (kg)	$(4945) \times 0,97 = CA$ <b>CA = 4797</b>	
Balance Retenido (kg)	$4945 = 4797 + R$ <b>R = 148</b>	
Balance steviolglicósidos (kg)	$(4945) \times 0,0071 = (CA) \times sg$ <b>sg = 0,73%</b>	

- BALANCE: ULTRAFILTRACIÓN

Ultrafiltración - Diafiltración	
Datos Diseño	
Extracto (kg)	4797
Contenido steviolglicosidos (sg)	0,73%
Volumen agua Diafiltración	3
Porcentaje permeado (extracto)	95%
Base de cálculo (hora)	1
Horas totales de trabajo anual: 576	
Diagrama Proceso	
Balance	
Balance total (kg)	$4797 + AD = R + UF$
Balance Retenido (kg)	$(4797) \times 0,05 = R$ <b>R = 240</b>
Balance Diafiltración (kg)	$R \times 3 = AD$ <b>AD = 720</b>
Balance Permeado (kg)	$(4797 - R) + DF = UF$ <b>UF = 5276</b>
Balance steviolglicósidos (kg)	$(4797) \times 0,0073 = (UF) \times sg$ <b>sg = 0,67%</b>

- BALANCE: NANOFILTRACIÓN

Nanofiltración		
Datos Diseño		
Extracto (kg)	5276	Horas totales de trabajo anual: 576
Contenido steviolglicosidos (sg)	0,67%	
Porcentaje permeado (extracto)	90%	
Base de cálculo (hora)	1	
Diagrama Proceso		
Balance		
Balance total (kg)	$5276 = R + NF$	
Balance Permeado (kg)	$(5276) \times 0,95 = NF$ <b>NF = 4749</b>	
Balance Retenido (kg)	$5276 = 5013 + R$ <b>R = 528</b>	
Balance steviolglicósidos (sg)	$(5276) \times 0,0067 = (R) \times \text{sg}$ <b>sg = 6,65%</b>	

- BALANCE: CRISTALIZACIÓN

Cristalización		
Datos Diseño		
Extracto (kg)	517	Horas totales de trabajo anual: 576
Contenido steviolglicosidos (sg)	6,8%	
Contenido sg final	80,0%	
Base de cálculo (hora)	1	
Diagrama Proceso		
Balance		
Balance total (kg)	$517 = A + C$	
Balance cristales steviolglicósidos (kg)	$(517) \times 0,068 = C \times 0,8$ <b>C = 44</b>	
Balance Agua (kg)	$517 = 44 + A$ <b>A = 473</b>	

- BALANCE: SECADO Y ENVASADO

Secado y envasado	
Datos Diseño	
Cristales (kg)	44
Contenido steviolglicosidos (sg)	80,0%
Contenido sg final	98,0%
Base de cálculo (hora)	1
Horas totales de trabajo anual: 576	
Diagrama Proceso	
Balance	
Balance total (kg)	$44 = A + C$
Balance cristales steviolglicosidos (kg)	$(44) \times 0,8 = C \times 0,98$ <b>C = 36</b>
Balance Agua (kg)	$517 = 44 + A$ <b>A = 8</b>

### 3. . Análisis económico-financiero: alternativa filtración por membranas.

#### 3.1 Estudio económico.

Este estudio pretende determinar, cuál será el total de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el coste total de la operación de la planta (que abarque las funciones de producción, administración y ventas), así como una serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación financiera.

En este caso para conocer la viabilidad del proyecto se realizaron presupuestos detallados para cada área de la empresa y se pudo conocer la cantidad a la que estos ascienden, pudiendo constatar si hay o no rentabilidad.

El horizonte temporal marca de manera importante el proceso de inversión en un proyecto, y en nuestro caso, al querer garantizar un retorno de inversión muy temprano y conscientes de la necesidad de que este proyecto tiene que transformarse y ampliarse lo antes posible, hemos fijado el horizonte temporal en 5 años.

### **3.1.1 INVERSIONES.**

Constituye las inversiones que la empresa tendrá que realizar para poner en marcha el proyecto, en el cual se encuentran inmersos los activos fijos, diferidos y circulantes.

Los costes directos están compuestos principalmente por el consumo de insumos como son las hojas secas e insumos ordinarios, además de otros gastos de la explotación como son el agua, la luz, etc. Como indirectos, tenemos los salarios del personal fijo, los seguros sociales, gastos de marketing, alquiler de la nave, y la amortización de los equipos calculados a cinco años (horizonte temporal).

Los costes de estructura comprenden los gastos de gestión y administrativos.

Los gastos financieros son intencionadamente altos si los referenciamos a los intereses actuales.

#### **3.1.1.1 INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS**

Son todos aquellos activos que están permanentes en la empresa, los cuales están sujetos a depreciaciones y serán destinados para el uso de la empresa, además estos no tienen facilidad de convertibilidad a efectivo durante su vida útil. Así los activos fijos que la empresa utilizará para el presente proyecto son los siguientes: maquinaria de producción, muebles y enseres, equipos de oficina, construcción e instalaciones del local, herramientas, etc.

ALQUILER DE LA NAVE (Polígono Ind Los Camachos)

Detalle	Precio 1 mes (€)	Total anual(€)
Nave el alquiler	1200	<b>14.400</b>

ACONDICIONAMIENTO DE LA NAVE

Detalle	m <sup>2</sup>	Precio U	Total
Área administración	54	70	3780
Área producción	126	60	7560
Aseos	20	65	1300
Acometida instalaciones de energía eléctrica, agua y teléfono.			4.000
Almacén	45	50	2250
<b>Total</b>			<b>18.890</b>

MAQUINARIA Y EQUIPO.

Para el proceso productivo de endulzante de stevia se utilizará la maquinaria y equipo que se detalla a continuación.

EQUIPOS	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	VIDA UTIL	PROVEEDOR	PRECIO+IVA
TRITURADORA	1	Fabricada de acero inoxidable. Consta de 42 martillos, una criba y un motor	10		7.000

OLLA PRESIÓN	1	Acero inoxidable. 500 litros	10		6.000
CALDERA	3	Piro tubular	10		1.000
MOLINO	1	Acero. Rendimiento 20 kg	10		4.000
MEZCLADOR	1	Acero inoxidable, capacidad 200 kg	10		1.000
BOMBA 40 psi	1	Fabricado de acero inoxidable, caudal de 5GPM, potencia 1HP.	5		500
BOMBA 70 psi	1	Fabricado de acero inoxidable, caudal de 60L/min.	5		700
BOMBA 140psi	1	Fabricado de acero inoxidable, caudal de 170/min.	5		1.200
SECADOR	1	Construido de acero inoxidable, capacidad para manejar lotes de 5kg.	5		10.000
BALANZA ELECTRÓNICA	1	Capacidad hasta 300 gramos con precisión de 0.001gr.	5		190
EVAPORADOR CRISTALIZADOR	1	Fabricado de acero inoxidable, capacidad de 600 litros por día.	5		4.000
<b>TOTAL</b>					<b>35.590</b>

HERRAMIENTAS

CANT	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	KIT HERRAMIENTAS	50	100



**MUEBLES Y ENSERES DE PRODUCCIÓN, ADMINISTRACIÓN Y VENTAS**

Los muebles y enseres que se utilizarán en la planta productiva y para el área de administración y ventas serán los siguientes.

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	V. TOTAL
1	Estantería metálica	150,00	150,00
3	Taburetes	4,00	12,00
5	Mesas de Trabajo	40,00	200,00
10	Canecas de polipropileno	10,00	100,00
4	Recipientes	1,00	4,00
<b>TOTAL</b>			<b>466,00</b>

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	V. TOTAL
1	Estación de Trabajo Ejecutivo	280,00	280,00
3	Escritorios pequeños	120,00	360,00
4	Sillones	20,00	80,00
6	Sillas Espera	5,00	30,00
4	Archivadores de 4 Gavetas	150,00	600,00
<b>TOTAL</b>			<b>1.350,00</b>

EQUIPOS DE OFICINA

Constituyen los bienes que serán utilizados por el personal administrativo y de planta tales como:

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	V. TOTAL
1	Sumadora	118,00	118,00
1	Teléfono fax	110,00	110,00
1	Perforadora	2,50	2,50
1	Grapadora	1,80	1,80
<b>TOTAL</b>			<b>232,30</b>

ORDENADORES

Constituyen las computadoras que serán utilizadas para sistematizar el trabajo de las diferentes áreas de la empresa.

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
4	Ordenadores	850	3400,00

**3.1.1.2. Activo corriente**

Este apartado es de gran importancia en toda las empresas, puesto que es con ellos con los que se puede operar, adquirir mercancías, pagar las Nóminas, adquirir Activos fijos, y pagar sus pasivos ente otros aspectos. Caja y bancos.

- **Materias primas:**

Nuestro proveedor para la hoja seca de Stevia, será Stevigran, con un coste de 6€/kg de hoja seca.

Nuestra producción será de 36kg de glucósidos de esteviol al día, por lo tanto:

$36 \text{ kg} * 22 \text{ días} * 12 \text{ meses} = 9504 \text{ kg glucósidos de steviol al año.}$

Para cada kg de glúcosido de steviol, necesitamos 347 kg de hoja seca.

PRODUCTO	PRECIO HOJA SECA	CANTIDAD PRODUCIDA AL AÑO DE STEVIOL	CANTIDAD DE HOJA NECESARIA AL AÑO	TOTAL €
Hoja seca Stevia	5 €/kg	9540 kg	91608 Kg	458.040

Material indirecto:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL año (€)
Bolsas de plástico 1K	500	0,05	25
Cajas cartón (capacidad 50 bolsas de 1K)	500	0,40	200
<b>Total</b>			<b>225</b>

- **Insumos: agua**

Para el proceso productivo necesitamos 5205 litros al día, pero además, tendremos otras necesidades de agua relacionadas con las tareas de mantenimiento, limpieza y laboratorio, por lo tanto el consumo de agua, puede reflejarse de la siguiente manera.

$$5205 \text{ L / día} * 22 \text{ días / 1 mes} * 1\text{m}^3 / 1000\text{L} = 115 \text{ m}^3 / \text{mes}$$

175 m<sup>3</sup> de consumo medio para otras actuaciones

Total consumo de agua: 300 m<sup>3</sup> / mes

Coste agua red / mes = 1,40 € / m<sup>3</sup>

$$1,40 * 300 * 12 = 5100 \text{ € / año}$$

- **Insumos: energía eléctrica**

Precio kwh (Iberdrola) = 0,1208 € / Kwh

Sólo para el proceso tendremos un consumo de 22.282, 46 kW, pero además, hemos de contabilizar los consumos propios de la nave, tales como iluminación, a continuación, mostramos los resultados de manera resumida, pero los cálculos se muestran de forma detallada en el anexo adjunto.

Consumo proceso: 14.400 €/ año

Consumo instalación: 12.000€/año

**Total consumo anual: 26.400 €/año**

Suministros oficina

DETALLE	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Resma de Papel Bond	1	3,50	3,50
Esferos	8	0,20	1,60
Tinta de impresora	1	10,00	10,00
Carpetas	8	0,15	1,20
Archivadores	2	2,50	5,00
Papel de sumadora	1	3,00	3,00
Papel fax	1	4,50	4,50
Facturas	1	12,00	12,00
Formularios Rentas	1	0,85	0,85
<b>TOTAL</b>			<b>41,65</b>

**41,65\*12 meses= 500 €**

Remuneraciones Personal Administrativo, ventas y operarios

Cargo	Sueldo mensual	Sueldo anual €
Gerente	1400	19.600
Secretaria	800	11.200
Comercial	1100	15.400
Oficial	1200	16.800

Operario	1000	14.000
<b>Total</b>		<b>77.000</b>

Mantenimiento.- Este apartado está destinado para el pago de mantenimiento de maquinaria. (Mensual)

Detalle	Total mensual(euros)	Total anual
mantenimiento	150	1800

Publicidad.- El costo de publicidad del producto para el primer mes tiene un total de 75,00 €.

Detalle	Total mensual €	Total anual €
publicidad	75	9000

### 3.1.1.3. RESUMEN DE INVERSIONES

#### INVERSIONES FIJAS TOTALES

DETALLE	TOTAL €
Nave	14.400
Construcción y adecuación del edificio	18890
Maquinaria y equipos	35.590
Muebles y enseres	466
Muebles oficina	1350
Herramientas	100

Equipos de oficina	232
Ordenadores	3.400
<b>TOTAL</b>	<b>74.038</b>

### INVERSIONES EN ACTIVOS DIFERIDOS

Para la constitución de la empresa es necesario considerar los activos intangibles llamados también activos diferidos los cuales se describen a continuación.

Descripción	Total €
Investigaciones y estudios previos	3.500
Gastos constitución empresa	4.500
Marcas , patentes y registro	2.000
<b>Total</b>	<b>10.000</b>

Tabla: resumen costes de proyecto

CONCEPTO	COSTE (anual)
<b>Inversión activos fijos</b>	
Alquiler nave	14.400
Acondicionamiento nave	18.500

Maquinaria	35.590
Herramientas	100
Equipos de oficina	232
Ordenadores	3400
Muebles	466
<b>Subtotal</b>	<b>72.638</b>
<b>Inversiones en activos diferidos</b>	
Investigaciones y estudios previos	3.500
Gastos constitución empresa	4.500
Marcas y patentes	2.000
<b>Subtotal</b>	<b>10.000</b>
<b>Inversiones en capital de trabajo</b>	
Materia prima	458.040
Materia prima indirecta	225
Servicios básicos	26.400
Suministros de oficina	499
Remuneración administración y ventas	77.000
Mantenimiento	1800
Publicidad	900
<b>Subtotal</b>	<b>564.865</b>

<b>Total</b>	<b>647.503</b>
--------------	----------------

#### 4. Evaluación de la inversión.

En este apartado se exponen de manera ordenada los diferentes criterios que vamos a utilizar para evaluar la rentabilidad de la inversión.

##### 4.1. Valor neto actual

El **valor neto actual**, cuyo acrónimo es VAN (en inglés, NPV), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual, todos los flujos de caja futuros o en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Dicha tasa de actualización (k) o de descuento (d) es el resultado del producto entre el coste medio ponderado de capital (CMPC) y la tasa de inflación del periodo. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

V<sub>t</sub>= representa los flujos de caja en cada periodo t.

I<sub>0</sub>= es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n= es el número de periodos considerado.

K= es el tipo de interés.



**FLUJOS DE CAJA**

A la hora de realizar los flujos de caja, hemos tenido en cuenta, un incremento anual del 3%, tanto en cobros, como en pagos.

DETALLE	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
<b>COBROS</b>	763200	786096	809678	833968	858987
<b>PAGOS</b>	564865	581810	599264	617241	635758
<b>R= C-P</b>	<b>198335</b>	<b>204286</b>	<b>210414</b>	<b>216727</b>	<b>223229</b>

**VAN= 321.945,76**

Por lo tanto, el proyecto representa una inversión viable, pues el valor actual de los flujos de caja, supera en 321.945,76 euros al pago de la inversión.

**4.2. Relación beneficio/ inversión.**

El criterio VAN es un índice que mide la rentabilidad absoluta de una inversión. A continuación, dividiremos el VAN generado en el proyecto, por su pago de inversión. Este valor nos indica la ganancia neta generada por el proyecto por cada unidad monetaria invertida.

$$Q = \text{VAN}/I_0$$

VAN= 321.954,76

$I_0 = 647.503$

**Q= 0,49**

Lo que significa que de cada 100 céntimos invertidos en el proyecto, se recuperarían 0,49

### 4.3. Plazo de recuperación.

Entendemos por plazo de recuperación de una inversión, el número de años que transcurren desde el inicio del proyecto, hasta que la suma de los cobros actualizados, se hace exactamente igual a la suma de los pagos actualizados. El plazo de recuperación nos indica el momento de la vida de la inversión, en el que le VAN se hace cero.

Para calcular el plazo de recuperación, iremos acumulando año a año los flujos de caja actualizados, y le restaremos el pago de la inversión inicial.

Años	0	1	2	3	4	5
Flujos de caja actualizados y acumulados	-647.503	-449.168	-250.833	52.498	0	0

Tal como se aprecia en el cuadro, a partir del tercer año, ya estaríamos recuperando la inversión, con lo cual, superamos nuestro horizonte temporal, fijado en cinco años.

### 4.4. Tasa interna de rendimiento.

El TIR, que nos mide la rentabilidad, se sitúa en torno al 25%, este resultado nos indica, que la inversión es viable, con lo cual, interesa su ejecución desde el punto de vista financiero.

$$TIR = \frac{-I + \sum_{i=1}^n F_i}{\sum_{i=1}^n i * F_i}$$

TIR= 25% Inversión viable.

### 5. Análisis financiero de las tres alternativas

Este apartado está dedicado a la evaluación económica de las tres alternativas, como podemos recordar, en este proyecto, se plantearon tres alternativas posibles para realizar la extracción de los glucósidos de esteviol, mediante: extracción por solventes acuosos y filtración por membranas, extracción mediante fluidos supercríticos y extracción mediante resinas de intercambio iónico.

Tabla: Resumen financiero

<b>Alternativa</b>	<b>Coste inversión final (€)</b>	<b>VAN</b>	<b>TIR (%)</b>	<b>Relación coste beneficio</b>	<b>Plazo de recuperación (años)</b>
Extracción por solventes acuosos y filtración por membranas	647.503	321.954,76	25	0,49	3
Extracción fluidos supercríticos	1.300.000	170.546	11	0,10	9
Extracción resinas intercambio iónico	970.000	235.000	7	0,22	6

Tal y como se aprecia en la tabla, la opción más rentable, es el sistema de extracción mediante solventes acuosos y filtración por membranas.

**5.1. FINANCIACIÓN DEL PROYECTO**

Esta empresa está dedicada a la producción y comercialización de endulzante extraído de la planta stevia en la ciudad de Cartagena, Provincia de Murcia. Los recursos económicos para la puesta en marcha del presente proyecto se obtendrán de una fuente de financiamiento, mediante un crédito ICO, y 100.000€ de capital propio.

Tabla:

DENOMINACIÓN	€	PORCENTAJE
Capital propio	100.000	
Capital ajeno	547.503	
Total	647.503	100%

FUENTES INTERNAS.-Para este proyecto, las fuentes internas están constituidas por el capital propio, el mismo que es aportado por tres socias, en partes iguales con un aporte total que asciende a 100.000

FUENTES EXTERNAS.- Se basa en un crédito otorgado por la institución financiera Banco de Murcia, ofrecido a emprendedores, el cual ofrece créditos empresariales, con una tasa de interés del 4,5%, el banco asume el préstamo será de 547.503 €, que corresponde al 65% de la inversión.

**TABLA AMORTIZACIÓN DEL CRÉDITO BANCARIO (simulador bancario ICO)**

Capital = 547503€

Interés = 4 %

Plazo = 60 meses

Tabla: Simulación amortización capital.

AÑO	CUOTA ANUAL (€)	CAPITAL RESIDUAL
1	120.997,20	437.974,25
2	120.997,20	332.577,67
3	120.997,20	222.887,07
4	120.997,20	108.727,50
5	120.997,20	0

#### 6. Justificación de la alternativa seleccionada.

Tras analizar las tres alternativas posibles:

- Filtración por membranas
- Intercambio iónico
- Fluidos supercríticos

Finalmente los decantamos por el sistema de filtración por membranas, por las siguientes razones:

- Al realizar una extracción acuosa se elimina la necesidad de recuperar el disolvente y se evita la manipulación de sustancias tóxicas, además que puede abaratar considerablemente el proceso de obtención del steviósido.
- Economía de la producción: Para el análisis de este factor se tiene en cuenta el consumo de energía requerido en cada proceso. En el caso del método de filtración por membranas, es un proceso de bajo costo energético, debido a que la mayor parte de la energía requerida es la necesaria para bombear los líquidos a través de los filtros por membranas. La cantidad total de energía utilizada es mínima comparada con las técnicas alternativas. Así mismo, el solvente utilizado en este proceso es agua purificada que se obtiene como producto secundario de los procesos de filtración, el cual recircula hacia el inicio del proceso.

- Continuidad del proceso: Nuestro proceso se puede automatizar, no lo hemos realizado, únicamente por razones económicas.
- Producción masiva y flexible: Los procesos que emplean solventes orgánicos, intercambio iónico o fluidos supercríticos tienen la limitación de producir lotes pequeños, debido al tiempo que toman las reacciones químicas y las enormes cantidades de agentes externos que intervienen en la extracción del steviósido; de manera que la producción masiva sería muy costosa de implementar para éstos procesos. En el caso del método de filtración por membranas, el proceso puede ser fácilmente ampliado ya que existe en el mercado filtros de membrana de gran capacidad los cuales se utilizan a nivel industrial en la producción de alimentos, medicinas, etc. Si es necesario ampliar la capacidad de producción se puede instalar filtros en paralelo de manera que el área de filtración se incrementa de manera proporcional al número de filtros instalados.
- Información sobre los procesos: El proceso dedicado a la extracción de steviósidos ha evolucionado a través del tiempo, en la actualidad los métodos modernos son el método de separación mediante filtros de membrana y el basado en fluidos supercríticos. La información es difundida por instituciones educativas y las mismas empresas con el fin de lograr avances significativos mediante la investigación de estos procesos denominados emergentes. En la selección del proceso óptimo se elige el proceso de filtración por membranas ya que es un método moderno con alto rendimiento de steviósido a un bajo costo, el cual se aplica ampliamente en la industria dedicada a la obtención de extractos.

## **7. Bibliografía.**

Antonio López Gómez. Diseño Industrias Agroalimentarias

Antonio López Gómez. Ingeniería de los procesos de fabricación de alimentos. Vol. 1. Upct

Carlos Romero. Evaluación financiera de inversiones agrarias. Mundi prensa

Carlos Romero. Normas prácticas para la evaluación financiera de proyectos de inversión. Mundi prensa.

M<sup>º</sup> Dolores Gómez López. (Apuntes de clase) Ingeniería de proyectos

# **Anejo IV.**

## **Otras instalaciones.**



## ÍNDICE DE INSTALACIONES

Instalación de alumbrado.....	138
Instalación eléctrica.....	165
Instalación fontanería.....	195
Instalación saneamiento.....	204
Instalación contra incendios.....	213
Seguridad e higiene.....	250

# **INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PARA UNA FÁBRICA DE UN EDULCORANTE NATURAL A BASE DE ESTEVIA**

## ÍNDICE

1. Introducción
2. Situación y emplazamiento
3. Descripción de la Industria
4. Referencias y normativa aplicada
5. Método de cálculo según el método de los lúmenes.
6. Resúmenes de cálculo de iluminación.
  - 6.1. Planta baja.
    - 6.1.1. Zona de proceso
    - 6.1.2. Laboratorio
    - 6.1.3. Recepción
    - 6.1.4. Aseos
    - 6.1.5. Almacén
    - 6.1.6. Cuadro de instalación
  - 6.2. Planta primera.
    - 6.2.1. Oficina
    - 6.2.2. Aseos
    - 6.2.3. Almacén.
  - 6.3. Emplazamiento de las luminarias
  - 6.4. Comprobación de resultados
7. Bibliografía



### **1. Introducción.**

El desarrollo del presente documento tiene como objetivo describir y justificar, tanto los cálculos como las soluciones adoptadas para el desarrollo de la Instalación de alumbrado, en una nave industrial, cuya actividad consistirá en la fabricación de un edulcorante mediante la extracción de glucósidos de la planta de stevia.

La instalación que se describe, forma parte del conjunto de anejos necesarios para la realización del anteproyecto de la asignatura “Diseño de Industrias Agroalimentarias”.

Por lo tanto, cabe destacar, que todas las luminarias utilizadas en la realización de este anejo, están y cumplirán las especificaciones técnicas exigidas en la normativa.

### **2. Situación y emplazamiento.**

La instalación que se proyecta, se sitúa en el término municipal de Cartagena, provincia de Murcia.

La industria está situada en el Polígono Industrial “Los Camachos”.

### **3. Descripción de la industria.**

“Lady Stevia” es una industria dedicada a la extracción de glucósidos de esteviol mediante sistemas de filtración por membranas.

La nave consta de los siguientes apartados:

❖ Planta baja:

Espacio libre (máquinas) → 500m<sup>2</sup>

Aseo señora → 4m<sup>2</sup>

Aseo caballero → 8m<sup>2</sup>

Almacén → 190 m<sup>2</sup>

Laboratorio → 24 m<sup>2</sup>

Precepción → 25 m<sup>2</sup>

❖ Primera planta:

Aseo- vestuario → 15m<sup>2</sup>

Almacén → 20 m<sup>2</sup>

Oficina → 56 m<sup>2</sup>

Nota: la altura al techo de la toda la nave será de 3 metros, a excepción de la zona de proceso, que será de 5 metros.

#### **4. Referencias y normativa aplicada.**

Tras realizar un estudio sobre las luminarias existentes en el mercado, nos decantamos por la tecnología LED, ya que la utilización de este tipo de luminarias, pueden traer consigo grandes beneficios, al tratarse de un alumbrado más eficiente energéticamente, y además reduce los costes de mantenimiento en función de su durabilidad.

En cuanto a la propia tecnología LED es importante destacar que los parámetros proporcionados por los fabricantes de leds, no son extrapolables al funcionamiento de los mismos una vez incorporados a una luminaria, ya que variarán durante su periodo de funcionamiento según el específico diseño de la misma. Fundamentalmente se debe a que los fabricantes del diodo caracterizan sus led en condiciones nominales, que diferirán de las condiciones de funcionamiento reales en la propia luminaria. Por este motivo, los fabricantes de luminarias LED proporcionarán de forma clara, concisa, realista y normalizada, las características y parámetros técnicos de sus luminarias, posibilitando la comparativa entre productos de diferentes fabricantes.

- Legislación aplicable

Reglamento Nº 1194/2012 de la por el que se aplica la Directiva de Ecodiseño-2009/125/CE a las lámparas direccionales, lámparas LED y sus equipos.

UNE EN 60598-1 Luminarias. Requisitos generales y ensayos

Guía Técnica de Aplicación del REBT.

Recomendaciones UNESA de aplicación.

Ley 54/1997 de 27 de noviembre de Regulación del Sector Eléctrico.

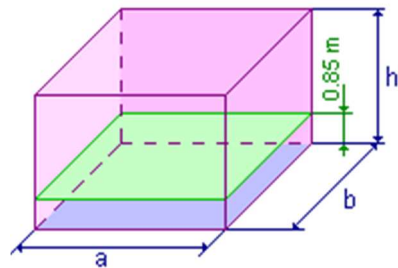
## 5. Método de cálculo según el método de los lúmenes.

Para el determinar las luminarias necesarias se ha empleado el método de los lúmenes. A continuación se muestra el proceso de cálculo empleado.

El método de cálculo empleado sigue los siguientes pasos:

- Datos de entrada

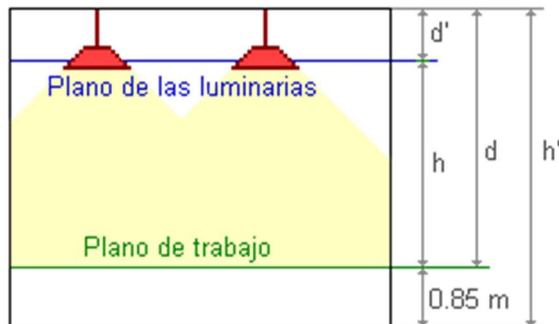
Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0.85 m.



- Determinar el nivel de iluminancia media ( $E_m$ ). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en las normas y recomendaciones que aparecen en la bibliografía.
- Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.



- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.
- Determinar la **altura de suspensión** de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.



Donde:

$h$ : altura entre el plano de trabajo y las luminarias

$h'$ : altura del local

$d$ : altura del plano de trabajo al techo

$d'$ : altura entre el plano de trabajo y las luminarias

	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$ Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

Nivel de iluminación media ( $E_m$ )

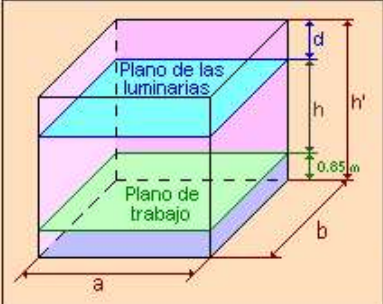
Se toman valores según la norma UNE-EN 12464-1:2002.

Altura de suspensión ( $h$ )

$$h = 4/5 (h_t - 0,85)$$

Índice del local ( $K$ )

- Calcular el **índice del local ( $k$ )** a partir de la geometría de este. En el caso del **método europeo** se calcula como:

	<b>Sistema de iluminación</b>	<b>Índice del local</b>
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

Donde  $k$  es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

Factor de reflexión ( $\rho$ )

- Los **coeficientes de reflexión** de techo, paredes y suelo, se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la siguiente tabla.

	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
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

En su defecto podemos tomar 0.5 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

#### Factor de utilización ( $C_u$ )

- Para determinar el **factor de utilización** ( $\eta$ ,  $C_u$ ) a partir del índice del local y los factores de reflexión, encontramos los valores tabulados, y los suministran los fabricantes. En las tablas encontramos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa será necesario [interpolarse](#).

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización ( $\eta$ )								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.60	.56	.52	.60	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.63	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.66	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.69	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

Factor de mantenimiento (Cm)

Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento (f <sub>m</sub> )
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Flujo total (Φ<sub>t</sub>)

$$\Phi_T = \frac{Em S}{Cu Cm}$$

Numero de luminarias NL


$$NL = \frac{\phi T}{n \phi L}$$

**6. Resúmenes de cálculo de iluminación.**

Los cálculos se han realizado por zonas, aquellas recogidas en la planta baja: zona de proceso, laboratorio, recepción, aseos, almacén, y cuadro de instalación, en la primera planta nos encontramos con: oficina, aseos y almacén.

**6.1 Planta baja.**

**6.1.1. Zona de proceso.**

Superficie (a*b) m <sup>2</sup>	h´	Em ( lux)	Cm (%)	
500	0	750	80	
Designación	Nº luminarias	$\Phi_L$	$\Phi_T$	P(w)
 <p><b>Campana Led industrial 100W Philips + MeanWell driver</b></p>	43	11.500 lm	488.281 lm	100 w

La nave de trabajo es el lugar donde están situadas las máquinas y se desarrollan los procesos de cristalización, filtración, trituración, purificación y secado. El nivel de iluminación mínimo estimado es de 750 lux.

En base a la iluminación requerida y elección del tipo de lámpara, obtenemos los siguientes resultados:


Tabla 1: Superficie de la zona de proceso, altura del plano de trabajo al suelo, nivel de iluminancia media, coeficiente de mantenimiento, número de luminarias y descripción de la luminaria.

### 6.1.2. Recepción

En base a la iluminación requerida y elección del tipo de lámpara, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 2: Superficie de la zona de proceso, altura del plano de trabajo al suelo, nivel de iluminancia media, coeficiente de mantenimiento, número de luminarias y descripción de la luminaria.

<b>Superficie (a*b) m<sup>2</sup></b>	<b>h'</b>	<b>Em ( lux)</b>	<b>Cm (%)</b>
25	0,85	500	80

Designación	Nº luminarias	$\Phi_L$ (lm)	$\Phi_T$ (lm)	P(w)
 <p><b>Plafón Led KRAMFOR 25W</b></p>	10	2000	12.500	25


### 6.1.3. Aseo señora

En base a la iluminación requerida y elección del tipo de lámpara, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla3: Superficie de la zona de proceso, altura del plano de trabajo al suelo, nivel de iluminancia media, coeficiente de mantenimiento, número de luminarias y descripción de la luminaria.

Superficie (a*b) m <sup>2</sup>	h'	Em ( lux)	Cm (%)
4	0	150	80

Designación	Nº luminarias	$\Phi_L$ (lm)	$\Phi_T$ (lm)	P(w)
	1	1440	1562,50	18

 <p><b>Plafón Led KRAMFOR 18W</b></p>				
--	--	--	--	--

#### 6.1.4 Aseo caballero


En base a la iluminación requerida y elección del tipo de lámpara, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 4: Superficie de la zona de proceso, altura del plano de trabajo al suelo, nivel de iluminancia media, coeficiente de mantenimiento, número de luminarias y descripción de la luminaria.

Superficie (a*b) m <sup>2</sup>	h'	Em ( lux)	Cm(%)
8	0	150	80

Designación	Nº luminarias	$\Phi_L$ (lm)	$\Phi_T$ (lm)	P(w)
	2	1440	1562,50	18



 <p><b>Plafón Led KRAMFOR 18W</b></p>				
--	--	--	--	--


#### 6.1.4. Laboratorio

En base a la iluminación requerida y elección del tipo de lámpara, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 5: Superficie de la zona de proceso, altura del plano de trabajo al suelo, nivel de iluminancia media, coeficiente de mantenimiento, número de luminarias y descripción de la luminaria.

Superficie (a*b) m <sup>2</sup>	h'	Em ( lux)	Cm (%)
24	0,85	400	80

Designación	Nº luminarias	$\Phi_L$ (lm)	$\Phi_T$ (lm)	P(w)
	8,68	1440	12.500	18


 <p><b>Plafón Led KRAMFOR 18W</b></p>				
--	--	--	--	--

### 6.1.5. Habitación cuadro de instalación

En base a la iluminación requerida y elección del tipo de lámpara, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 6: Superficie de la zona de proceso, altura del plano de trabajo al suelo, nivel de iluminancia media, coeficiente de mantenimiento, número de luminarias y descripción de la luminaria.

Superficie (a*b) m <sup>2</sup>	h´	Em ( lux)	Cm (%)
24	0	500	80


Designación	Nº luminarias	$\Phi_L$ (lm)	$\Phi_T$ (lm)	P(w)
 <p><b>Plafón Led KRAMFOR 18W</b></p>	10,85	1440	15.625	18

#### 6.1.6. Almacén

En base a la iluminación requerida y elección del tipo de lámpara, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 7: Superficie de la zona de proceso, altura del plano de trabajo al suelo, nivel de iluminancia media, coeficiente de mantenimiento, número de luminarias y descripción de la luminaria.

Superficie (a*b) m <sup>2</sup>	h'	Em ( lux)	Cm (%)
190	0	500	80

Designación	Nº luminarias	$\Phi_L$ (lm)	$\Phi_T$ (lm)	P(w)
 <p><b>Plafón Led KRAMFOR BIG 50W</b></p>	31,71	3900	123.679	50

## 6.2 Primera planta


### 6.2.1. Oficina

En base a la iluminación requerida y elección del tipo de lámpara, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 8: Superficie de la zona de proceso, altura del plano de trabajo al suelo, nivel de iluminancia media, coeficiente de mantenimiento, número de luminarias y descripción de la luminaria.

Superficie (a*b) m <sup>2</sup>	h'	Em ( lux)	Cm (%)
56	0,85	500	80

Designación	Nº luminarias	$\Phi_L$ (lm)	$\Phi_T$ (lm)	P(w)


 <p><b>Plafón Led KRAMFOR 25W</b></p>	18,22	2000	36.458	25
--	-------	------	--------	----

### 6.2.2. Almacén

En base a la iluminación requerida y elección del tipo de lámpara, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 9: Superficie de la zona de proceso, altura del plano de trabajo al suelo, nivel de iluminancia media, coeficiente de mantenimiento, número de luminarias y descripción de la luminaria.

Superficie (a*b) m <sup>2</sup>	h´	Em ( lux)	Cm (%)
20	0	500	80

Designación	Nº luminarias	$\Phi_L$ (lm)	$\Phi_T$ (lm)	P(w)
 <p><b>Plafón Led KRAMFOR 25W</b></p>	6,51	2000	13.020,83	25


### 6.2.3. Aseo- Vestuario

En base a la iluminación requerida y elección del tipo de lámpara, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 10: Superficie de la zona de proceso, altura del plano de trabajo al suelo, nivel de iluminancia media, coeficiente de mantenimiento, número de luminarias y descripción de la luminaria.

Superficie (a*b) m <sup>2</sup>	h'	Em ( lux)	Cm (%)
15	0	300	80

Designación	Nº luminarias	$\Phi_L$ (lm)	$\Phi_T$ (lm)	P(w)
	4,06	1440	5859,37	18

 <p><b>Plafón Led KRAMFOR 18W</b></p>				
--	--	--	--	--

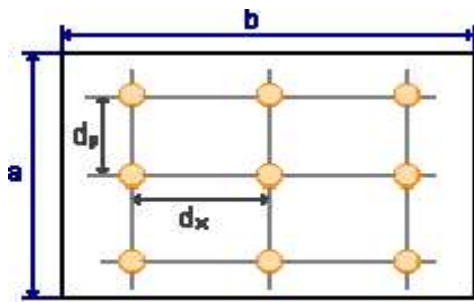
### 6.3. Emplazamiento de las luminarias

Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuir las sobre la planta. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local.

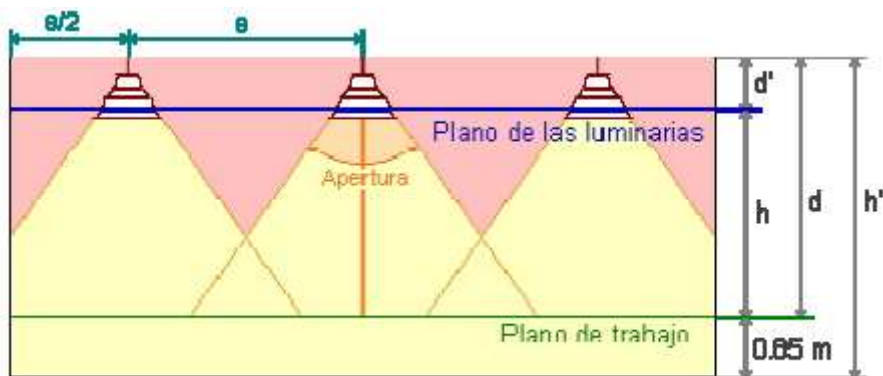
Para ello, hemos de calcular el número de filas a lo ancho del local y a lo largo, para el cálculo de dichas filas, utilizaremos las siguientes fórmulas:

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{total}}}{b}} * a$$

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} * \frac{b}{a}$$



La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo. Mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados.



Donde:

$d'$  = altura entre el plano de las luminarias y el techo.

$h$  = altura entre el plano de trabajo y el plano de trabajo de las luminarias

$h'$  = altura del plano de trabajo al suelo

$H$  = altura del local

De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia). Los cálculos realizados se recogen en la siguiente tabla.



Tabla 11: Resumen resultados para cada una de las zonas de la nave. Dónde: a= ancho (m) b= largo (m) NL= número de luminarias Na= número de filas a lo ancho Nb= número de filas a lo largo

	a (m)	b (m)	NL= nº luminarias	Na= nº filas a lo ancho	Nb= nº filas a lo largo
Zona proceso	20	30	43	5,35≈5	8,025≈8
Recepción	5	5	10	3,16≈3	3,16≈3
Aseo PB Señora	1	4	1	0,51≈1	2,04≈2
Aseo PB Caballero	4	2	2	2	1
Laboratorio	4	6	8,68	2,40≈3	3,60≈4
C. Inst	4	6	10,85	2,68≈3	4,02≈4
Almacén PB	10	19	31,71	4,08≈4	7,752≈8
Oficina P.1	7	8	18,22	3,99≈4	4,56≈5
Almacén P.1	4	5	6,51	2,28≈2	2,85≈3
Aseo-vestuario P.1	3	5	4,06	1,56≈2	2,60≈3

Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
semiextensiva	4 - 6 m	
extensiva	$\leq 4$ m	$e \leq 1.6 h$
distancia pared-luminaria: $e/2$		

En la siguiente tabla, aparecen los cálculos de la distancia de separación entre luminarias, hemos de verificar que la distancia de separación es menor que la distancia máxima admitida.

Tabla 12: Distancias de separación a lo largo y ancho de la nave. Donde: h= altura del local (m) e<sub>a</sub>= distancia entre luminarias a lo ancho (m) e<sub>b</sub>= distancia entre luminarias a lo largo (m)

Lugar	Requisito	e <sub>a</sub> (m)	e <sub>b</sub> (m)	cumplimiento
Sala de proceso	e≤ 1,5 h= 7,50	4	4	cumple
Recepción	e≤1,6 h= 4,80	2,5	2,5	cumple
Aseo PB señora	e≤1,6 h= 4,80	4	0,5	cumple
Aseo PB Caballero	e≤1,6 h= 4,80	2	2	cumple
Laboratorio	e≤1,6h=4,80	2	1	cumple
C. Inst	e≤1,6h=4,80	1,33	1,5	cumple
Almacén PB	e≤1,6h=4,80	2,50	2,375	cumple
Oficina PB	e≤1,6h=4,80	1,75	1,60	cumple
Almacén P1	e≤1,6h=4,80	2	1,66	cumple
Aseo vestuario	e≤1,6h=4,80	1,50	1,66	cumple

#### 2.4 Comprobación de resultados

Por último nos queda verificar la validez de los resultados obtenidos, para ello hemos de comprobar si la luminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{NL n \phi C_u C_m}{S} \geq \text{tablas}$$

Tabla 13: Determinación del cumplimiento del número de luminarias. Donde  $E_m$ = luminancia calculada mediante fórmula,  $E_m(\text{tablas})$ = valores del nivel de luminancia media tabulados según la norma UNE EN 12464

Lugar	$E_m$ (tablas)	$E_m$	Requisito	Cumplimiento
Sala de proceso	750	759	$E_m \geq E_m \text{ tabla}$	Cumple
Recepción	500	615	$E_m \geq E_m \text{ tabla}$	Cumple
Aseo PB señora	150	276	$E_m \geq E_m \text{ tabla}$	Cumple
Aseo PB caballero	150	276	$E_m \geq E_m \text{ tabla}$	Cumple
Laboratorio	400	414,72	$E_m \geq E_m \text{ tabla}$	Cumple
C. Inst	500	506,88	$E_m \geq E_m \text{ tabla}$	Cumple
Almacén PB	500	4793	$E_m \geq E_m \text{ tabla}$	Cumple
Oficina PB	500	502,65	$E_m \geq E_m \text{ tabla}$	Cumple
Almacén P1	500	537,60	$E_m \geq E_m \text{ tabla}$	Cumple
Aseo vestuario	300	301,05	$E_m \geq E_m \text{ tabla}$	Cumple

## **7. Bibliografía**

Apuntes asignatura “Diseño de Industrias agroalimentarias”.

www. Ledbox.es

Calculo de instalaciones de alumbrado. Recurso electrónico upc.edu

Luminotecnia. Recurso electrónico upv

Alumbrado interior: cálculos, diseño y normativa. [www.tuveras.com](http://www.tuveras.com)

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

**PARA UNA FÁBRICA DE ELABORACIÓN DE UN**

**EDULCORANTE NATURAL A BASE DE ESTEVIA**

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN
3. NORMAS Y REFERENCIAS
4. CÁLCULOS EN BAJA TENSIÓN
5. CORRIENTES EN CORTOCIRCUITO
6. PUESTA A TIERRA DE LA INDUSTRIA
7. MATERIALES EMPLEADOS EN LA INSTALACIÓN
8. BILIOGRAFÍA

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo del siguiente trabajo tiene como finalidad la realización de una instalación en baja tensión para una nave industrial, en la cual se realizará la transformación de la planta de estevia, en un edulcorante para uso industrial en forma de polvo.

La nave industrial consta de los siguientes espacios:

❖ Planta baja:

Espacio libre (máquinas)

Aseo señora

Aseo caballero

Almacén

Laboratorio

Precepción

❖ Primera planta:

Aseo

Almacén

Oficina

## 2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

La instalación constará de las siguientes líneas y elementos:

- Acometida.

Instalación comprendida entre la red de distribución pública y la caja general de protección. Irá en canalización subterránea.

- Caja general de Protección.

Aloja los elementos de protección de la línea repartidora y señala el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

- Cuadro general de Distribución

Distribuye y protege las líneas de las instalaciones interiores. Aloja un interruptor de control de potencia que protege la línea de suministro general, un interruptor diferencial que

protege a los contactos y un pequeño interruptor automático para proteger cada circuito

interior. Se situará en el interior del edificio, próximo a la puerta, en lugar fácilmente accesible y de uso general. Su distancia al pavimento será de 200 cm.

- Líneas repartidoras.

Son líneas constituidas por un conductor de fase, un neutro y uno de protección, que enlaza el Cuadro General de Distribuidor con los cuadros secundarios. En suministros trifásicos estarán constituidos por tres conductores trifásicos estarán constituidos por tres

conductores de fase, un neutro y uno de protección.



- Cajas de derivación.

Se utilizarán para efectuar y alojar las conexiones entre conductores. Irán situadas a 20 cm del techo. Se utilizarán de varias secciones según el tipo de líneas.

- Líneas de fuerza motriz.

Es la línea constituida por tres conductores en fase, que enlaza los cuadros secundarios con las tomas de fuerza de las máquinas.

- Línea de alumbrado.

Línea que parte del cuadro general de distribución y que se destina al alumbrado de las distintas áreas de la nave.

- Línea principal de tierra.

Es la línea constituida por un conductor de cobre, que enlaza las máquinas, tuberías de agua, depósitos metálicos y cualquier masa metálica importante con la arqueta de conexión de puesta a tierra.

### **3. NORMAS Y REFERENCIAS**

#### **3.1. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADA**

En la redacción de este trabajo, se han tenido en cuenta las especificaciones contenidas en:

Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación aprobado por Real Decreto 3275/1982 el 12 de Noviembre y publicado en el B.O.E. nº 288 del 1/12/82.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias

Guía Técnica de Aplicación del REBT.

Recomendaciones UNESA de aplicación.

#### 4. CÁLCULOS EN BAJA TENSIÓN

##### 4.1 PREVISIÓN DE CARGAS

A continuación se muestran las tablas con los receptores previstos para la industria.

TABLA 1: MAQUINARIA Y CONSUMO

EQUIPO	UNIDADES	CONSUMO KW
CRISTALIZADOR	1	7
SECADOR	1	3

TRITURADORA HOJAS	1	2,2
MOLINO	1	3,3
OLLA	1	1,1
PURIFICADOR	1	4
EQUIPO FILTRACIÓN (consta de 3 bombas)		
Bomba 45 psi	1	0,8
Bomba 70 psi	1	1,1
Bomba 140 psi	1	1,5
ORDENADOR	3	0,4
SECADOR MANOS (ASEO)	2	1,8
MICROSCOPIO LUPA	2	0,1

TABLA 2: TOMAS DE CORRIENTE

ESPACIO	Nº TOMAS	PREVISIÓN POR TOMA W	TOTAL
ASEO SEÑORA	4	500	2000
ASEO CABALLERO	3	500	1500
C. INST	3	500	1500
ALMACÉN	9	500	4500
LABORATORIO	12	500	6000
FÁBRICA	25	1500	37500
RECEPCIÓN	1	500	500
MUELLE DE CARGA			
OFICINA	6	500	3000
ALMACÉN 2	1	500	500
ASEO 2	4	500	2000
PASILLO	2	500	1000

TABLA 3: ILUMINACIÓN

ESPACIO	Nº LUMINARIAS	POTENCIA POR LUMINARIA W	TOTAL
ASEO SEÑORA	10	32	320
ASEO CABALLERO	11	32	352
C. INST	6	77	462
ALMACÉN	34	77	2618
LABORATORIO	14	77	1078
FÁBRICA	73	250	18250
RECEPCIÓN	4	77	308
MUELLE DE CARGA	2	32	64
OFICINA	11	77	847
ALMACÉN 2	3	32	96
ASEO 2	9	32	288
PASILLO	8	32	256
total			

TABLA 4: ALUMBRADO DE EMERGENCIA

ESPACIO	Nº LUMINARIAS	POTENCIA POR LUMINARIA W	TOTAL W
ASEO SEÑORA	1	11	11
ASEO CABALLERO	1	11	11
C. INST	1	11	11
ALMACÉN	2	11	22
LABORATORIO	1	11	11
FÁBRICA	4	11	44
RECEPCIÓN	3	11	33
MUELLE DE CARGA			
OFICINA	5	11	55
ALMACÉN 2	1	11	11
ASEO 2	1	11	11

PASILLO	3	11	33
TOTAL			253

#### 4.2 Calculo de las secciones de conductores y protecciones.

##### 4.2.1 Expresiones empleadas.

MONOFÁSICO	TRIFÁSICO
$S = 2 * L * P / c * u * v$	$S = L * P / c * u * v$
$I = p / v * \cos\alpha$	$I = P / \sqrt{3} * v * \cos\alpha$

P = Potencia (W) C = Conductividad (m/Ωmm<sup>2</sup>) u = Caída de tensión (V) V = Tensión de la instalación (V) s = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>) L = Longitud de la línea (m) cosα= factor potencia

#### 4.2.2. Cuadro General de Distribución

##### 4.2.2.1. Circuito de Iluminación 1

u(%)=3% = 6,9V; L=32 m; P=260Wx12 luminarias x 1,8; V=230V, ccu90°=44 m/Ω mm<sup>2</sup>;

cos φ =0,99

Nota: Según la ITC-BT 44 la potencia de las lámparas fluorescentes se multiplica por el coeficiente 1,8 por ser lámpara de descarga.

##### Criterio de caída de tensión máxima admisible:

$$S = 2 * 32 * 3120 * 1,8 / 44 * 6,9 * 230 = 5,14 \text{ mm}^2$$

La sección comercial superior es de **6 mm<sup>2</sup>**.

**Criterio intensidad máxima admisible:**

$$I = 3120 \cdot 1,8 / 230 \cdot 0,99 = 24,66 \text{ A}$$

Comprobamos que el conductor de 6 mm<sup>2</sup> soporta una corriente de I<sub>max</sub> = 46 A (-15%)

I<sub>max</sub> = 39,1 A > 24,66 A Correcto.

**Calibre de la protección:**

$$I_c \leq I_n \leq I_{max}$$

**Diámetro de tubo:**

Tabla 2 de la ITC-BT 21, s=6 mm<sup>2</sup>,

**Sección de conductores: 6 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 25 A**

**Diámetro de tubo: 20 mm**

**4.2.2.2. Circuito de Iluminación 2**

u(%)=3% = 6,9V; L=38 m; P=260Wx12 luminarias x 1,8; V=230V, ccu90°=44 m/Ω mm<sup>2</sup>;

cos φ = 0,99

**Criterio caída de tensión máxima admisible:**

$$S = 2 \cdot 38 \cdot 3120 \cdot 1,8 / 44 \cdot 6,9 \cdot 230 = 5,55 \text{ mm}^2$$

La sección comercial superior es de **6 mm<sup>2</sup>**.

**Criterio intensidad máxima admisible:**

$$I = 3120 \cdot 1,8 / 230 \cdot 0,99 = 24,66 \text{ A}$$

Comprobamos que el conductor de 6 mm<sup>2</sup> soporta una corriente de I<sub>max</sub> = 55,25 A > 24,66 A correcto.

**Calibre de la protección:**

$$I_c \leq I_n \leq I_{max}$$

**Diámetro de tubo:**

Tabla 2 de la ITC-BT 21,  $s=6 \text{ mm}^2$ ,

**Sección de conductores: 6 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 25 A**

**Diámetro de tubo: 20 mm**

**4.2.2.3. Circuito de Iluminación 3**

$u(\%)=3\% = 6,9\text{V}$ ;  $L=42 \text{ m}$ ;  $P=260\text{W} \times 11 \text{ luminarias} \times 1,8$ ;  $V=230\text{V}$ ,  $ccu90^\circ=44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ ;

$\cos \phi = 0,99$

Nota: en los cuatro circuitos de iluminación se presentan los mismos resultados finales.

**Sección de conductores: 6 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 25 A**

**Diámetro de tubo: 20 mm**

**4.2.2.4. Circuito de Iluminación 4**

$u(\%)=3\% = 6,9\text{V}$ ;  $L=38 \text{ m}$ ;  $P=260\text{W} \times 12 \text{ luminarias} \times 1,8$ ;  $V=230\text{V}$ ,  $ccu90^\circ=44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ ;

$\cos \phi = 0,99$

**Sección de conductores: 6 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 25 A**

**Diámetro de tubo: 20 mm**

**4.2.2.5. Tomas de corriente nave de trabajo**

$u(\%)=5\% = 11,5\text{V}$ ;  $L=47 \text{ m}$ ;  $P=7800\text{W}$ ;  $V=230\text{V}$ ,  $ccu90^\circ=44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ ;  $\cos \phi = 0,9$

**Criterio caída de tensión máxima admisible:**

$$S = 2 \cdot 47 \cdot 7800 / 44 \cdot 11,5 \cdot 230 = 6,3 \text{ mm}^2$$

La sección comercial superior es de **10 mm<sup>2</sup>**.

**Criterio intensidad máxima admisible:**

$$I = 7800 / 230 * 0,9 = 37,68 \text{ A}$$

Comprobamos que el conductor de 10 mm<sup>2</sup> soporta una corriente de  $I_{\max} = 65 \text{ A} \cdot 15\%$

$$I_{\max} = 55,25 \text{ A} > 37,68 \text{ A}$$

Correcto.

**Calibre de la protección:**

$$I_c \leq I_n \leq I_{\max}$$

$$37,68 \leq 40 \leq 55,25$$

**Sección de conductores: 10 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 40 A**

**Diámetro de tubo: 25 mm**

#### 4.2.2.6. Aseo Planta Baja

$$u(\%) = 3\% = 6,9 \text{ V}; L = 50 \text{ m}; P = 1200 + 384 \times 1,8; V = 230 \text{ V}, \text{ccu} 90^\circ = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2; \cos \phi = 0,9$$

**Criterio caída de tensión máxima admisible:**

$$S = 2 * 50 * 1891,2 / n 44 * 6,9 * 230 = 2,7 \text{ mm}^2$$

La sección comercial superior es de **4 mm<sup>2</sup>**.

**Criterio intensidad máxima admisible:**

$$I = 1891,2 / 230 * 0,9 = 9,13 \text{ A}$$

Según la columna 10 (2xXLPE), comprobamos que el conductor de 4 mm<sup>2</sup> soporta una corriente de  $I_{\max} = 36 \text{ A} \cdot (-15\%) I'_{\max} = 30,6 \text{ A} > 9,13 \text{ A}$  Correcto.



**Calibre de la protección:**

$$I_c \leq I_n \leq I_{max}$$

$$9,13 \leq 16A \leq 22,52$$

**Sección de conductores: 2,5 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 16 A**

**Diámetro de tubo: 20 mm**

**4.2.2.7. Alumbrado de Emergencia**

$$u(\%)=3\% = 6,9; L=56 \text{ m}; P=319\text{W}; V=230\text{V}, \text{ccu}90^\circ=44 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2; \cos \phi =1$$

**Criterio caída de tensión máxima admisible:**

$$S = 2 * 56 * 319 / 44 * 6,9 * 230 = 0,5 \text{ mm}^2$$

La sección comercial superior es de **1,5 mm<sup>2</sup>**.

**Criterio intensidad máxima admisible:**

$$I = 319 / 230 = 1,38 \text{ A}$$

Comprobamos que el conductor de 1,5 mm<sup>2</sup> soporta una corriente de I<sub>max</sub>= 20 A (-15%)

$$I_{max}=17 \text{ A} > 1,38 \text{ A} \text{ Correcto.}$$

**Calibre de la protección:**

$$I_c \leq I_n \leq I_{max}$$

$$1,38 \leq 6A \leq 17$$

**Sección de conductores: 1,5 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 6 A**

**Diámetro de tubo: 16 mm**

**4.2.2.8. Derivación Cuadros 2º piso**

$u(\%)=3\% = 6,9V$ ;  $L=48\text{ m}$ ;  $P=2400+308 \times 1,8+1200+384 \times 1,8$ ;  $V=230V$ ,  $ccu_{90^\circ}=44\text{m}/\Omega\text{ mm}^2$ ;

$\cos \phi = 0,9$

**Criterio caída de tensión máxima admisible:**

$$S = 2 \cdot 48 \cdot 4845,6 / 44 \cdot 6,9 \cdot 230 = 6,6 \text{ mm}^2$$

La sección comercial superior es de **10 mm<sup>2</sup>**.

**Criterio intensidad máxima admisible:**

$$I = 4845,6 / 230 \cdot 0,9 = 23,41 \text{ A}$$

Comprobamos que el conductor de 10 mm<sup>2</sup> soporta una corriente de  $I_{\max} = 65 \text{ A}$  (-15%)

$$I_{\max} = 55,25 \text{ A} > 23,41 \text{ A}$$

Correcto.

**Calibre de la protección:**

$$I_c \leq I_n \leq I_{\max}$$

$$23,41 \leq 25 \text{ A} \leq 55,25$$

**Sección de conductores: 10 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 25 A**

**Diámetro de tubo: 25 mm**

#### 4.2.2.9. Derivación Cuadros de Máquinas

$u(\%)=3\% = 12V$ ;  $L = 65\text{ m}$ ;  $P=87980W$ ;  $V=400V$ ,  $ccu_{90^\circ}=44\text{ m}/\Omega\text{ mm}^2$ ;  $\cos \phi = 0,824$

Nota: se ha multiplicado por 1,25 el motor de mayor potencia.

**Criterio caída de tensión máxima admisible:**

$$S = 65 \cdot 87980 / 44 \cdot 12 \cdot 400 = 27,07 \text{ mm}^2$$

La sección comercial superior es de **35 mm<sup>2</sup>**.

**Criterio intensidad máxima admisible:**

$$I = 87980/\sqrt{3} * 400 * 0,824 = 154,11^a$$

$$I_{max} = 214 \text{ A } (-15\%) \quad I_{max} = 181,9 \text{ A } \quad s = 70 \text{ mm}^2$$

**Sección de conductores: 70 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 160 A**

#### **4.2.3. Cuadros Secundarios**

##### **4.3.1.1. Cuadro Oficina**

###### **4.3.1.1.1. Circuito de iluminación**

$$u(\%) = 3\% = 6,9\text{V}; \quad L = 11 \text{ m}; \quad P = 308 \times 1,8; \quad V = 230\text{V}, \quad ccu90^\circ = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2; \quad \cos \phi = 0,99$$

**Sección de conductores: 1,5 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 6 A**

**Diámetro de tubo: 16 mm**

###### **4.3.1.1.2. Circuito de Tomas de Corriente**

$$u(\%) = 5\% = 11,5\text{V}; \quad L = 9 \text{ m}; \quad P = 2400\text{W}; \quad V = 230\text{V}, \quad ccu90^\circ = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2; \quad \cos \phi = 0,9$$

**Sección de conductores: 2,5 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 16 A**

**Diámetro de tubo: 20 mm**

##### **4.3.1.2. Cuadro de Aseos 2º piso**

###### **4.3.1.2.1. Circuito de Iluminación**

$$u(\%) = 3\% = 6,9\text{V}; \quad L = 9 \text{ m}; \quad P = 384 \times 1,8; \quad V = 230\text{V}, \quad ccu90^\circ = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2; \quad \cos \phi = 0,99$$

**Sección de conductores: 1,5 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 6 A**

**Diámetro de tubo: 16 mm**

###### **4.3.1.2.2. Circuito de Tomas de corriente**

$u(\%)=5\% = 11,5V$ ;  $L=7\text{ m}$ ;  $P=1200W$ ;  $V=230V$ ,  $ccu90^\circ=44\text{ m}/\Omega\text{ mm}^2$ ;  $\cos\phi=0,9$

**Sección de conductores: 2,5 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 16 A**

**Diámetro de tubo: 20 mm**

#### **4.3.1.3. Cuadro Continua**

$u(\%)=3\% = 12V$ ;  $L = 4\text{ m}$ ;  $P=36800W \times 1,25$ ;  $V=400V$ ,  $ccu90^\circ=44\text{ m}/\Omega\text{ mm}^2$ ;  $\cos\phi=0,85$

Nota: se ha multiplicado por 1,25 el motor de mayor potencia, en este caso el único motor.

**Criterio caída de tensión máxima admisible:**

$$S = 4 \times 36800 \times 1,25 / 44 \times 12 \times 400 = 0,87 \text{ mm}^2$$

La sección comercial superior es de **1,5 mm<sup>2</sup>**.

**Criterio intensidad máxima admisible:**

$$I = 36800 \times 1,25 / \sqrt{3} \times 400 \times 0,85 = 0,87 \text{ mm}^2$$

$$I_{\max} = 95\text{ A} \text{ (-15\%)} \quad I_{\max} = 80,75\text{ A} \quad s = 25 \text{ mm}^2$$

**Calibre de la protección:**

$$I_c \leq I_n \leq I_{\max}$$

$$78,11 \leq 80 \leq 80,75$$

**Sección de conductores: 25 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 80 A**

#### **4.3.1.4. Cuadro Máquinas I**

##### **4.3.1.4.1. Circuito cristalizador**

$u(\%)=3\% = 12V$ ;  $L = 4\text{ m}$ ;  $P=5888 \times 1,25 + 1104 + 1472$ ;  $V=400V$ ,  $ccu90^\circ=44\text{ m}/\Omega\text{ mm}^2$ ;

$$\cos\phi = 0,795$$

Nota: se ha multiplicado por 1,25 el motor de mayor potencia.

**Criterio caída de tensión máxima admisible:**

$$S = 4 \cdot 9936 / 44 \cdot 12 \cdot 400 = 0,188 \text{ mm}^2$$

La sección comercial superior es de **1,5 mm<sup>2</sup>**.

**Criterio intensidad máxima admisible:**

$$I = 9936 / \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,795 = 18,39 \text{ A}$$

$$I_{\max} = 31 \text{ A } (-15\%) \quad I_{\max} = 26,35 \text{ A} \quad A_s = 4 \text{ mm}^2$$

**Calibre de la protección:**

$$I_c \leq I_n \leq I_{\max}$$

$$18,39 \leq 20 \leq 26,35$$

**Sección de conductores: 4 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 20 A**

**4.3.1.4.2. Circuito del secador**

**Sección de conductores: 4 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 20 A**

**4.3.1.5. Cuadro Máquinas II**

**4.3.1.5.1. Circuitos de trituradora y molino**

**Sección de conductores: 4 mm<sup>2</sup>**

**Calibre protección: 20 A**

**4.3.1.6. Cuadro Máquinas III**

**4.3.1.6.1. Circuito de marmita****Sección de conductores: 1,5 mm<sup>2</sup>****Calibre protección: 10 A****4.3.1.6.2. Circuitos de purificadora****Sección de conductores: 1,5 mm<sup>2</sup>****Calibre protección: 10 A****4.3.1.6.3. Circuito de filtración****Sección de conductores: 1,5 mm<sup>2</sup>****Calibre protección: 10 A**

A continuación presentamos todos los resultados en la siguiente tabla:

**TABLA 5: CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN**

	<b>SECCIÓN ( mm<sup>2</sup>)</b>	<b>PROTECCIÓN ( A)</b>	<b>DIÁMETRO TUBO (mm)</b>
Circuito iluminación 1	6	25	20
Circuito iluminación 2	6	25	20
Circuito iluminación 3	6	25	20
Circuito iluminación 4	6	25	20
Tomas corriente nave trabajo	10	40	25
Aseo PB	2,5	16	20
Al. Emergencia	1,5	6	16
Derivación cuadros segundo piso	10	25	25

	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	PROTECCIÓN (A)	DIÁMETRO TUBO (mm)
DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA			
<b>Cuadro oficina</b>			
Iluminación	1,5	6	16
Tomas	2,5	16	20
<b>Aseos 2º Planta</b>			
Iluminación	1,5	6	16
Tomas	2,5	16	20
Cuadro continua	25	80	
<b>Cuadro máquinas I</b>			
Circuito cristalizador	4	20	
Secador	4	20	
<b>Cuadro máquinas II</b>			
Trituradora	4	20	
Molino	4	20	
<b>Cuadro máquinas III</b>			
Marmita	1,5	10	
Purificadora	1,5	10	
Filtración	1,5	10	
Derivación cuadros máquinas	70	160	

**TABLA 6 : CUADROS SECUNDARIOS**

**5. Corrientes de cortocircuito**

**5.1 Expresiones para el cálculo de corriente en cortocircuito**

**Monofásica**

$$I_{cc} = U / Z_{cc}$$

**Trifásica**

$$I_{cc} = U / \sqrt{3} * Z_{cc}$$

$$I_{cc} = S_{cc} / \sqrt{3} * U$$

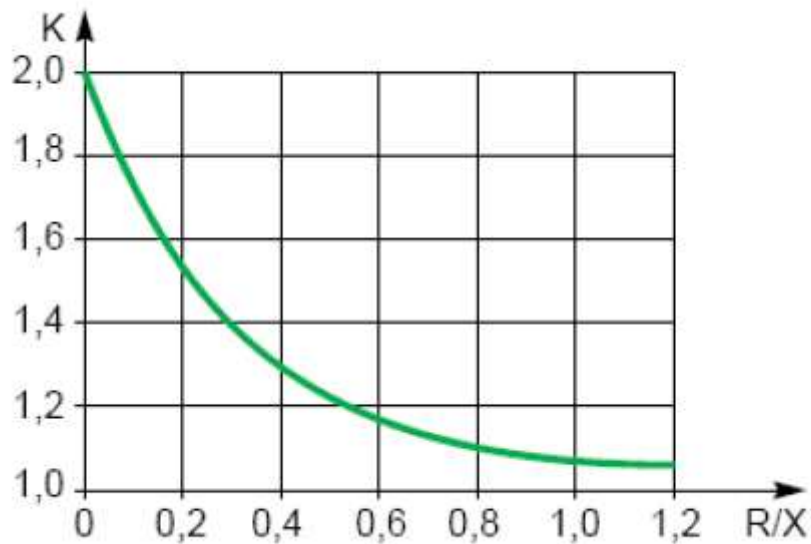
Para calcular las corrientes de cortocircuito se calcularán las impedancias de cortocircuito de los elementos de la instalación, para posteriormente calcular la corriente de cortocircuito en el punto requerido.

## 5.2. PODER DE CORTE

Una vez obtenida la corriente de defecto, se obtiene el poder de corte del elemento de protección mediante la expresión:

$$I_p = K * \sqrt{2} * I_{cc}$$

Donde K es una constante en función de R/X





### 5.3. IMPEDANCIAS DE CORTOCIRCUITO

#### 5.3.1. Red aguas arriba

$$Z_{cc} = U^2 / S_{cc}$$








Donde  $X_{cc} = 0,98 * Z_{cc}$  ;  $R_{cc} = 0,2 * Z_{cc}$

#### 5.3.3. Interruptor automático

Se suele considerar despreciable

#### 5.3.4. Derivaciones

Según tabla adjunta

Tipo de instalación	Juego de barras	Cable trifásico	Cables unipolares separados	Cables unipolares colocados en triángulo	3 cables en línea juntos	3 cables en línea separados «d»: d = 2r      d = 4r	
Esquema							
Reactancia unitaria valores extremos en mΩ/m	0,15	0,08	0,15	0,085	0,095	0,145	0,19
Reactancia unitaria valores extremos en mΩ/m	0,12-0,18	0,06-0,1	0,1-0,2	0,08-0,09	0,09-0,1	0,14-0,15	0,18-0,20

Donde  $R_{cc}$  se calcula mediante:  $R_{cc} = \rho * L / s$

#### 5.3.5. Motores

$$R_{cc} = 0,2 * X_{cc}$$

$$X_{cc} = \frac{35}{100} \cdot \frac{U^2}{P / \cos \varphi}$$

Escriba aquí la ecuación.

#### 5.4 . RESUMEN DE IMPEDANCIAS DE LA INSTALACIÓN

##### $Z_{cc}$ Máquinas

Máquina	R ( $\Omega$ )	X ( $\Omega$ )	R/X
Continua	0,11	0,55	0,2
Cristalizador	1,52	7,6	0,2
Secador	2,11	10,56	0,2
Triturador	1,52	7,6	0,2
Molino	1,76	8,8	0,2
Marmita	1,32	6,6	0,2
Purificadora	3,39	16,95	0,2
Filtración	2,59	12,96	0,2

##### $Z_{cc}$ Elementos de la instalación

Elemento	Nº elemento	$R_{cc}$	$X_{cc}$	$R_{cc}/ X_{cc}$
Aguas arriba	1	0,16	0,784	0,2
Derivación 2º piso	2	0,049	0,00408	12
Derivación máquinas	3	0,045	0,0039	1,1
Al emergencia	4	0,42	0,0047	89,4
TC auxiliares	5	0,053	0,0039	13,6
Iluminación nave	6	0,075	0,0035	21,4
Iluminación oficina	7	0,083	0,00093	89,2
Iluminación aseo	8	0,04	0,00076	52,6
C Continua	9	0,0012	0,00038	3,2
secador	10	0,0094	0,0047	20
Triturador	11	0,055	0,001	55
Molino	12	0,061	0,306	0,2

## 5.5. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

A continuación se calculan las corrientes de cortocircuito en los puntos más significativos de la instalación.

Nota: se desprecian las corrientes de retorno de los motores.

### 5.5.1. LADO DE MEDIA TENSIÓN (RED AGUAS ARRIBA)

Elementos afectados: 1

$$I_{CCA} = \frac{20000}{\sqrt{3}\sqrt{0.784^2 + 0.16^2}} = 14430.87 \text{ A}$$

$$K = 1,55$$

### 5.5.2. DERIVACIÓN CUADRO 2º PISO

$$Z_{cc} = 0,073 \Omega$$

$$I_{cc} = 3150 \text{ A}$$

$$K = 1,05$$

### 5.5.3. DERIVACIÓN CUADROS MÁQUINAS

$$Z_{cc} = 0,046 \Omega$$

$$I_{cc} = 4945 \text{ A}$$

$$K = 1,4$$

### 5.5.4. CIRCUITO ALUMBRADO DE EMERGENCIA

$$Z_{cc} = 0,43 \Omega$$

$$I_{cc} = 534 \text{ A}$$

$$K = 1$$

#### **5.5.6. CIRCUITO TOMAS DE CORRIENTE AUXILIARES**

$$Z_{cc} = 0,076 \Omega$$

$$I_{cc} = 3026 \text{ A}$$

$$K = 1$$

#### **5.5.7. CIRCUITO ILUMINACIÓN NAVE (válido para cualquiera de los 4)**

$$Z_{cc} = 0,094 \Omega$$

$$I_{cc} = 2446 \text{ A}$$

$$K = 1$$

#### **5.5.8. CIRCUITO ILUMINACIÓN OFICINA**

$$Z_{cc} = 0,147 \Omega$$

$$I_{cc} = 1564 \text{ A}$$

$$K = 1$$

#### **5.5.9. CIRCUITO ILUMINACIÓN ASEOS 2º PISO**

$$Z_{cc} = 0,147 \Omega$$

$$I_{cc} = 1564 \text{ A}$$

$$K = 1$$

#### **5.5.10. CIRCUITO CONTINUA**

$$Z_{cc} = 0,0474 \Omega$$

$$I_{cc} = 4878 \text{ A}$$

$$K = 1$$

### **5.6 CORRIENTES DE RETORNO DE LOS MOTORES**

Todos los elementos se ven afectados, por lo tanto:

$$Z_{cc} = 0,312 \Omega$$

$$I_{cc} = 740 \text{ A}$$

$K = 1,55$

### 5.7. PODER DE CORTE DE LAS PROTECCIONES

En la siguiente tabla se resumen los calibres teóricos de las protecciones en función del valor de cada "k" .

PUNTO	Icc ( A)	K	I <sub>p</sub> ( KA)
Aguas abajo	14430,87	1,55	31,63
Derivación segunda planta	3838,62	1,3	7,06
Derivación cuadro máquinas	5685	1,55	12,46
Derivación alumbrado de emergencia	937	1	1,33
T. Auxiliares	3723	1,3	6,84
C. Iluminación nave	3122	1,1	4,86
C. Iluminación oficina	2202	1,05	3,27
C. Iluminación aseo 2º planta	2202	1,05	3,27
C. Continua	5284	1,3	9,71

## 6. PUESTA A TIERRA DE LA INDUSTRIA

Se realiza según lo dispuesto en la ITC-BT 24.

Resistencia de tierra máxima admisible:

$$R_t = V / I$$

Siendo V la tensión de contacto límite convencional = 50 V, e I la corriente que asegura

el funcionamiento de la protección = 300 mA.

$$R_t = 50 / 300 = 166,66 \Omega$$

Según la ITC-BT 18 y NTE (Normas Técnicas de Edificación), el electrodo de puesta a tierra será un conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado debajo de la cimentación en forma de malla, como se indica en el plano correspondiente.

Según esta disposición del electrodo, la resistencia de tierra es directamente proporcional a la resistividad del terreno (300  $\Omega$ ) e inversamente proporcional a la longitud de conductor enterrado.

Longitud total de la malla del electrodo: 230 m; Resistividad del terreno: 300  $\Omega$ .

$$R = 2 \cdot \rho / l = 2 \cdot 300 / 230 = 2,6 \Omega \leq 166,66 \Omega$$

Lo que nos indica que **la malla de tierra es válida.**

### 6.1 Selección del electrodo tipo

“Valor unitario” máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo

$$K_r \leq R_t / \rho = 24,01 / 300 = 0,08 \Omega / \Omega \text{ m}$$

Sección del conductor de cobre desnudo  $\rightarrow s = 50 \text{ mm}^2$

Número de picas =8

Longitud de las picas  $L_p = 2 \text{ m}$

Electrodo seleccionado → 60-25/8/82

## **7. MATERIALES EMPLEADOS EN LA INSTALACIÓN**

### **7.1. Conductores eléctricos**

Los conductores eléctricos serán de cobre electrolítico, con doble capa aislada, siendo su tensión nominal de aislamiento 0,6/1 kV, para la derivación desde el CT hasta el interior y de 450/750 V para el resto de la instalación, debiendo estar homologados según normas UNE, citados en la ITC-BT 20.

### **7.2. Conductores de protección**

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se podrá instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien por independencia, siguiéndose a este respecto lo que señala las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

La sección mínima de estos conductores será igual a la fijada por la ITC-BT 18.

### **7.3. Identificación de los conductores**

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento, a saber:

Azul claro, para el conductor neutro.

Amarillo verde, para el conductor de tierra y protección.

Marrón, negro y gris, para los conductores activos o fases.

### **7.4. Tubos protectores**

Los tubos a emplear serán, aislantes flexibles (corrugados), normales con protección 5 contra daños mecánicos que puedan curvarse con las manos, a excepción de los que puedan ir por el suelo o pavimento de los pisos, que

serán del tipo PREPLAS, REFLEX o similar, que disponen de un grado de protección 7.

Los diámetros interiores nominales mínimos, en milímetros, para los protectores en función del número, clase y sección de los conductores que han alojado, se indican en las tablas de la Instrucción ITC-BT 21.

Para más de 5 conductores por tubo, y para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de ésta serán, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

#### **7.5. Cajas de conexiones**

Serán de material o metálicos, aislados interiormente o protegidas contra oxidación.

Sus dimensiones serán tales que permita alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.

Su profundidad equivaldrá, cuando menos, al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y de 80 mm para el diámetro o lado interior.

La unión entre conductores dentro o fuera de sus cajas de registro no se realizarán nunca por retorcimiento entre sí de los conductores, sino utilizando bornas de conexión (ITCBT 19).

#### **7.6 . Elementos de protección**

Son los disyuntores e interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia.

Su capacidad de corte, para la producción del corto circuito estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que puedan presentarse en un punto de la instalación; y para la protección contra el calentamiento de las líneas, se regulará para una temperatura inferior a los 60 °C.

Levarán marcadas la intensidad y tensiones nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.



Estos automáticos magnetotérmicos serán bipolares o tetrapolares según los receptores instalados aguas abajo, cortando la fase y neutro a la vez en el caso de los primeros, y cortando las tres fases y el neutro en el caso de los segundos.

Los diferenciales serán como mínimo de alta sensibilidad (300 mA.), además de realizarse en ellos el corte omnipolar, podrán ser "puros" si cada uno de los circuitos van por tubo o conducto independiente, una vez que salen del cuadro de distribución y será del tipo con protección magnetotérmica incluida cuando los diferentes circuitos tengan que ir canalizados por un mismo tubo.

#### **7.8. Tomas de corriente**

Las tomas de corriente a emplear serán de material aislante, llevarán indicada su intensidad y tensión nominal de trabajo, dispondrán todas ellas de puesta a tierra y el número de ellas a instalar quedará a criterio del proyectista en función de las necesidades de la industria.

## **8. BILIOGRAFÍA**

- Reglamento electrotécnico de baja tensión
- Apuntes de clase
- Instalaciones eléctricas en baja y media tensión. Ed Paraninfo. José García Tarransos

# **INSTALACIÓN DE FONTANERIA DE UNA NAVE INDUSTRIAL DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE UN EDULCORANTE A BASE DE STEVIA**

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
  
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN
  - 2.1 INSTALACIÓN AGUA FRÍA
  
  - 2.2 INSTALACIÓN AGUA CALIENTE

## **1. Introducción**

El dimensionado de la instalación de fontanería se ha llevado a cabo de acuerdo con la Normativa Básica de las Instalaciones en los Edificios y la “Sección HS 4 Suministro de Agua” del Documento Básico HS Salubridad del CTE. La instalación de fontanería se acometerá a la toma, a pie de parcela, de la red pública del Polígono Industrial. Será de tubo de cobre tanto para el agua fría como para el agua caliente. Los diámetros vendrán determinados de las tablas utilizadas y cálculos pertinentes realizados al efecto que posteriormente resumiremos. Se instalarán 2 platos de ducha, 6 inodoros, 6 lavabos, un fregadero doméstico y 12 grifos aislados.

## **2. Descripción de la instalación.**

Acometida: Será necesario solicitar a la Empresa Municipal de agua, la realización de la acometida general. La acometida debe disponer, como mínimo, de los elementos siguientes:

a) Llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida;

- b) Tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general;
- c) Llave de corte en el exterior de la propiedad La Empresa Municipal de agua dispone de una tubería de fundición dúctil de  $\phi$  200 mm, por la que circula agua potable, y garantizando una presión mínima de 2.0 kg/cm<sup>2</sup> en acometida y la continuidad de suministro.

Instalación general:

- Llave de corte general Servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Debe alojarse en el interior del armario del contador.
- Filtro de la instalación general Debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50  $\mu$ m, con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.
- Armario del contador general: El armario del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo. La llave de salida debe

permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.

- Tubo de alimentación Será una tubería de polietileno de baja densidad. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

#### Sistemas de control y regulación de la presión

Pieza en T con tapón roscado capaz de admitir un grifo de comprobación o un medidor de presión. En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- a) 100 kPa para grifos comunes;
- b) 150 kPa para fluxores y calentadores.
- c) La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

#### Instalación interior

Se describe en los siguientes puntos.

##### **2.1 Instalación de agua fría.**

Las canalizaciones de la fontanería estarán situadas bajo el pavimento en los tramos que pertenezcan al exterior de las instalaciones y discurrirán por encima del falso techo o por el interior de los paramentos interiores en el caso de los tramos que transcurran por el interior de la nave. El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una

distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente. Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

Los diámetros de las tuberías han sido calculados siguiendo las tablas indicadas en Documento básico, epígrafe HS4.

Para ello, se comenzará indicando el caudal (Q) expresado en (l/s) que necesitaremos para abastecer nuestra fábrica:

Los caudales requeridos serán los siguientes, obtenidos de la Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato del CTE:

	Cantidad	Caudal unitario (l/s)	Caudal total (l/s)
Lavabo	6	0,1	0,6
Inodoro	6	0,1	0,6
Grifo aislado	12	0,15	1,80
Duchas	2	0,2	0,4
Fregadero domestico	2	0,2	0,4
Total			3,80



Como no van a estar en uso simultáneamente todos los grifos, lavabos, duchas, etc. vamos a considerar un coeficiente de simultaneidad de 0,8 para no sobredimensionar mucho la instalación. Por lo tanto vamos a considerar un caudal de 3,04 l/s.

De la tabla 4.2 del CTE hemos obtenido las dimensiones mínimas de las derivaciones para cada aparato. Resumiendo esta tabla obtendremos los siguientes valores:

	Diámetro nominal (mm)
Lavabo	12
Inodoro	12
Grifo aislado	12
Duchas	12
Fregadero domestico	12

Todos los aparatos sanitarios llevarán su correspondiente llave para regulación, y estarán dotados de sus correspondientes juntas de goma para asegurar una perfecta estanqueidad.

## 2.2. Instalación de agua caliente.

Las dependencias con necesidades de agua caliente se limitarán a los aseos (lavabo y ducha), con los siguientes puntos de consumo:

- La ducha con un caudal instantáneo de 0,20 l/s.
- El lavabo, el cual tendrá un caudal instantáneo de 0,10 l/s.

Para el suministro de agua caliente de los dos vestuarios se utilizará:

- Un acumulador eléctrico de 50 litros de capacidad, para suministrar a los vestuarios.

La red de tuberías irá colocada sobre el falso techo, cumpliendo las características siguientes:

- La red de distribución llevará una pendiente mínima del 2% desde cada acumulador hasta los puntos de suministro.
- El acumulador se situará de forma que no quede en contacto con el suelo.
- La conducción de agua caliente se dispondrá a distancia superior a 4 cm. de la de agua fría y nunca por debajo de ésta.
- La red consistirá de una red de tuberías sin retorno (ya que el punto de ACS más alejado del termo no dista más de 15 m), partiendo del acumulador eléctrico, que recibe agua de la red de agua fría, y acabando en los puntos de consumo.
- La red de tuberías será de cobre de  $\phi = 22$  mm dado que el caudal no supera los 600 l/h.

- Diámetro de las conducciones.

El diámetro de las tuberías se obtiene de la tabla de la CTE-HS-4 en función al uso del edificio, del tipo de tubería empleado y del número total de grifos que alimenta. Los tramos del circuito se representan a continuación:

Tipo de red	Tramo	Material	Diámetro (mm)
Agua caliente	Termo-aseos	Cobre	20

- Llaves de paso.

Se instalarán llaves de paso en todos los puntos de consumo, en la salida del calentador así como en la entrada principal a cada uno de los aseos. El diámetro de las llaves se determina a partir del diámetro del tramo en que se instalen, calculado anteriormente.

# **INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO DE UNA NAVE INDUSTRIAL DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE UN EDULCORANTE A BASE DE STEVIA**

## **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN
  
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN
  - 2.1 RED DE AGUAS RESIDUALES
  
  - 2.2 RED DE AGUAS PLUVIALES
  
3. CONSTRUCCIÓN

## **1. Introducción**

Para el dimensionado de la red de saneamiento nos basamos en el Documento Básico de Salubridad del CTE, en su sección HS 5 Evacuación de Aguas. Para proceder al cálculo del dimensionamiento se sigue un procedimiento de dimensionado para un sistema separativo, es decir, debe dimensionarse la red de aguas residuales por un lado y la red de aguas pluviales por otro, de forma separada e independiente, y posteriormente mediante las oportunas conversiones, dimensionar un sistema mixto.

## **2. Descripción de las instalaciones.**

La red de saneamiento estará constituida por dos redes independientes:

- Red de aguas residuales.
- Red de aguas pluviales. Las tuberías de dichas redes serán tubos cilíndricos de PVC formados por dos paredes extruidas y soldadas.

Un extremo tiene forma de copa, que permite el alojamiento de una junta de goma que dará estanqueidad a la unión de dos tubos sucesivos.

### **2.1. Red de aguas residuales.**

Estará constituida por el agua procedente de los vestuarios y de los sumideros que se encuentran en el interior de la nave. Se canalizará mediante tuberías de PVC con los diámetros indicados en los planos y pendiente del 2%, con arquetas de paso de registro y derivación, arqueta sifónica y conexión al colector de la instalación y por último a la Red de Saneamiento del Polígono Industrial. Todas las tablas mencionadas y empleadas en este apartado de aguas residuales hacen referencia al Documento Básico de Salubridad del CTE, en su sección HS 5 Evacuación de Aguas.

**2.1.1. Dimensionado de la red de aguas residuales.****2.1.1.1. Derivaciones individuales.**

Según la tabla 4.1 del epígrafe HS5 Evacuación de Aguas, perteneciente al Documento Básico de Salubridad, los diámetros de cada una de las derivaciones serán los siguientes:

ELEMENTO	UD. UNIDADES DE DESAGÜE	DIÁMETRO (mm)
PLANTA BAJA		
LAVABO (uso público)	4	40
DUCHA ( uso público)	2	50
INODORO CON CISTERNA	5	100
<b>PRIMERA PLANTA</b>		
LAVABO (uso público)	2	40
INODORO CON CISTERNA	1	50

**Tabla 1: tabla 4.1 UDs correspondiente a los distintos aparatos urinarios del Documento básico HS**

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	5	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	4	-	50
	Suspendido	2	-	40
	En batería	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-

**2.1.1.2. Ramales colectores**

Según la tabla 4.3 del epígrafe 5 Evacuación de Aguas, perteneciente al Documento Básico de Salubridad, los diámetros de cada una de las derivaciones será los siguientes:

RAMAL	PENDIENTE (%)	UNIDADES	DIÁMETRO (mm)
1	2	14	75

**Tabla 2: tabla 4.3 del documento básico HS**

**Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante**

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Se obtiene un diámetro mínimo del ramal de 75 mm, menor de los 100 mm de la derivación individual del inodoro, por lo que se tomará como resultado un ramal de PVC de 110 mm de diámetro.

**2.1.1.3. Colector Horizontal**

Según la tabla 4.5 del epígrafe 5 Evacuación de Aguas, perteneciente al Documento Básico de Salubridad, los diámetros de cada una de las derivaciones será los siguientes:

COLECTOR	PENDIENTE (%)	UNIDADES	DIÁMETRO (mm)
1	2	14	50



Tabla 3: tabla 4.5 del documento básico HS

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Se obtiene un diámetro mínimo del colector de 50 mm, menor de los 110 mm del ramal colector que lo precede, por lo que se tomará como resultado un ramal de PVC de 110 mm de diámetro.

## 2.2. Red de aguas pluviales.

Para dimensionar la red de aguas pluviales nos basamos en el Documento Básico de Salubridad del CTE, en su sección HS 5 Evacuación de Aguas. Esta red estará alimentada por el agua acumulada en la cubierta de la nave por efecto de la lluvia, nieve o granizo. Para ello se usarán sumideros sifónicos planos de hierro fundido (rejillas) distribuidos por la superficie de las instalaciones. Cada sumidero sifónico plano, dispondrá de una arqueta de obra registrable. Dichas arquetas se unen a la red de aguas pluviales con tuberías de PVC y pendiente del 2%.

Las tuberías de desagüe de la cubierta del edificio, se situarán por el exterior de la fachada de ésta desembocando en arquetas registrables de las dimensiones indicadas anteriormente. Estas arquetas se unirán a la red de aguas pluviales en los puntos que se indican en los planos. La red de pluviales desembocará en el colector general de la instalación de aguas fecales, el cual estará conectado a la Red de Saneamiento del Polígono Industrial.

**2.2.1. Red de pequeña evacuación de aguas pluviales.****Tabla 4: tabla 4.6 del documento básico HS**

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m <sup>2</sup>

Como la superficie de nuestra solera son 1000 m<sup>2</sup>, tendremos 1 arqueta por cada 150 m<sup>2</sup>, por lo tanto tendremos 7 sumideros.

**2.2.2. Bajantes de aguas pluviales.**

Se instalarán 7 bajantes para de este modo repartir adecuadamente la evacuación del agua evitando una sobrecarga excesiva de la cubierta. La superficie en proyección horizontal abarcada por la bajante más desfavorable, que serán las dos extremas, será de 142 m<sup>2</sup>. Al tratarse de una intensidad pluviométrica distinta de 100 mm/h que marca la tabla 4.8, se debe multiplicar la superficie obtenida anteriormente por un factor corrector obtenido de dividir la intensidad pluviométrica de la localidad entre 100.

$$F = 110/100 = 1,10$$

$$\text{Sup. Final} = 142 \times 1,10 = 156,20 \text{ m}^2.$$

Según la tabla 4.8 del epígrafe 5 Evacuación de Aguas, perteneciente al Documento Básico de Salubridad, el diámetro nominal final para cada bajante será como mínimo de 75 mm.

**Tabla 5: tabla 4.8 del documento básico HS**

Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

### 2.2.3. Colectores de aguas pluviales.

Los colectores de aguas pluviales tienen distintos diámetros en función de la cantidad de agua que transcurra por ellos. Para dimensionarlos se ha seguido la tabla 4.9, que se expone a continuación.

**Tabla 6: Diámetro colector según HS**

	Superficie proyectada (m <sup>2</sup> )		Diámetro nominal del colector (mm)
	Pendiente del colector		
	1 %	4 %	
	125	178	90
	229	323	110
	310	440	125
	614	862	160
	1.070	1.510	200
	1.920	2.710	250
	2.016	4.589	315

El diámetro del colector es de 90 mm y el tamaño de las arquetas será de 40x40 cm

El tamaño de las arquetas depende del diámetro del colector de salida de ésta, tal y como se puede ver en la tabla 4.13 de la sección HS 5 Evacuación de Aguas donde se reflejan las distintas dimensiones.

**Tabla 7: dimensiones de arqueta según HS**

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]						
	100	150	200	250	300	350	400
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80

### 3. Construcción.

Tanto la instalación de evacuación de aguas residuales, como la instalación de evacuación de aguas pluviales, se ejecutarán de acuerdo a lo establecido en la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de la obra y del director de la ejecución de la obra.

Los materiales empleados en este tipo de instalaciones tendrán las siguientes características:

- Resistencia en el caso de fuerte agresividad de las aguas a evacuar.
- Impermeabilidad total a líquidos y gases.
- Suficiente resistencia a las cargas externas.
- Flexibilidad para poder absorber sus movimientos.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia a la corrosión.
- Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.

**DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA  
INCENDIOS DE UNA FABRICA DE  
ELABORACIÓN DE UN  
EDULCORANTE NATURAL A BASE DE  
ESTEVIA**

## INDICE

1. Introducción
2. Normativa
3. Descripción de la nave
4. Plan de emergencia contra incendios
5. Características del establecimiento
6. Método de cálculo del riesgo intrínseco
7. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco
8. Requisitos de la instalación de la protección contra incendios
  - 8.1. Sistema hidrantes exteriores
    - 8.1.1. Caudal de agua necesario
    - 8.1.2. Posicionamiento de los hidrantes
9. Sistemas de bocas de incendios equipadas BIE
  - 9.1 Elección de las BIES
  - 9.2. Emplazamiento y distribución de las BIES
10. Instalación de extintores
  - 10.1. Cálculo del número y tipo de extintores

11. Sistemas rociadores de agua
12. Sistemas detección de incendios y alarma
13. Diseño final de la instalación de protección contra incendios.
14. Bibliografía





## **1. Introducción**

El presente trabajo, tiene por objeto establecer y definir los requisitos y las condiciones que debe cumplir una nave de uso industrial para la realización de un edulcorante industrial a base de stevia, con respecto al Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RD 2267/2004, de 3 de diciembre), para:

- a. Garantizar su seguridad en caso de incendio
- b. Prevenir la aparición del incendio
- c. En caso de producirse, dar la respuesta adecuada, limitando su propagación y posibilitando su extinción Con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

## **2. Normativa.**

Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

Norma básica de la edificación, aprobada por el Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, derogada desde el 29 de septiembre de 2006, por lo que se deberá aplicar, en sustitución de la misma, el Código Técnico de la Edificación (CTE) "Seguridad en caso de incendio" (SI).

Ley 2/1985, de 21 de enero, de Protección Civil, por la que el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, de acuerdo con el Ministerio del Interior, determinan el catálogo de actividades industriales y de los centros, establecimientos y dependencias en que aquellas se realicen, que deberán disponer de un sistema de autoprotección dotado de sus propios recursos y del correspondiente plan de emergencia para acciones de prevención de riesgos, alarma, evacuación y socorro.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y en sus normas reglamentarias en la medida que pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores (LPRL)

Reglamento (CE) 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de junio de 2000 sobre sustancias que agotan la capa de ozono Real Decreto 485/1997, que regula

que el lugar de emplazamiento de las señales luminosas y luminiscentes para los sistemas de seguridad y contra incendios.

Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

UNE 23007 componentes de los sistemas de detección automática de incendios.

UNE 23008 Instalación de pulsadores manuales de alarma de incendio.

UNE 23110 Extintores portátiles de incendio.

UNE 23033-1:1981 Señalización de seguridad contra incendios.

UNE 21002 sobre normativa de instalaciones eléctricas de baja tensión en sistemas contra incendios.

### **3. Descripción de la nave industrial sujeta a estudio.**

El recinto donde se va a realizar el diseño y cálculo del sistema contra incendios , se ha ideado, con el fin de clarificar y explicar dicho estudio en base al RD 2267/04, que es la principal norma en cuanto a seguridad contra incendios, a la que deben estar sujetos este tipo de construcciones. La actividad que se desarrolla es la fabricación de un edulcorante a base de Stevia. La nave industrial está formada por una estructura portante, construida a base de pilares, paredes de hormigón armado y cubierta de plancha de acero galvanizado (según norma UNE-en 13501-3 en base al RD 312/2005), y tiene una superficie de 1000 m<sup>2</sup>. Consta de 9 espacios independientes distribuidos del siguiente modo:

❖ Planta baja:

Espacio libre (máquinas) → 500m<sup>2</sup>

Aseo señora → 4m<sup>2</sup>

Aseo caballero → 8m<sup>2</sup>

Almacén → 190 m<sup>2</sup>

Laboratorio → 24 m<sup>2</sup>

Recepción → 25 m<sup>2</sup>

❖ Primera planta:

Aseo- vestuario → 15m<sup>2</sup>

Almacén → 20 m<sup>2</sup>

Oficina → 56 m<sup>2</sup>

Las oficinas, recepción, laboratorio, y los vestuarios , a pesar de no desarrollar actividad industrial propiamente dicha, quedan sujetas a las directrices del Reglamento de Seguridad Contra incendios en Establecimientos Industriales, por ocupar una superficie inferior a 250 m<sup>2</sup> , tal y como se especifica en el Art. 3.2.b de dicha norma. Si

ocupara una superficie superior a los 250 m<sup>2</sup> , la norma de aplicación sería El código Técnico de Edificación CTE, actualmente en vigor.

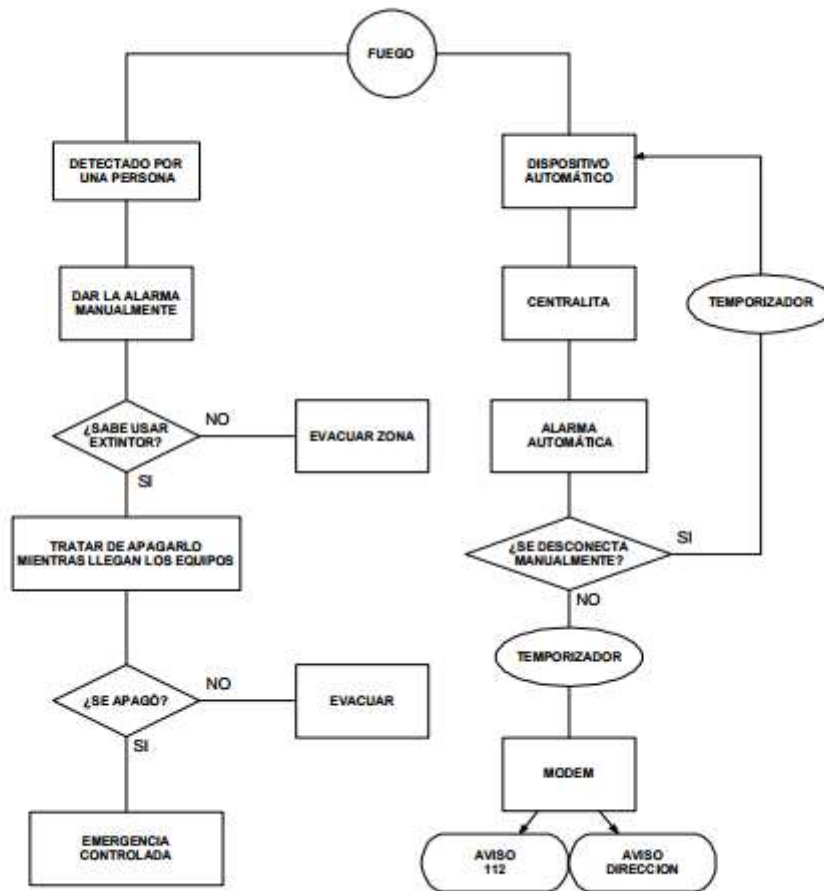
El resto de dependencias, por desarrollar actividades industriales (según el Art.2.a del RD 2267/04) o de almacenamiento industrial (según el Art.2.b del RD 2267/04) entran directamente dentro del ámbito de aplicación de ese Real Decreto.

#### **4. Plan de emergencia contra incendios.**

En el caso de producirse un incendio en nuestra nave, nuestra empresa dispone de un plan de emergencia hasta que llegue el 112, dicho plan lo detallamos a continuación.

El Plan incluye un sistema automático de detección de incendios y un equipo humano compuesto por un Jefe de emergencia, un equipo de primera intervención y un equipo de segunda intervención.

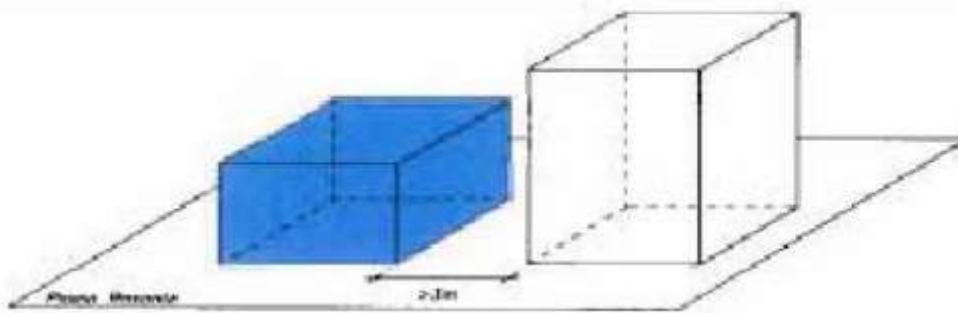
Cuando se detecta un fuego, bien de forma personal o por medio de cualquiera de los detectores automáticos, se activa el sistema de emergencia, por lo tanto, dicha activación será manual o automática. A partir de este momento, mientras los equipos contra incendio intentan sofocar el fuego, la centralita contra incendios, toma el control de la situación y se realiza el siguiente algoritmo:



La centralita contra incendios se instala para maximizar la seguridad mientras haya personal trabajando, aunque no es rigurosamente necesaria, puesto que mediante las alarmas manuales y los sistemas contra incendios instalados sería suficiente para cumplir con la norma, siendo los tiempos en los que el personal no está trabajando, la auténtica justificación de este sistema.

### 5. Características del establecimiento industrial según su configuración y ubicación en el entorno.

Nuestra nave industrial corresponde a un TIPO C, ya que el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, y además está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.



### 6. Método de cálculo del nivel de riesgo intrínseco.

El nivel de riesgo intrínseco (NRI) se evalúa calculando la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de los distintos sectores o áreas de incendio que configuran el establecimiento industrial, según la siguiente expresión:

$$(I) \quad Q_s = \frac{\sum_i G_i q_i C_i}{A} R_a \quad \left( \text{en } \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2} \quad \text{ó} \quad \frac{\text{Mcal}}{\text{m}^2} \right),$$

Donde:

**Q<sub>s</sub>** densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup> .

**G<sub>i</sub>** masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

**q<sub>i</sub>** poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

**C<sub>i</sub>** coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio

**R<sub>a</sub>** coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

**A** superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup> .

Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \quad \left( \text{en } \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2} \quad \text{ó} \quad \frac{\text{Mcal}}{\text{m}^2} \right)$$

Para actividades de almacenamiento:



$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_w C_i h_i s_i}{A} R_a \quad \left( \text{en } \frac{MJ}{m^2} \quad \text{ó} \quad \frac{Mcal}{m^2} \right)$$

**q<sub>s</sub>** densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente que se realizan en el sector (MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup> ) Si superficie de cada zona con proceso diferente y q<sub>s</sub> diferente (m<sup>2</sup> )

**q<sub>v</sub>** carga de fuego aportada por cada m<sup>3</sup> de cada zona con distinto tipo de almacenamiento existente en el sector (MJ/m<sup>3</sup> o Mcal/m<sup>3</sup> )

**h<sub>i</sub>** altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles (m) si superficie ocupada en planta por cada zona con distinto tipo de almacenamiento en el sector de incendio (m<sup>2</sup> )

Quando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación (Ra) el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio. Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad, C<sub>i</sub>, de cada combustible pueden deducirse de la tabla del Catálogo CEA de productos y mercancías.

Como la nave industrial sujeta a estudio está constituido por varios sectores y/o áreas de incendio, el cálculo se realiza como la suma de las densidades de carga de fuego ponderada y corregida de cada uno de los sectores de incendio que lo constituyen.

$$(IV) \quad Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} A_i}{A_i} \quad \left( \text{en } \frac{MJ}{m^2} \quad \text{ó} \quad \frac{Mcal}{m^2} \right)$$

**Qe** densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial (MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup> )

**Qsi** densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio que componen el edificio industrial (MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>)

**Ai** superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio que componen el edificio industrial (m<sup>2</sup> )

Una vez calculadas la densidad de carga al fuego ponderada y corregida de los sectores de incendio (Qs), su Nivel de Riesgo Intrínseco se deducirá de la tabla que se adjunta a continuación, del del RD 2267/04.

Nivel de Riesgo Intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y		
	Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>	
BAJO	1	QS ≤ 100	QS ≤ 425
	2	100 < QS ≤ 200	425 < QS ≤ 850
MEDIO	3	200 < QS ≤ 300	850 < QS ≤ 1275
	4	300 < QS ≤ 400	1275 < QS ≤ 1700
	5	400 < QS ≤ 800	1700 < QS ≤ 3400
ALTO	6	800 < QS ≤ 1600	3400 < QS ≤ 6800
	7	1600 < QS ≤ 3200	6800 < QS ≤ 13600
	8	3200 < QS	13600 < QS

## 7. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco

A continuación detallamos en la siguiente tabla todas las estancias de la nave.

Tabla 1: Estancias de la nave, sectores en las que está dividida y superficie de cada sector en m<sup>2</sup>.

<b>Planta</b>	<b>Sector</b>	<b>Zona</b>	<b>Superficie m<sup>2</sup></b>
baja	1	Nave proceso	500
baja	2	Aseos	12
baja	3	Almacén	190
baja	4	Laboratorio	24
baja	5	Recepción	25
primera	6	Aseo-vestuario	15
primera	7	almacén	20
primera	8	oficina	56

Para nuestro trabajo, debemos deducir los valores de  $q_{si}$ ,  $R_a$ , de los distintos sectores dedicados a la producción de las tablas del Anexo I del RD 2267/04, y  $C_i$  de la tabla anteriormente expuesta. A continuación se muestran de manera compilada dichos valores:

Nota: En todos los cálculos supondremos que  $A$  (superficie construida del sector de incendio) será igual a  $S$  (superficie de cada zona con proceso diferente)

**Sector 1: Nave de proceso**

Ci	q <sub>si</sub>	Ra	S m <sup>2</sup>	A m <sup>2</sup>
1,30	600	1	500	500

$$Q_{s1} = \frac{\Sigma q S C}{A} Ra = \frac{600 \cdot 500 \cdot 1,30}{500} = 780 \text{ Mj/m}^2$$

**Sector 2: Aseos planta baja**

Ci	q <sub>si</sub>	Ra	S m <sup>2</sup>	A m <sup>2</sup>
1,30	200	1	12	12

$$Q_{s2} = 260 \text{ Mj/ m}^2$$

**Sector 3 : Almacén planta baja**

Ci	q <sub>si</sub>	Ra	S m <sup>2</sup>	A m <sup>2</sup>
1,30	3400	1	190	190

$$Q_{s3} = 4420 \text{ Mj/m}^2$$

**Sector 4: Laboratorio**

Ci	q <sub>si</sub>	Ra	S m <sup>2</sup>	A m <sup>2</sup>
1,30	400	1	24	24

$$Q_{s4} = 520 \text{ Mj/m}^2$$

**Sector 5: Recepción**

Ci	q <sub>si</sub>	Ra	S m <sup>2</sup>	A m <sup>2</sup>
1,30	500	1	25	25

$$Q_{s5} = 650 \text{ Mj/m}^2$$

**Sector 6: Aseo-vestuario Primera planta**

Ci	q <sub>si</sub>	Ra	S m <sup>2</sup>	A m <sup>2</sup>
1,30	200	1	15	15

$$Q_{s6} = 230 \text{ Mj/ m}^2$$

**Sector 7 : Almacén primera planta**

Ci	q <sub>si</sub>	Ra	S m <sup>2</sup>	A m <sup>2</sup>
1,30	400	1	20	20

$$Q_{s7} = 520 \text{ Mj/m}^2$$

### Sector 8: Oficina primera planta

Ci	Q <sub>si</sub>	Ra	S m <sup>2</sup>	A m <sup>2</sup>
1,30	600	1	56	56

$$Q_{s8} = 780 \text{ Mj/m}^2$$

La Carga Global, según la expresión será:

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} A_i}{A_i} \quad \left( \text{en } \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2} \quad \text{ó} \quad \frac{\text{Mcal}}{\text{m}^2} \right)$$

$$Q_e = 8160 \text{ Mj/m}^2$$

Finalmente, deducimos el Nivel de Riesgo Intrínseco comparando los valores obtenidos de Q<sub>s</sub> y Q<sub>e</sub> en la tabla 1.3 del Anexo I del RSCEI. De manera resumida nos queda del siguiente modo:

Sector	Q <sub>s</sub> densidad de carga Mj/m <sup>2</sup>	Nivel de riesgo intrínseco
1	780	Bajo
2	260	Bajo
3	4420	Alto

4	520	Bajo
5	650	Bajo
6	230	Bajo
7	520	Bajo
8	780	Bajo
<b>global</b>	<b>8160</b>	<b>Alto</b>

### **8. Requisitos de la instalación de protección contra incendios.**

Según el Artículo 1 del Anexo III del RSCIEI, todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel. Además, deberán cumplir la Directiva Europea de Productos de la Construcción, desarrollada a través del Real Decreto 1630/92 y posteriores resoluciones, donde se recogen las referencias de normas armonizadas, periodos de coexistencia y entrada en vigor del mercado CE.

#### **8.1. Sistemas de hidrantes exteriores.**

El sistema de hidrantes para uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos, o para personal debidamente formado, será obligatorio si lo exigen las disposiciones vigentes que regulan las actividades industriales según especifica el artículo primero del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, o siempre y cuando concurren las circunstancias que se reflejan en la siguiente tabla:

Configuración de la zona de incendio	Superficie en m <sup>2</sup>	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥ 300	NO	SI	
	≥ 1000	SI	SI	
B	≥ 1000	NO	NO	SI
	≥ 2500	NO	SI	SI
	≥ 3500	SI	SI	SI
C	≥ 2000	NO	NO	SI
	≥ 35000	NO	SI	SI
D o E	≥ 5000		SI	SI
	≥ 15000	SI	SI	SI

Según nuestra configuración, la zona de incendio es del tipo C y nuestro riesgo intrínseco es alto, con lo que llegamos a la conclusión de que hemos de instalar hidrantes externos por norma. El caudal y la autonomía mínimos para dos hidrantes y con un nivel de riesgo alto nos lo dará la siguiente tabla regida por la norma:



NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO									
TIPO	BAJO			MEDIO			ALTO		
	Caudal (l/min)	Auton (min)	Nº de hidrantes simult.	Caudal (l/min)	Auton (min)	Nº de hidrantes simult.	Caudal (l/min)	Auton (min)	Nº de hidrantes simult.
A	500	30	1	1.000	60	2	-	-	-
B	500	30	1	1.000	60	2	1.000	90	2
C	500	30	1	1.500	60	3	2.000	90	4
D y E	1.000	30	2	2.000	60	4	3.000	90	6

Con un nivel de riesgo alto y edificio tipo C, la tabla nos indica que hemos de tener para 2 hidrantes simultáneos con un caudal de  $Q=2000$  l/min. y una autonomía mínima de 90 minutos. Finalmente decidimos instalar 4 hidrantes exteriores de columna húmeda, al no existir riesgo de heladas. Los tipos de hidrante de columna húmeda que instalamos serán 2 de 100 mm con 2 salidas de 70 mm y 2 de 100 mm para ataque directo y abastecimiento de autobombas. Con esto podemos llegar a la conclusión de que necesitaremos una tubería de 200 mm de diámetro mínimo.

#### 8.1.1. Caudal y reserva de agua necesarios.

Ahora procederemos al cálculo del caudal que vamos a tener, por lo que suponemos la utilización de las lanzas-boquillas del tipo 70/20 de triple efecto (chorro, pulverización y cortina con dispositivo de apertura y cierre):

Tipo de lanza	Caudal de agua l/min		Alcance horizontal m	
	7 bar	3,5 bar	7 bar	3,5 bar
19/5	25	18	15	10
25/5	25	18	15	10
25/7	80	57	17	12
25/9	140	100	20	15
45/12	280	200	26	18
45/14	350	250	32	22
70/16	440	312	34	25
70/20	600	425	35	27

Observando la tabla tenemos que para tener 7 bares en punta de lanza, que es lo que la norma exige, es necesario un caudal de 600 l/min. por cada salida de 70 mm.

El caudal de agua necesario para los hidrantes será:

$$C = C_m \times N^{\circ}$$

Siendo:

C; Caudal de agua necesaria en l/min.

C<sub>m</sub>; Caudal mínimo por salida de 70 mm en l/min.

N<sup>o</sup>; Número de salidas de 70 mm.

Por lo tanto tendríamos que:  $C = 600 \times 4$

$$C = 2400 \text{ l/min.}$$

Reserva de agua para los hidrantes:

$$RCH = C \times T_a.$$

Siendo:

– RCH; la reserva total de agua en litros.

- C; caudal de agua necesaria en l/min.
- Ta; Tiempo de autonomía en minutos.

Así se tiene que:

$$RCH = 2400 \times 90 = 216.000 \text{ litros.}$$

$$RCH = 216 \text{ m}^3 \text{ de agua.}$$

Las pérdidas de presión máximas en un hidrante son:

- 1 toma de 45 mm  $k > 550$ .
- 2 tomas de 45 mm  $k > 1100$ .
- 1 toma de 70 mm  $k > 1300$ .
- 2 tomas de 70 mm  $k > 2500$ .
- 1 toma de 100 mm  $k > 3000$ .

En nuestro caso tenemos para la peor de las situaciones y usando la siguiente fórmula:

$$Q = k \sqrt{P}$$

Para cada 2 tomas de 70 tendríamos por tanto:

$$Q = 2500 \sqrt{7}$$

$$Q = 6614,37 \text{ l/min.}$$

**Por lo que podemos decir que el caudal mínimo estará asegurado.**

### **8.1.2. Posicionamiento de los hidrantes.**

La norma nos dice lo siguiente con respecto al posicionamiento de los hidrantes:

– La distancia entre un hidrante y el límite de la zona a proteger en dirección normal será entre 5 y 15 m en dirección perpendicular a la fachada.

– La zona protegida por cada hidrante en el ámbito industrial es un círculo de radio 40 m.

Al menos uno de los hidrantes tiene que tener una salida de 100 mm, generalmente el que está situado a la entrada del establecimiento industrial.

– La separación mínima es de 50 m para ámbito industrial y de 100 m para el ámbito urbano.

– Los hidrantes se instalarán en zonas de fácil acceso y con su correcta señalización para facilitar su visualización, según norma UNE 23033.

– La distancia máxima entre hidrantes será de 80 m.

La posición de los hidrantes se puede ver en el plano adjunto.

## **9. Sistemas de bocas de incendio equipadas. (BIE)**

Los sistemas de bocas de incendio equipadas estarían compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y los equipos de bocas de incendio equipadas (BIE).

Según el artículo 9.1 del Anexo III del RSCIEI, en nuestro caso se instalarán sistemas de bocas de incendio equipadas, ya que:

Nuestra industria esta ubicada en edificio de tipo C, nivel de riesgo intrínseco alto y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.

### 9.1. Elección del diámetro de las BIES.

Por ley se nos exige que las instalaciones industriales con riesgo intrínseco alto, como es nuestro caso, se instalen BIES de 45 mm.

Nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial	Tipo de BIE	Simultaneidad	Tiempo de autonomía
Bajo	DN25 mm	2	60 min
Medio	DN 45 mm*	2	60 min
Alto	DN 45 mm*	3	90 min

### 9.2. Emplazamiento y distribución de BIES.

En lo referente al emplazamiento, las BIEs se instalarán en el interior de los edificios, cerca de las puertas de los recintos o zonas de riesgo de incendios, en los recorridos de evacuación pero sin obstaculizar, a una altura de 1,5 m. Deben señalizarse y mantener libres los alrededores. Se exige que haya al menos 1 BIE por planta.

La totalidad de la superficie a proteger debe tener 1 BIE considerando un alcance nominal de 6 m. Además, la distancia de cualquier punto a la BIE no debe superar los 25 m. La separación entre BIEs no debe exceder nunca los 50 m. Tomando en cuenta estas consideraciones y aplicándolas a nuestra distribución en planta, se ha realizado la siguiente distribución esquemática de la red de BIEs:

Planta Baja:

- 1 BIE en zona de proceso

- 1 BIE en pasillo

Planta primera:

- 1 BIE en pasillo

## **10. Instalación de extintores.**

Según el anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales atendiendo al tipo de combustible, los fuegos se clasifican según la norma UNE 23010:

-Tipo A: Fuegos de materiales sólidos comunes, generalmente de tipo orgánico, cuya combustión tiene lugar normalmente con formación de brasas. Combustible: madera, carbón, cartón, etc.

-Tipo B: Fuegos de líquidos y sólidos de bajo punto de fusión. Combustible: gasolinas, grasas, aceites, etc.

-Tipo C: Fuegos de gases. Combustible: butano, propano, gas natural, etc.

-Tipo D: Fuego de metales y compuestos químicos reactivos. Combustible: aluminio (polvo), magnesio, sodio, etc.

-Tipo E: Fuego de origen eléctrico y en presencia de cables o equipos eléctricos bajo tensión.

En nuestro establecimiento tendremos fuego **tipo A.**

El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla I-1 del apéndice 1 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, que se presenta a continuación:

**TABLA I-1**  
Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego

Agente extintor	Clase de fuego (UNE 23.010)			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(2)xxx	x		
Agua a chorro	(2)xx			
Polvo BC (convencional)		xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente)	xx	xx	xx	
Polvo específico metales				xx
Espuma física	(2)xx	xx		
Anhídrido carbónico	(1)x	x		
Hidrocarburos halogenados	(1)x	xx		

Siendo:

- xxx Muy adecuado.
- xx Adecuado.
- x Aceptable.

**10.1. Cálculo del número y tipo de extintores.**

<b>TABLA 3.1 DEL Anexo III del RD 2267/04: Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A.</b>		
<b>GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO</b>	<b>EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR</b>	<b>ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO</b>
BAJO	21A	Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)

Teniendo en cuenta lo visto en el punto anterior, se deduce que el tipo de fuego que se puede generar en nuestra nave es de TIPO A (SÓLIDOS) para todos los sectores y TIPO B (líquidos) para el almacén. Como la regla recomienda no utilizar agua o espuma en presencia de tensión eléctrica, se optará por el uso de Polvo Seco Polivalente ABC. De esta forma, el número exigido de extintores, según la configuración de dicha nave será:

Sector	Dependencia	Superficie m <sup>2</sup>	Nivel de riesgo intrínseco	Nº Extintores	Tipo Extintor



1	Nave proceso	500	Bajo	1	21A 183 B
2	Aseos	12	Bajo	1	21A 183 B
3	Almacén	190	Alto	1	21A183B
4	Laboratorio	24	Bajo	1	21A183B
5	Recepción	25	Bajo	1	21A183B
6	Aseo- vestuario	15	Bajo	1	21A183B
7	almacén	20	Bajo	1	21A 183B
8	Oficina	56	Bajo	1	21A 183B
<b>Global</b>			<b>Alto</b>	<b>8</b>	

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

Hay muchos fabricantes de extintores, nosotros hemos elegido Zenith modelo ZAP 6 litros, eficacia 21 A- 183 B. Posee un recipiente de alta calidad con recubrimiento anti-corrosión, filtro de impurezas con tubo de sonda y maneta de disparo ergonómica. Apto para uso en tensiones eléctricas de hasta 35.000 V.

Figura: modelo extintor.



### 11. Sistemas rociadores automáticos de agua.

El artículo 11 del Anexo III del RSCIEI especifica que se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

a. Actividades de producción, montajes, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:

a.1 Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.

a.2 Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2500 m<sup>2</sup> o superior.

a.3 Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.

a.4 Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3500 m<sup>2</sup> o superior.

a.5 Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2000 m<sup>2</sup> o superior.

b. Actividades de almacenamiento si:

b.1 Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 300 m<sup>2</sup> o superior.

b.2 Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500 m<sup>2</sup> o superior.

b.3 Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior.

b.4 Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m<sup>2</sup> o superior.

b.5 Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.

En nuestra nave, no será obligatorio instalar sistemas de rociadores automáticos de agua, ya que como edificio se ha catalogado como Tipo C, con una superficie útil de 1000 m<sup>2</sup>, y riesgo intrínseco alto.

## **12. Sistemas de detención de incendios y alarma.**

Según el anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales: Sistemas automáticos de detección de incendio.

Se instalarán en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

– -Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3000 m<sup>2</sup> o superior.

– -Actividades de almacenamiento si están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500 m<sup>2</sup> o superior.

**En nuestro establecimiento no se cumple ninguno de los dos puntos con lo que no hará falta este sistema pero para hacer la instalación más completa lo pondremos.**

Figura: detector óptico-térmico



Sistemas manuales de alarma de incendio.

Se instalarán en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- -Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior o no se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.
- -Actividades de almacenamiento si su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior o no se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

**En nuestro establecimiento se cumple el primer punto, con lo que debemos instalar dicho sistema.**

Figura: Pulsador manual alarma incendios.



### 13. Diseño final de la instalación de protección contra incendios.

La instalación contra incendios constará de:

- Red de BIES= 3 unidades 45mm

Nota: la BIEs instaladas son de 45mm puesto que el riesgo de incendio es alto.



- Red de hidrantes exteriores = 4 unidades de columna seca



- Sistemas de detección, alarma y extintores= 1 alarma, 8 extintores  
clase 21A 183B



El diseño de la colocación los dispositivos se adjunta en plano.

#### **14. Bibliografía**

- Apuntes de clase
- Manual Incendios Asepeyo
- Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

- Normativa UNE.
- Normativa CEPREVEN.





# **ANEXO V**

# **SEGURIDAD E HIGIENE**

## **ANEXO V : SEGURIDAD E HIGIENE**

Los objetivos principales de este capítulo, son los de promover la mejoría de las condiciones físicas y ambientales en que se desempeña el trabajo, para de este modo contribuir al beneficio mutuo de los trabajadores y empresas. Tanto la seguridad laboral como la higiene en el trabajo se encuentran dentro de lo que se conoce como salud laboral, que según la Organización Internacional de los Trabajadores y la Organización Mundial de la Salud se define como: “La promoción y el mantenimiento de mayor grado de desarrollo físico, mental y del bienestar social de los trabajadores en todas las ocupaciones, la prevención entre los trabajadores de las desviaciones de la salud causadas por sus condiciones de trabajo, la protección de los trabajadores en su trabajo contra los riesgos resultantes de factores adversos a la salud, la ocupación y el mantenimiento del trabajador en un entorno de trabajo adaptado a sus capacidades fisiológicas y psicológicas, y, para resumir, la adaptación del trabajo a la persona y de cada persona a su trabajo”.

### **4.1 SEGURIDAD**

La seguridad laboral, se define según la Organización Internacional de los Trabajadores y la Organización Mundial de la Salud como: “El conjunto de técnicas y procedimientos que tienen por objeto eliminar o disminuir el riesgo de que se produzcan accidentes de trabajo”.

#### **4.1.1 SEGURIDAD EN EL DISEÑO**

La ley 54/2003 de 12 de Diciembre de reforma del marco normativo de la Prevención de riesgos laborales, que entró en vigor el pasado 1 de mayo de 2004, trata de fomentar una nueva cultura de la prevención. En este sentido, el diseño que se ha realizado en el presente proyecto ha sido consecuente con el tema, y se han tratado de disminuir los riesgos desde la etapa de diseño de los equipos siguiendo las recomendaciones de diseño mecánico dadas por el código ASME Sección VIII División I, para el diseño y construcción de equipos sometidos a presión y adoptando medidas como:

Uso de presiones de diseño, como protección frente a posibles sobrepresiones.

- Uso de Temperaturas de diseño, como protección frente a posibles sobrecalentamientos.
- Uso de sobre-espesores, como protección frente a la corrosión de los materiales y sobre-esfuerzos de los mismos.
- Uso de sistemas de aislamiento térmico, como protección frente a incendios y quemaduras.
- Uso de válvulas de seguridad

#### **4.1.2 SEGURIDAD EN EL PROCESO.**

En todo proceso existe riesgo de que la persona sufra algún daño en su realización, por ello, es necesario identificar los riesgos principales que pueden originarse dentro de la línea de proceso y las medidas que se adoptan para su prevención:

##### **Riesgo de sobrepresión**

Elementos para alivio de presión

Despresurización, venteo, drenaje, purga...

**Avería de los elementos internos, Extractor**

Inspección periódica

Espacio suficiente para el desmontaje y manejo de piezas

**Riesgo de rotura**

Sobre-espesor de corrosión, revestimiento, revisiones

**Adelgazamiento de paredes por corrosión**

Inspección y pruebas periódicas

**Riesgo de fuga de fluidos**

Detección de fugas

**Riesgo de Rebosamiento**

Parada de emergencia

**Riesgo de emisión tóxica**

Equipos de protección individual

Distanciamiento, pues la intensidad es inversamente proporcional a la distancia

Ventilación adecuada

**Riesgos de incendios**

Distanciamiento

Detección de fugas

Medios de extinción

**Riesgos de descargas por electricidad estática y corrientes vagabundas**

Tomas de tierra

### **Riesgos de caída**

Limpieza y suelos adecuados en la línea de procesos, para evitar resbalones y deslizamientos

Equipos de protección individual, botas Escaleras con jaula, pasarelas...

El emplazamiento de los equipos en planta se hace de acuerdo con las distancias mínimas de seguridad siguiendo por las recomendaciones dadas por el Instituto Nacional de Seguridad e higiene, para fluidos tipo D (fluidos con un punto de inflamación  $> 100^{\circ}\text{C}$ ), (32) , y todos ellos estarán dotados de tomas de tierra.

Para garantizar la utilización segura de los equipos de procesos se siguen la condiciones generales establecidas en el anexo II el R.D. 1215/97 del 18 de Julio, el cual establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo y se adoptan las medidas necesarias para llevar a cabo un mantenimiento seguro y comprobar, inicial y periódicamente, los equipos de trabajo cuya seguridad depende de sus condiciones de instalación, así como la señalización de seguridad como técnica complementarias de acuerdo con el R.D. 485/97 de 14 de Abril sobre las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Las condiciones mínimas de iluminación, para una visión del trabajo adecuada para los trabajadores, orden, limpieza, mantenimiento, condiciones ambientales, material y locales de primeros auxilios... son las exigidas por el R.D 486/1997 de 14 abril, que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, limitadas por la Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre. Las tuberías de procesos, son identificadas en función del tipo de fluido que circula por ellas, con un

determinado color de seguridad, de acuerdo a la Nota Técnica de Prevención NTP- 566: Señalización de recipientes y tuberías: aplicaciones prácticas. La instalación y material eléctrico, cumple con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RBT) e instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).

#### **4.1.3 SEGURIDAD EN EL ALMACENAMIENTO.**

La legislación española que contempla este tipo de riesgos es el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias. Los riesgos derivados del almacenamiento de sustancias químicas son explosión, incendio, fugas de gases tóxicos y vapores, derrames, etc. Los productos almacenados en el presente proyecto, serán el extracto procedente de la extracción de la Stevia y el producto final obtenido, en ambos casos, una disolución acuosa con una concentración muy baja (como máximo el 10% para el producto), por lo que el producto será mayoritariamente acuoso con un punto de inflamación superior a 100°C, encontrándose dentro de productos de clase D. Las instalaciones, equipos y sus componentes destinados a la protección contra incendios se ajustarán a lo establecido en el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

#### **4.1.4 SEGURIDAD EN EL PRODUCTO**

Los glucósidos de esteviol han sido denominados como E-960 por el Codex Alimentarius y se rigen por el reglamento (UE) nº 1131/2011 de la Comisión, de 11 de noviembre 2011, por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) nº 1333/2008 del Parlamento Europeo y del consejo en lo que respecta a los glucósidos de esteviol.

Los datos toxicológicos de los esteviósidos son los siguientes:

- No se ha observado ninguna toxicidad en las pruebas crónicas.
- Estudios de genotoxicidad no han mostrado mutaciones de genes en las bacterias inducidas por los glucósidos del esteviol.
- La absorción y los estudios del metabolismo relevaron que la absorbancia de glucósidos de esteviol es extremadamente baja como para ser cuantificada.
- No se han detectado efectos nocivos en estudios de toxicidad crónica y carcinogenicidad.
- No se han detectado efectos de los glucósidos de esteviol en reproducción ni toxicidad en el desarrollo embrionario ni postnatal, aunque a pesar de ello el uso de los glucósidos del esteviol no está destinado para fórmulas infantiles, fórmulas de seguimiento o papillas.
- Los glucósidos del esteviol no suelen acentuar problemas nutricionales, microbiológicos, toxicológicos y/o alergénicos. • Se puede sugerir un valor para la CDR entre 0 y 10 mg de equivalentes de esteviol/kg peso corporal. Los valores máximos de consumo se muestran en la siguiente imagen, obtenida del reglamento (UE) nº 1131/2011 de la Comisión, de 11 de noviembre 2011, por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) nº 1333/2008 del Parlamento Europeo y del consejo en lo que respecta a los glucósidos de esteviol, (31

Tabla 4.1: Dosis máxima de glucósidos de esteviol para edulcorantes de mesa líquidos.

Número de la categoría	Número E	Denominación	Dosis máxima (mg/l o mg/kg)	Notas	Restricciones o excepciones
11.4.1	<b>Edulcorantes de mesa líquidos</b>				
	E 960	Glucósidos de esteviol	quantum satis	(60)	
		(60): expresados como equivalentes de esteviol			

#### 4.1.5 LEGISLACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD

- Ley 54/2003, del 12 de Diciembre, de Prevención de Riesgos Laborales.



- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.

Real Decreto 1215/97 del 18 de Julio, el cual establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales.

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

- Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes.

- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Norma UNE 1063:2000. Caracterización de tuberías según la materia de paso. 10.2 HIGIENE  
La higiene en el trabajo se define según la Organización Internacional de los Trabajadores y la Organización Mundial de la Salud como:

“La ciencia o conjunto de ciencias dedicadas a reconocer, evaluar y controlar aquellos factores ambientales que, produciéndose en los procesos laborales, pueden dañar la salud de los trabajadores o la de los ciudadanos de la comunidad “. La higiene del trabajo tiene un carácter eminentemente preventivo, ya que tiene por objeto la salud y el confort del trabajador, y evita que se enferme o ausente.

Entre los principales objetivos están:

- Eliminación de las causas de enfermedades profesionales.
- Reducción de los efectos perjudiciales provocados por el trabajo en personas enfermas o portadoras de defectos físicos.
- Prevención del empeoramiento de enfermedades o de lesiones
- Mantenimiento de la salud de los trabajadores y aumento de la productividad, por medio del control del ambiente de trabajo.

#### **4.2.2 FACTORES QUE AFECTAN A LA SALUD DE LOS TRABAJADORES**

Los factores que ejercen acción sobre el funcionamiento normal del organismo son:

- QUÍMICOS:

Las industrias, sin importar la función que desempeñen, desprenden partículas sólidas, líquidas y gaseosas que absorbe el trabajador. La absorción de las sustancias puede efectuarse por la piel, por el aparato respiratorio y por el aparato digestivo.

• FÍSICOS:

Son todos los factores en los que el ambiente normal cambia, rompiéndose el equilibrio entre el organismo y su medio. Estos pueden ser: efectos de iluminación, calor o frío extremos, ruido y humedad excesiva, manejo de corriente eléctrica. Ésta situaciones traen como consecuencia repercusiones en la salud, por ejemplo, la falta de iluminación puede causar ceguera, agudeza visual, etc. En el caso de ruido excesivo, puede causar trauma acústico o sordera.

• BIOLÓGICOS:

Tiene su origen dentro y/o fuera del organismo por la impregnación de algún virus o parásito, que provoca el desarrollo de alguna enfermedad.

• DE FUERZA DE TRABAJO:

Son todos aquellos que tienden a modificar el estado de reposo o movimiento de una parte o de la totalidad del cuerpo y que son capaces de provocar enfermedad o lesión. Por ejemplo, grandes esfuerzos físicos que pueden provocar desgarraduras musculares, hernias, etc.

• PSICOLÓGICOS:

La capacidad y voluntad para trabajar, depende íntegramente del grado de adaptación del individuo consigo mismo y con su ambiente. Si ésta adaptación es difícil, su salud, por éste solo hecho, será precaria; éste acto servirá de base para que inicie la enfermedad e incapacidad para poder desarrollar su trabajo de manera adecuada.

#### **4.2.2 LEGISLACIÓN EN MATERIA DE HIGIENE EN EL TRABAJO**

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Orden ITC/2845/2007, de 25 de septiembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

Los documentos, libros, artículos científicos y portales consultados de los cuales se ha obtenido la información más relevante, se resumen en los siguientes puntos:

- [http://www.iedar.es/origen\\_azucar.php](http://www.iedar.es/origen_azucar.php), (1).
- Manual de Recipientes a Presión, Diseño y Cálculo. (Eugene F. Megyesy), (13).
- Proyecto y Construcción de Recipientes a Presión. (C, Ruiz Rubio)
- Código ASME Sección VIII, División 1
- <http://www.grupounamacor.com/blog/?p=1147>, (11).
- <http://www.isover-aislamiento-tecnico.es/Productos/Industria>
- Estudio de un proceso de extracción de antocianos, a partir de hollejo de uva tinta, utilizando dióxido de carbono a alta presión y codisolventes. (Casimiro Mantell Serrano), (10).
- Tesis, Stevia, el dulce sabor de tu vida, plan estratégico, Consuelo Osorio Barrera, (2).
- Tesis, Diseño de una planta piloto para la industrialización de la Stevia en la comunidad Cueva de los monos, Cantón Sacha, provincia de Orellana, (3).
- Artículo científico, Estevia (stevia rebaudiana), edulcorante natural y no calórico, (4).
- Artículo científico, Aproximación a la comprensión de un edulcorante natural alternativo, la Stevia Rebaudiana Bertoni: producción, consumo y demanda potencial, (5).
- Artículo científico, Evaluación de los procesos de extracción y purificación de los compuestos de la hoja de Stevia Rebaudiana, (6)

- Tesis, Plan estratégico para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de edulcorante a base de Stevia, (7).
- Artículo científico, resultados del proceso de extracción y purificación de compuestos endulzantes de la hoja de Stevia Rebaudiana, (8).
- Empresa Stevia Dolce S.A. (9). • Panel PI, soluciones de Aislamiento de equipos industriales, Empresa ISOVER, (11).
- Recomendaciones de instalación, Aislamiento térmico, empresa ISOVER, (12).
- <http://epsem.upc.edu/~intercanviadorsdecalor/castella/evaporadors.html>, (13).
- Oficina Española de Patentes y Marcas, Número de publicación 2457641, (14).
- Procesos de potabilización de aguas salobre mediante tecnologías de membrana, [www.upc.edu.es](http://www.upc.edu.es), (15).
- Tesis Doctoral, Estudio del proceso de nanofiltración para la desmineralización de lactosuero dulce,

## **DOCUMENTO 3: PLANOS**

### **ÍNDICE**

1. Diagrama de flujo
2. Plano situación
3. Plano distribución planta baja
4. Planos distribución planta primera
5. Plano en planta. Planta baja

6. Plano en planta. Planta primera
7. Plano sección. Planta baja
8. Plano sección. Planta primera
9. Alzados
10. Esquema unifilar
11. Cuadros eléctricos
12. Alumbrado
13. Fontanería
14. Saneamiento
15. Incendios