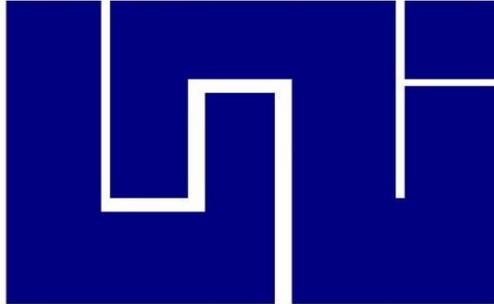


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

Mon
664.8
M838
2012



***DISEÑO TECNICO – ECONOMICO DE UNA PLANTA PARA
IRRADIAR ALIMENTOS.***

TRABAJO DE DIPLOMA, PRESENTADO POR:

***Br. Rodolfo Antonio Moreira Boedecker
Br. Larry Yosniel Narváez Arauz***

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

TUTOR:

MEng. Leonardo Chavarría.

**Managua, Nicaragua
Agosto 2012**

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo desean agradecer primeramente a Dios por ser la luz del conocimiento y por haber permitido que durante este tiempo se lograra finalizar esta obra, a todas las personas que gentilmente brindaron su valiosa cooperación e información para la culminación del presente estudio.

A nuestros padres por ser los motores en nuestras vidas, y estar a nuestro lado en todos los momentos que nos llevo culminar este estudio.

Ing. Jorge Graiño, *Argentina*, Lic. Patricia Narvaiz, *Argentina*, y a la empresa NOLDOR, S.A. *Argentina*, por habernos colaborado con su valiosa información y asesoramiento, para desarrollar este estudio.

Ing. Gord Ashfield, *Estados Unidos*, por su colaboración con los costos de los equipos y asesoramiento de los mismos, para así culminar este trabajo.

MEng. Leonardo Chavarría Carrión, por su voluntad al transmitir sus conocimientos, orientación y asesoramiento para la realización de este trabajo monográfico.

A nuestros amigos, que de una u otra manera nos ayudaron en la culminación de este trabajo monográfico, sobre todo a los Chakles de Química.

DEDICATORIA

Queremos dedicar este trabajo primeramente a Dios, por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud, por ser el manantial de vida y darnos lo necesario para seguir adelante día a día para lograr nuestros objetivos, además por darnos de su infinita bondad y amor, y ayudarnos a poder concluir estos años de estudio.

A nuestros padres:

*María de los Ángeles Boedecker
Rodolfo Miguel Moreira*

*María Janeth Arauz
Larry Jesús Narváez*

Como agradecimiento a sus esfuerzos, amor y apoyo incondicional durante nuestra formación tanto personal como profesional. Porque creyeron en nosotros y porque nos sacaron adelante, dándonos ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy podemos ver alcanzada nuestra meta, ya que siempre estuvieron impulsándonos en los momentos más difíciles de nuestra vida, y porque el orgullo que sienten por nosotros, fue lo que nos hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiramos su fortaleza y por lo que han hecho de nosotros.

A nuestras familias:

Por su apoyo incondicional al ampliar nuestros conocimientos y estar más cerca de nuestras metas profesionales, por habernos ayudado y apoyado económica y emocionalmente, en todas las etapas de nuestra formación personal y formación profesional, gracias por siempre estar ahí para nosotros. Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A nuestros amigos:

Muchas gracias por estar con nosotros en todo este tiempo donde hemos vivido momentos felices y tristes, gracias por ser nuestros amigos, este trabajo también va por ustedes Chakles.

A todos:

Gracias por haber fomentado en nosotros el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. A todos, esperamos no defraudarlos y contar siempre con sus valiosos apoyos, sinceros e incondicionales.

Rodolfo Moreira Boedecker & Larry Narváez Arauz

OPINIÓN DEL CATEDRÁTICO

La tendencia en la Industria de los Alimentos esta visualizada en la elaboración de productos con alto valor agregado a las materias primas, a su vez de mantener la inocuidad del alimento, en esto último se han desarrollado mecanismos y medios que han permitido establecer un estándar en lo que respecta la seguridad del alimento.

Bajo esta premisa los Brs. Moreira Boedecker y Narváez Arauz se introdujeron en la búsqueda de información en la temática de Irradiación específicamente en el área de los Alimentos, esta tecnología está siendo utilizada a nivel mundial, pero en el caso de Nicaragua se conoce muy poco, esto fue parte de los hallazgos encontrados por los titulantes.

En la construcción de este trabajo se centro en el ***DISEÑO TECNICO – ECONOMICO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS IRRADIADOS*** con el firme propósito de enrumbar al desarrollo del país considerando el alto potencial de productos que se puedan desarrollar con la diversidad de materias primas existentes en el país.

Los titulantes han puesto su mejor empeño para tener los inicios de la utilidad de esta tecnología en el país, es por tanto señores miembros del jurado que solicito se les otorguen a los Brs. Moreira Boedecker y Narváez Arauz su aprobación de este trabajo de tesis para concluir con sus estudios y se les confiera el título de Ingeniero Químico.

MEng. Leonardo Chavarría Carrión
Tutor

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio técnico económico para instalar una planta procesadora de alimentos irradiados, en Managua, como alternativa de preservación de los alimentos perecederos del país.

Las cantidades que exporta Nicaragua de frutas frescas son de 177,574.32 ton/año y legumbres y hortalizas son 77,728.86 ton/año, ambas con un incremento del 0.27% anual (*CETREX*) (*MIFIC, 2011*), el presente trabajo a manera de estudio toma el 45% de las frutas frescas y el 35% de legumbres y hortalizas, como punto de partida para el análisis técnico – económico de la planta para irradiar alimentos, se procedió a tomar estos porcentajes en vista de que no se puede cubrir toda la producción destinada a exportación.

El estudio presenta la opción de instalar una planta con capacidad máxima de producción de 108,567.41 ton/año de alimentos perecederos, a los cuales se les irradiara para prolongar su vida útil de una manera saludable. Estos alimentos están dirigidos principalmente a las exportaciones que Nicaragua realiza, teniendo en cuenta la aceptación de esta tecnología en esos países.

El precio de comercialización del producto se determino mediante la comparación de precios de venta de los alimentos de exportación sin irradiarse y asumiendo un porcentaje de los costos directos e indirectos del método de irradiación, el precio será de US\$ 100 (C\$ 2,337.83 córdobas) por tonelada, para dosis bajas, y para dosis altas se quedo en US\$ 250 (C\$ 5,844.58 córdobas) por tonelada¹.

La planta estaría localizada en Managua en el km 11.2 Carretera a Masaya por ser la alternativa de localización que presento menores costos de transportes y de terreno, además que el lugar presta las condiciones para la operatividad de la misma.

En el análisis económico propuesto, se analizo la inversión a cinco años, resultando factibles las tres alternativas de financiamiento planteadas que son: a) financiamiento mixto (40% inversionista y 60% la entidad bancaria), b) financiamiento puro (totalmente por el inversionista), y c) financiado totalmente por el banco. Para evaluar dichas alternativas se considero una tasa de interés del 11% por parte de la entidad bancaria (BDF) y del 30% para el inversionista. En este caso se considerara una tasa mínima de rendimiento (TMAR) del 30%, con el propósito de hacer más estricta la evaluación.

Con base en los resultados del valor presente neto (VPN) de cada alternativa, conviene optar por la alternativa de financiamiento mixto, en vista de que el inversionista y la entidad bancaria no pueden asumir la totalidad de la inversión. El cálculo de VPN para el financiamiento mixto resulto superior; en el cálculo de rendimiento del efectivo se determino que también es atractivo (TIR = 62.30%).

¹Tasa de Cambio= 23.3783 (NICxUSD), tomado el día 09 mayo del 2012, del sitio web del Banco Central de Nicaragua (www.bcn.gob.ni)

El análisis beneficio-costo resulto ser positivo ya que por cada dólar invertido se generan 3.05 dólares promedio; Y el punto de liquidez, es aceptable ya que la empresa dispone de 2.00 dólares promedio, para cumplir con las deudas. En vista de los resultados de los indicadores se determina que el proyecto es económicamente rentable.

La ventaja cualitativa más importante desde el punto de vista ambiental, es que por ser un equipo que utiliza energía eléctrica, la posibilidad de que se generen impactos ambientales es poco probable, cabe destacar que la Radiación X puede ser muy dañina al cuerpo humano; sin embargo, siguiendo los procedimientos ya establecidos de seguridad, no debería haber razón para preocuparse al usar estas herramientas invisibles.

Otra razón por la cual se descarta la generación de impactos ambientales, es que los equipos de Rayos X no utilizan materia radiactiva para su funcionamiento, como es el caso en las plantas de radiación gamma. Por otro lado el Dynamitron cuenta con sistemas de blindajes tanto para la sala de radiación como para el personal de la planta y sobre todo al personal de operaciones.

Al mismo tiempo se perciben algunos efectos sociales, al generar 33 empleos nuevos, también al mejorar la competitividad de los alimentos perecederos en el mercado internacional, y generar mayores divisas a los productores del país.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA.....	II
OPINIÓN DEL CATEDRÁTICO.....	III
RESUMEN.....	IV
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- OBJETIVOS	2
III.- MARCO DE REFERENCIA	3
3.1. Generalidades.....	3
3.1.1. Proceso Irradiactivo	3
3.1.2. Unidades.....	3
3.1.3. Aplicaciones de la Irradiación de Alimentos	4
3.1.3.1. Según la Dosis Aplicada.....	4
<i>Irradiación a bajas dosis</i>	4
<i>Irradiación a dosis medias</i>	4
<i>Irradiación a dosis grandes</i>	4
3.1.3.2. Según los Objetivos.....	4
<i>Inhibición de Brotación</i>	4
<i>Retardo de Maduración</i>	4
<i>Desparasitación</i>	5
<i>Desinsectación</i>	5
<i>Pasteurización por Radiación</i>	5
<i>Mejoramiento de las Propiedades Tecnológicas en los Alimentos</i>	5
<i>Esterilización</i>	5
<i>Reducción de Microorganismos Patógenos</i>	5
<i>Descontaminación de Especies, Hierbas y Sazonadores Vegetales</i>	5
<i>Desinfestación del Grano</i>	6
3.2. Sección de Mercado	6
3.2.1. Segmento de mercado y área geográfica.....	6
3.2.2. Participación en el mercado internacional	6
3.2.3. Demanda del producto internacional	6

2.3.4. Precio de venta del método	7
3.3. Sección Técnica	7
3.3.1. Materia Prima	7
3.3.2. Ubicación de la Planta.....	7
3.3.3. Distribución de la planta	7
3.3.4. Mano de Obra	8
3.3.5. Organización de la empresa	8
3.3.6. Disponibilidad de los equipos	8
3.3.7. Principios de Diseño	8
3.3.8. Actividad de Diseño.....	9
3.3.9. Dosis requerida y dosis suministrada.....	9
3.3.10. Fuente sobre producto	12
3.4. Sección Financiera	12
3.4.1. Inversión inicial	12
3.4.2. Costos de Capital	13
3.4.3. Costos de Operación	13
3.4.4. Costos Totales de Procesado	13
3.4.5. Costos de Procesado Unitario.....	13
3.4.6. Estado de resultado	13
3.4.7. Factibilidad del proyecto.....	13
3.4.8. Punto de equilibrio	14
3.5. Efectos ambientales.....	15
IV.- METODOLOGÍA DE TRABAJO	16
4.1. Aspectos de mercado.....	16
4.1.1. Segmento de mercado	16
4.1.2. Demanda actual	16
4.1.3. Proyección de la demanda.....	16
4.1.7. Análisis de precios	16
4.2. Aspectos técnicos.....	17
4.2.1. Tamaño de la Planta.....	17
4.2.2. Programa de producción	17
4.2.3. Macrolocalización de la planta.....	17
4.2.4. Microlocalización de la planta.....	17
4.2.5. Criterio de selección de un irradiador.....	17
4.2.6. Proceso productivo	18
4.2.7. Organización de la planta.....	18

4.2.8. Requerimiento de recurso humano	18
4.2.11. Requerimiento de equipos	19
4.2.12. Distribución de la planta	19
4.2.13. Planificación y programación de actividades del proyecto	19
4.3. Aspectos financieros	19
4.3.1. Inversión inicial	20
4.3.2. Costos de Operación	20
4.3.3. Punto de equilibrio	22
4.4. Efectos ambientales.....	22
4.4.1. Matriz de Evaluación de Aspectos Ambientales Significativos.....	22
V.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	28
5.1. Aspectos de mercado.....	28
5.1.1. Segmento de mercado	28
5.1.2. Demanda actual	28
5.1.3. Proyección de la demanda actual.....	29
5.1.4. Análisis de precio	29
5.2. Aspectos técnicos.....	30
5.2.1. Tamaño de la planta.....	30
5.2.2. Programa de producción	30
5.2.3. Macrolocalización de la planta	30
5.2.4. Microlocalización de la planta.....	31
5.2.5. Criterio de selección del irradiador.....	32
5.2.6. Proceso productivo	33
5.2.7. Buenas Prácticas de Manufactura.....	35
5.2.8. Organización de la empresa	36
5.2.9. Requerimiento de recurso humano	37
5.2.10. Requerimiento de equipos de proceso, laboratorio y oficina	37
5.2.11. Distribución de la planta	38
5.2.12. Planificación y programación del proyecto.....	39
5.3. Aspectos financieros	39
5.3.1. Inversión total.....	39
5.3.2. Costo total de operación.....	40
5.3.3 Precio del Producto.....	40
5.3.4 Plan financiero.....	41
5.3.5 Punto de equilibrio de la empresa para el primer año de operación.....	47

5.4 Efectos ambientales.....	49
VI.- CONCLUSIONES.....	51
VII.- RECOMENDACIONES	52
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	53
IX. GLOSARIO.....	54
X. ANEXOS.....	57
ANEXO A.....	57
SECCIÓN TÉCNICA	57
ANEXO B	82
SECCIÓN FINANCIERA.....	82

INDICE DE TABLAS, FIGURAS Y ECUACIONES

Tabla 4.2.11.1 Equipos de proceso	19
Tabla. 4.4.1.1 Criterios para la matriz de evaluación de aspectos ambientales significativos.....	22
Tabla 5.1.2.1 Países que permiten alimentos irradiados y que Nicaragua les exporta alimentos perecederos.....	28
Tabla 5.1.3.1. Proyección de las exportaciones de frutas frescas, legumbres y hortalizas	29
Tabla 5.2.3.1 Criterios de selección para macrolocalización	30
Tabla 5.2.3.2 Macrolocalización de la planta.....	31
Tabla 5.2.4.1. Microlocalización de la planta.....	32
Tabla 5.2.9.1. Requerimiento de Recursos Humanos	37
Tabla 5.2.11.1. Área de la empresa	38
Tabla 5.3.1.1. Inversión total en activos fijos y diferidos	39
Tabla 5.3.2.1. Costo total de producción (2012).....	40
Tabla 5.3.2.2. Costo total de operación (2012).....	40
Tabla 5.3.3.1. Ingresos por ventas.....	41
Tabla 5.3.4.1 Costos financieros	41

Tabla 5.3.4.2 Estado de resultado para el proyecto con financiamiento del 60%	42
Tabla 5.3.4.3 Ponderación de la tasa de interés (mixta)	42
Tabla 5.3.4.4 Estado de resultado para el proyecto puro.....	45
Tabla 5.3.4.5 Costos financieros (100% el banco).....	46
Tabla 5.3.4.6 Estado de resultado para el proyecto financiado por el banco	46

FIGURAS

Fig. 3.3.9.1 Dosis máximas y mínimas	10
Fig. 3.3.9.2 Distribución de la dosis	10
Fig. 3.3.9.3 Relación de radios máximos y mínimos vs. densidad	11
Fig. 3.3.10.1 Fuente sobre producto	12
Fig.5.2.6.1 Carretilla Pesadora PCE-PTS 1.....	34
Fig.5.2.7.1. Logotipo Radura.....	36
Fig. 5.2.8.1. Organigrama general de la empresa	36
Fig. 5.2.11.1 Plano general de la planta	38
Fig. 5.3.5.1 Gráfica del punto de equilibrio	48

ECUACIONES

Ec. 4.3.2.1 Cálculo del VPN	21
Ec. 4.3.2.2 Cálculo de la TIR	21
Ec. 4.3.2.3 Cálculo de la relación beneficio / costo	21
Ec. 4.3.2.4 Cálculo del punto de liquidez	21
Ec. 4.3.3.1 Cálculo del Punto de Equilibrio	22
Ec. 5.1.2.1 Cálculo de la demanda actual	28
Ec. 5.1.3.1. Calculo de la proyección de la demanda actual.....	29



I.- INTRODUCCIÓN

Según el Doctor Juan Aranguren, el uso de radiaciones ionizantes como modificador de propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales irradiados, es bien conocido desde hace más de 50 años. Tanto es así, que se ha transformado en una tecnología única en algunos casos y que desplazo a otras alternativas de procesamiento por sus costos, impacto ambiental, seguridad y eficacia. Si bien existen diversas técnicas alternativas, la tecnología de irradiación brinda soluciones concretas y presenta un amplio espectro de aplicaciones (*Aranguren, 2009*).

La creciente investigación en el uso y aplicación de las radiaciones ha impulsado a este tipo de industria a extenderse mundialmente mostrando un crecimiento sostenido de esta tecnología, existiendo con más de 200 plantas de uso industrial alrededor del mundo (*Aranguren, 2009*).

Todas las instalaciones de irradiación deben tener una licencia, y son inspeccionadas periódicamente por el organismo gubernamental correspondiente, en Nicaragua existe una comisión de energía atómica, y es el Ministerio de Salud que inspecciona, además el Organismo Internacional de Energía Atómica viene a inspeccionar de forma periódica (en Nicaragua existen instalaciones de radiaciones, tales como los hospitales, que tienen dispositivos de almacenamiento para los bunker de rayos x). Para el control de una planta de irradiación se debe asegurar que la técnica se use correctamente y que las dosis aplicadas sean las adecuadas.

Actualmente en el país, no existe una planta que irradie alimentos, a fin de obtener productos que cumplan con las exigencias del mercado internacional, razón por la cual en este estudio se pretende determinar la factibilidad tanto técnica como económica para la instalación de una planta irradiadora de alimentos. Su importancia se fundamenta en que una vez instalada y puesta en marcha la planta, a través de los resultados, se promoverá el desarrollo sostenible del país, a su vez aumentaría la exportación de alimentos hacia el extranjero garantizando su higiene, inocuidad y seguridad alimentaria. Los productos de exportación están siendo adquiridos a muy bajos costos, debido a que estos tienen facilidad de contaminarse durante el proceso de exportación.

El proyecto consta básicamente de la instalación de una planta de irradiación la cual utilizaría un equipo de Rayos X, conocido como Dynamitron, la cual es una máquina que funciona con energía eléctrica, y puede desconectarse cuando se desee interrumpir el uso; es muy eficaz para irradiar grandes volúmenes de alimentos, los cuales pueden circular frente al haz de electrones sobre cintas móviles. Los rayos X pueden generar impactos ambientales, pero la probabilidad que esto pase es mínima, ya que presentan requerimientos de seguridad y controles automatizados. Además estos equipos no funcionan con materia radioactiva como en el caso de las plantas de radiaciones gamma; cuentan con sistemas de blindajes tanto para la sala de radiación como para el personal de la planta y sobre todo al personal de operaciones.

II.- OBJETIVOS

Objetivo General

- ✓ Determinar la viabilidad técnica y económica del diseño y puesta en marcha de una Planta Irradiadora de Alimentos en Nicaragua.

Objetivos Específicos

- ✓ Realizar un estudio técnico requerido para la aplicación del método de Irradiación en Alimentos en Nicaragua.
- ✓ Efectuar el estudio económico financiero para determinar la rentabilidad del método de Irradiación en Nicaragua.
- ✓ Desarrollar una valoración del aspecto ambiental de la Planta de Irradiación.

III.- MARCO DE REFERENCIA

3.1. Generalidades

3.1.1. Proceso Irradiativo

La irradiación de los alimentos es un medio físico de tratamiento comparable al calor y congelación. El proceso consiste en exponer los alimentos, ya sea envasado o a granel, a rayos gamma, Rayos X o electrones en una sala especial y durante un tiempo determinado. Estos tipos de radiación son también llamados radiaciones ionizantes y son aceptadas por organismos internacionales como la FAO, la OMS y el OIEA (*Molins, 2003*).

La fuente de rayos gamma aprobados para tales fines son Cobalto-60 y el Cesio 137. Es importante señalar que la exposición de los alimentos a estas fuertes radiaciones, o a haces de electrones (energía máxima de 10 MeV) o de rayos X (energía máxima de 5 MeV) no inducen radioactividad en los alimentos ni siquiera cuando se aplican dosis de radiación cinco mil veces más elevada que la dosis máxima prevista para el tratamiento de alimentos.

Este sistema prácticamente no produce aumento de temperatura, por lo tanto, se llama tratamiento frío. En los alimentos envasados, los microorganismos se reducen en número o se eliminan por completo y si del material que está hecho el envase es impermeable, los alimentos no se recontaminan.

Los efectos biológicos de la irradiación resultan de su capacidad de inducir cambios químicos a nivel celular. Cuando la radiación ionizante actúa sobre cualquier tipo de sustancia se producen dos procesos básicos. El primer proceso conduce a la formación de iones, moléculas excitadas o fragmentos moleculares. El segundo proceso supone la interacción de los productos del primer proceso y puede conducir a la formación de componentes distintos de los inicialmente presentes.

Los alimentos y microorganismos que lo contaminan contienen generalmente grandes cantidades de agua. Los productos altamente reactivos de la radiolisis (descomposición del agua por radiación) pueden afectar a las sustancias en ellas disueltas. Por lo tanto, los efectos indirectos de la radiación son importantes.

Los efectos biológicos de la irradiación sobre un organismo vivo están relacionados principalmente con el deterioro de los procesos responsables de la división celular. (*Molins, 2003*).

3.1.2. Unidades

La cantidad de energía absorbida en los alimentos (dosis) determina el tipo y la extensión de los cambios que se producirán en el material irradiado. Las unidades utilizadas en irradiación son el Gray (equivalente a 1 Joule/Kg de materia irradiada) y sus múltiplos. Hasta hace poco tiempo atrás se utilizaba la unidad denominada rad (equivalente a 100eq/gramo de materia irradiada). (*Molins, 2003*).

3.1.3. Aplicaciones de la Irradiación de Alimentos

La irradiación de alimentos ofrece varios beneficios a la industria alimenticia y a los consumidores. Desde un punto de vista práctico, se pueden proponer las siguientes clasificaciones

3.1.3.1. Según la Dosis Aplicada

Las aplicaciones de este proceso se pueden agrupar en tres categorías, dependiendo de las dosis aplicadas a los alimentos como (*Molins, 2003*):

Irradiación a bajas dosis

Se considera Irradiación a bajas dosis cuando se aplica una dosis de hasta 1 kGy. Produce inhibición de brotes, desinfestación de frutas e inactivación de parásitos y plagas, Inhibición de la germinación, Desinsectación, Retraso de la maduración, Desparasitación de carnes.

Irradiación a dosis medias

Se considera Irradiación a dosis medias cuando se aplica una dosis de entre 1 y 10 kGy. Produce reducción en el contenido de microorganismos dañinos y de patógenos, reduciendo la posibilidad de enfermedades provocadas por alimentos por contaminación bacteriana, Reducción de la carga microbiana, Reducción en el número de microorganismos patógenos no esporulados, Mejoras en las propiedades tecnológicas del alimento.

Irradiación a dosis grandes

Se considera Irradiación a dosis grandes cuando se aplican dosis mayores de 10 kGy. Consigue una reducción en el contenido de microorganismos hasta la esterilidad y eliminación de virus.

3.1.3.2. Según los Objetivos

El comité Mixto FAO/OIEA/OMS (1980), reconoció que la irradiación del alimento podría usarse con diverso objetivos, clasificados de acuerdo a las dosis de radiación para alcanzar los objetivos propuestos.

Las aplicaciones de la irradiación de alimentos, agrupadas por sus objetivos, se pueden clasificar como (*Molins, 2003*):

Inhibición de Brotación

El uso de muy bajas dosis de irradiación inhibe la brotación en tubérculos y bulbos como papas, cebollas y ajos. Este método evita el empleo de agentes químicos con este propósito. Hasta la fecha más de 30 países han aprobado por ejemplo, de una u otra forma el consumo de papa irradiada.

Retardo de Maduración

Dosis bajas retardan la maduración y prolongan la vida útil de algunas frutas como los mangos y papayas.

Desparasitación

Dosis bajas también son aplicadas en carnes, con el objeto de eliminar el riesgo de parásitos como es el caso de *T. spiralis*. El efecto de la irradiación se basa en producir alteraciones en el aparato reproductor de los parásitos, de este modo se le impide completar su ciclo de vida. Esta aplicación fue aprobada el año 1985, en Estados Unidos.

Desinsectación

Este método puede causar la muerte o la esterilidad de los insectos. La radiación es uno de los mejores sustitutos de los agentes químicos. Como se requieren dosis de alrededor de 0,3Kgy, los cambios fisicoquímicos y organolépticos en frutas y hortalizas son insignificantes.

Pasteurización por Radiación

El uso de dosis medianas de irradiación pueden extender por varios días y hasta semanas, la vida útil de algunos productos como pescados, mariscos, algunas frutas y hortalizas. Este efecto se debe a la eliminación de algunos tipos de bacterias y parásitos, causantes de la descomposición de los productos antes mencionados.

Mejoramiento de las Propiedades Tecnológicas en los Alimentos

La radiación puede inducir ciertos cambios deseables en algunos alimentos. Así, por ejemplo, algunos autores afirman que el pan hecho con harina irradiada alcanza un volumen mayor; las verduras deshidratadas, e irradiadas se constituyen (hidratan) más rápidamente; la carne filamentosa y duras pueden ablandarse con dos medianas dosis de radiación que destruyen la pectina.

Esterilización

Un tratamiento con dosis altas, destruye la flora microbiana presente en los alimentos por años, envases sellados, a temperatura ambiente. Estos alimentos aun no están disponibles en el mercado, sin embargo ya han sido utilizados por astronautas y algunos pacientes inmunodeprimidos.

Reducción de Microorganismos Patógenos

Consiste en la eliminación de microorganismos patógenos, es una forma de esterilización pero solo de patógenos, entre los que se pueden mencionar: la *Escherichiacoli O157:H7*, *Salmonella*, *Campylobacterjejuni*, *Listeria monocytogenes* y *Vibrio spp.*, conocidos patógenos y que se asocian a las carnes, los productos frescos, el agua y los productos del mar.

Descontaminación de Especias, Hierbas y Sazonadores Vegetales

Estas están frecuentemente contaminadas con microorganismos debido a la condiciones ambientales y de procesamiento en que se producen, por lo que requieren de la irradiación para reducir su cuenta bacteriana y hacerlas viables para consumo humano. Además, el proceso de irradiación permite que estos productos conserven sus aromas y sus sabores originales.

Desinfestación del Grano

Es el principal problema en la producción y comercialización de cereales. La irradiación ha demostrado ser un método efectivo de control de las plagas asociadas a estos productos y una alternativa viable a la fumigación mediante bromuro de metilo, que ha sido muy utilizado para este fin pero que se está abandonando debido a que contribuye a la destrucción de la capa de ozono. La irradiación de granos ha sido aplicada en maíz, trigo y café entre otros. Requiere un empaquetado adecuado que evite una nueva infestación.

3.2. Sección de Mercado

3.2.1. Segmento de mercado y área geográfica

La irradiación se realizará a los alimentos perecederos que exporta el país, para mejorar su calidad y competitividad en el mercado extranjero. De esta manera se pretende determinar el segmento de mercado, el cual será establecido entre los países a los cuales Nicaragua les exporta dicho productos perecederos. La selección de la cobertura geográfica depende en gran medida a incrementar el nivel de competitividad de los alimentos en el extranjero.

3.2.2. Participación en el mercado internacional

A nivel internacional se demanda el cumplimiento de normas de exportación estrictas en materia de calidad e inocuidad, higienización, descontaminación y esterilización y la necesidad de productos libres de compuestos químicos inconvenientes. De aquí se parte el hecho de irradiar alimentos para garantizar calidad, inocuidad e higiene del mismo.

Con el uso de este método se abrirá más el mercado internacional, ya que los alimentos no irradiados tienen una creciente preocupación respecto a las enfermedades por contaminación bacteriana (*Aranguren, 2009*). La participación en el mercado internacional dependerá de la habilidad que se tenga para vender el producto, de la red y de la estrategia de mercado que utilicen los productores de dichos alimentos exportados (*CEFE-Internacional, 1998*).

3.2.3. Demanda del producto internacional

La demanda actual está basada en las exportaciones de alimentos perecederos realizadas en el país, está en función directa de la necesidad de aumentar la calidad e inocuidad de los productos exportados en el mercado internacional.

Recientes informes del MIFIC, establecen que Nicaragua está exportando toneladas métricas de alimentos perecederos a países como Estados Unidos, España, México, Canadá, Venezuela, Puerto Rico, entre otros (*MIFIC, 2011*). Cabe destacar que hay alimentos que en el traslado sufren ataques de bacterias, por tal motivo los importadores compran dichos productos a bajos costos.

Bajo la óptica de la empresa, es común delimitar el segmento de mercado a fin de cubrir el porcentaje de todos estos alimentos perecederos, que a su vez es función de la influencia de los otros productos que compiten en el mercado internacional.

La proyección de la demanda a mediano plazo puede determinarse considerando el índice de crecimiento de consumidores de este tipo de productos en el mercado internacional; ya que esta crece a medida que aumentan los consumidores.

2.3.4. Precio de venta del método

El precio de venta de este proceso está en dependencia de las cantidades de alimentos a irradiarse versus la dosis de aplicación de las mismas, las dosis están basadas en los diferentes objetivos, tales como el retardo de maduración, la inhibición de brotación, esterilización industrial y eliminación de virus, entre otras, que son prácticamente para alimentos perecederos. Los costos de procesado son tomados en dólares por toneladas (US\$/Ton). (CNEA, 2004).

3.3. Sección Técnica

3.3.1. Materia Prima

La materia prima para llevar a cabo el método de irradiación alimentaria, son todos los alimentos perecederos cultivados en el país, especialmente las frutas frescas, verduras y las hortalizas, e innovando en la irradiación en semillas antes de ser cultivadas.

3.3.2. Ubicación de la Planta

La ubicación adecuada de la empresa puede determinar el éxito o fracaso de la misma. Por ello, la decisión de donde será ubicada debe hacerse tomando en cuenta todos los criterios involucrados, ya sean económicos, estratégicos, institucionales, entre otros.

Sin embargo, con todos ellos se busca determinar aquella localización que maximice la rentabilidad del proyecto. La ubicación de la planta es de gran importancia para la rentabilidad del proyecto, ya que de ésta dependen varios factores de gran interés.

Entre los factores que se consideraron para la selección de la ubicación de la planta están:

1. Disponibilidad de los Suministros Básicos: Energía Eléctrica y Agua.
2. Disponibilidad de Mano de Obra Calificada.
3. Disponibilidad de Comunicación vial y telefónica.

3.3.3. Distribución de la planta

De igual importancia es determinar la superficie que requiere la empresa (para proceso, oficinas administrativas, almacén, baños, entre otras) y más importante, como se distribuirá el espacio de la planta.

La distribución de los equipos de proceso, pueden realizarse de acuerdo al flujo de la producción, en forma lineal o forma de U. considerando los espacios entre equipos y los espacios de desplazamiento. (Urbina, 2000).

3.3.4. Mano de Obra

La mano de obra de cualquier empresa se divide en directa e indirecta. Trabajadores directos son aquellos que están involucrados íntimamente en la manufactura productiva. Trabajadores indirectos son los que facilitan la producción, como los responsables de alguna área y trabajadores de mantenimiento. (*Urbina, 2000*).

3.3.5. Organización de la empresa

Para que la empresa opere organizada y eficientemente, debe contar con una estructura de poder y de responsabilidades. Esto se logra al definir cada una de las funciones de los miembros del personal en un organigrama. (*CEFE-Internacional, 1998*)

En las pequeñas empresas es muy común encontrar que una persona realice varias funciones, lo que debe cuidarse mucho para garantizar el cumplimiento de las mismas.

3.3.6. Disponibilidad de los equipos

En Nicaragua no se cuenta con una línea especializada de proveedores de maquinarias como: aceleradores de Rayos X. Por lo que se tendrá que incurrir a las importaciones de este equipo de proceso. Pero se cuenta con algunos equipos como tanques de almacenamiento.

3.3.7. Principios de Diseño

Como se ha dicho, es posible el diseño de irradiadores pequeños normalmente utilizados en trabajos de investigación (decenas o centenas de Ci) o grandes plantas de irradiación que operan con millones de Ci².

Las principales diferencias entre ambos tipos son el inventario radioactivo (cantidad de Co-60, Rayos X y Aceleradores de partículas) y la forma de mover los materiales a irradiar dentro del campo de radiaciones, por lo que el modo de operación debe ser seleccionado para una necesidad específica.

Los principios básicos de diseño pueden sintetizarse en:

- Maximizar la utilización de energía
- Proveer la mejor uniformidad de dosis
- Asegurar una operación segura y sencilla

Estas premisas pueden lograrse incorporando elementos que han sido probados y reconocidos desde el comienzo del uso de esta tecnología.

- Disponer del producto en más de un fila de cajas frente al irradiador

²Curie (Ci): La unidad tradicional (Ci) se utilizan para medir la radiación. El Ci equivale a 37,000,000,000 desintegraciones por segundo (3.7 x 10¹⁰ Bq). y Bequerelio (Bq) es una medida internacional para medir la radiación equivale a una desintegración radiactiva por segundo.

- Minimizar los espacios horizontales y verticales entre cajas
- Optimizar la distancia fuente producto para la relación de dosis requerida
- Mover las cajas de producto en el sentido horizontal y vertical en ambas caras del irradiador
- Usar lápices de cobalto con doble encapsulado
- Agua desmineralizada en la pileta de almacenaje
- Diseñar el blindaje biológico de la sala de irradiación y el laberinto en concreto con densidades estándar. (2.32 g/cm^3) o baritado (3.2 g/cm^3) (*Aranguren, 2009*).

3.3.8. Actividad de Diseño

La masa horario de producto a ser tratado depende directamente de la actividad del irradiador y de la dosis requerida. La actividad instalada será siempre menor que la actividad de diseño. Esta última se calcula en base a los requerimientos de dosis y a la máxima carga anual de producto durante la vida útil de la instalación incluyendo futuras necesidades o incrementos de demandas.

Los irradiadores se licencian para almacenar una actividad en fuentes que no supere la actividad del año. La velocidad de dosis sobre el producto está directamente relacionada con la actividad instalada. La variable de ajuste sobre la dosis entregada al producto es el tiempo de irradiación, que es controlado por el operador, ya sea mediante la regulación de la velocidad del sistema de transporte o modificando el tiempo por posición del producto frente al irradiador.

La única corrección en el tiempo de irradiación de los productos se debe al decaimiento propio de las fuentes radioactivas, que disminuye su actividad en un 12.5% anualmente es decir 1% mensual aproximadamente, con lo cual se requiere aumentar el tiempo de exposición en esta cantidad para mantener las dosis sobre cada producto. Esto lleva a que, en determinados casos, el tiempo total de irradiación se haga particularmente largo, debiendo entonces reponerse la actividad caída a fin de mantener las mismas condiciones de productos.

La eficacia de una planta se define como la relación entre la energía por unidad de tiempo absorbida por el producto y la emitida por el irradiador. Su valor típico para una planta de 1MCi es el orden del 25% al 30%. (*Aranguren, 2009*).

3.3.9. Dosis requerida y dosis suministrada

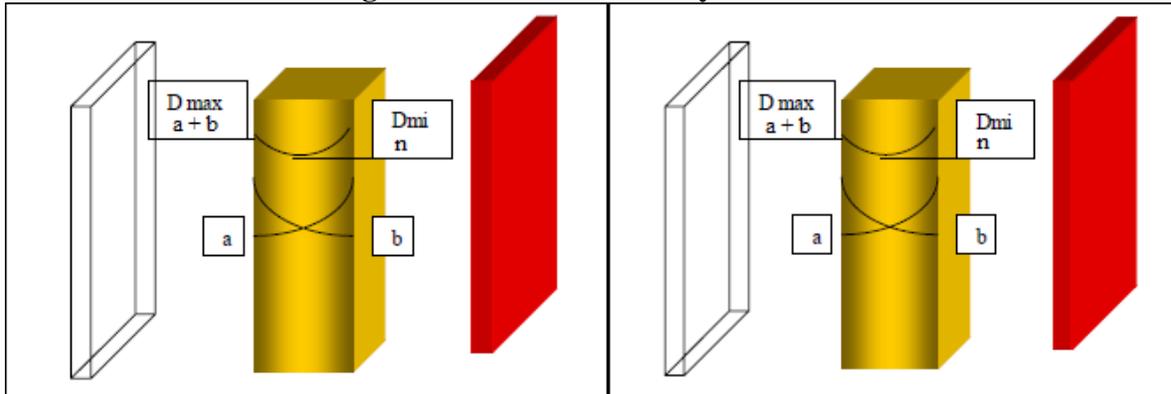
La dosis requerida para lograr un efecto buscado y conocido normalmente se fija a través de trabajos de investigación que involucran la determinación de la relación dosis-efecto ligada directamente a la relación producto-efecto, por ejemplo, esterilización o reducción de patógenos.

Estos trabajos conducen a determinar dos límites importantes: la dosis mínima requerida para lograr el efecto buscado y la dosis máxima que tolera el producto irradiado sin

modificar características de calidad que se desean conservar (aromas, sabores, colores, resistencia mecánica, etc.).

La distribución de dosis en profundidad sobre un producto al ser irradiados por ambas caras tiene el aspecto que se muestra en las figuras siguientes.

Fig. 3.3.9.1 Dosis máximas y mínimas



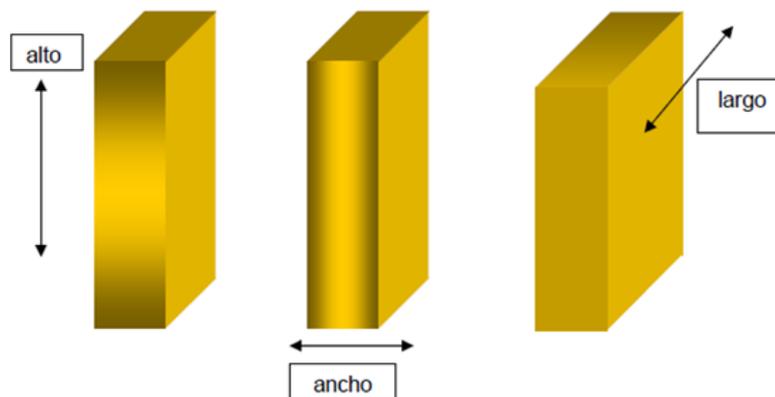
Fuente: Aranguren, D. J. (2009). Plantas de Irradiación. Argentina

Durante el proceso de irradiación, la radiación interactúa con el producto de diversas formas, conocidas como efecto Compton, efecto fotoeléctrico y efecto de pares, los que generan, además, subsecuentes ionizaciones e interacciones secundarias depositando la energía en la materia irradiada.

Este proceso de transferencia de energía decrece en su intensidad a medida que aumenta el espesor del material aparejando también un decrecimiento de la dosis con la profundidad de penetración.

La forma de las curvas a y b muestran el decrecimiento de la dosis absorbida dependiendo de la composición del material irradiado, de su densidad, de la energía, de la relación incidente y de la distancia entre la fuente y el producto, esta distribución de dosis en el producto debe imaginarse en las tres dimensiones de las cajas.

Fig. 3.3.9.2 Distribución de la dosis



Fuente: Aranguren, D. J. (2009). Plantas de Irradiación. Argentina

La homogeneidad en la distribución de las dosis, es decir, tratar de hacer mínima la relación entre Dosis máxima / Dosis mínima (D_{max} / D_{min}) puede mejorarse mediante diversos caminos, pero esto está en función del tipo de alimento que se irradie. (Ver Anexo A.1. pág. 58)

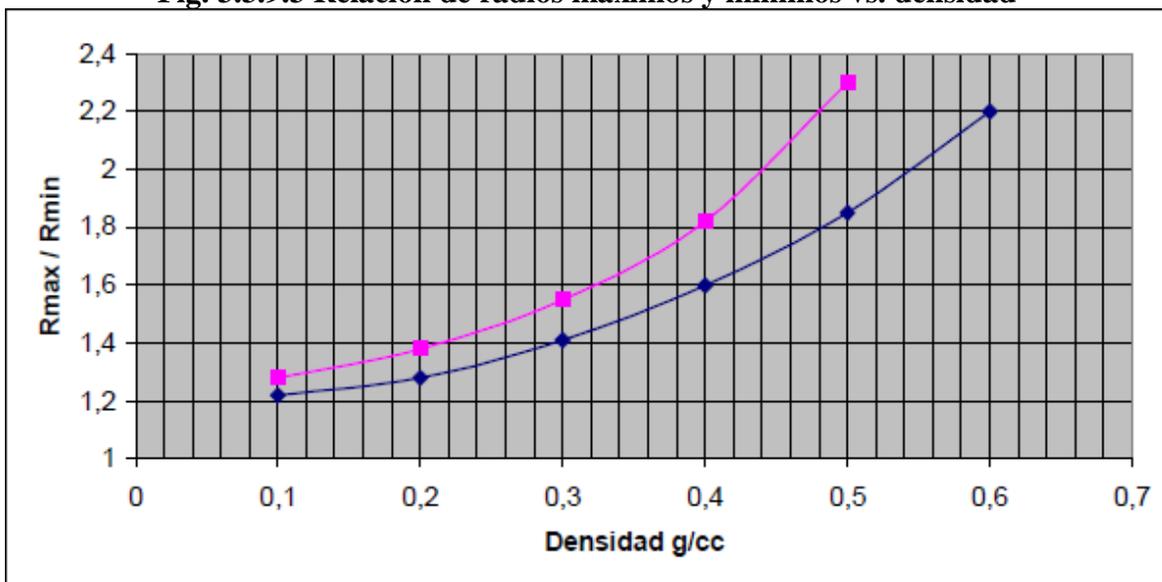
En el sentido del alto, moviendo al producto verticalmente o bien haciendo que el tamaño del irradiador exceda los límites del producto (“*overlap*” de fuente sobre producto). En el sentido del largo, no presenta mayores dificultades siempre que el producto recorra toda la longitud del irradiador en ambos sentidos. En el sentido del espesor de la caja, bastara con irradiarla por ambas caras en todas las posiciones durante el mismo tiempo.

Estos movimientos se logran diseñando un sistema de transporte de productos con movimientos y posiciones precisas, en las tres direcciones y en ambas caras del irradiador.

De lo dicho se desprende que tanto el sistema de transporte, como la geometría entre la fuente y el producto son factores determinantes de la relación de dosis Radio máximo / Radio mínimo (R_{max} / R_{min}) y por ende de la eficiencia del irradiador.

Por otra parte, la relación de dosis se incrementa con la densidad del producto y con las dimensiones de las cajas como se muestra en el siguiente grafico.

Fig. 3.3.9.3 Relación de radios máximos y mínimos vs. densidad



Fuente: Aranguren, D. J. (2009). Plantas de Irradiación. Argentina

Se muestra como aumenta la relación de dosis en función de la densidad del producto para el caso de dos diseños de irradiadores comerciales diferentes.

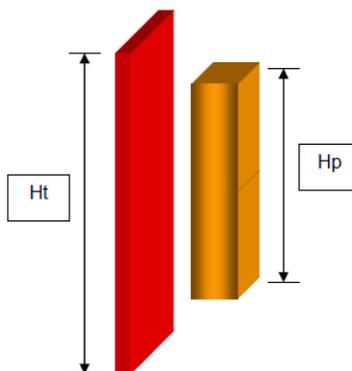
En la práctica, relaciones de dosis próximas a 1 pueden obtenerse cuando se trata de trabajos de investigación, para espesores de muestra delgados y cuando se trata de conocer los efectos de la dosis sobre un producto dado. Esto se logra con muestra de tamaños pequeños.

Para plantas comerciales esto no es posible por razones económicas, por lo que los tamaños típicos de contenedores de producto se encuentran en el rango de 0.1 m^3 a 0.5 m^3 .

3.3.10. Fuente sobre producto

En este caso la fuente excede el tamaño del producto con lo cual no es necesario el intercambio de cajas para lograr una mejor distribución de dosis, pudiéndose alcanzar la dosis solicitada con una sola pasada por ambos lados del irradiador. Normalmente esta geometría se acompaña con dos o cuatro filas de carros portadores de producto a cada lado del rack.

Fig. 3.3.10.1 Fuente sobre producto



Fuente: Aranguren, D. J. (2009). Plantas de Irradiación. Argentina

Si bien existen plantas basadas en este arreglo, desde el punto de vista de la eficiencia en el aprovechamiento de energía, resultan de menor rendimiento por desaprovecharse una parte de las radiaciones provenientes de los extremos del portafuentes.

3.4. Sección Financiera

3.4.1. Inversión inicial

Se refiere al costo total del proyecto, el cual se compone básicamente de los activos fijos, activos diferidos y del capital de trabajo.

Los activos fijos lo componen todos los bienes de la empresa que incluyen terreno, maquinaria, equipos, computadoras, etc. Estos activos se deprecian según su vida útil. *(CEFE-Internacional, 1998).*

Los activos diferidos lo componen los bienes de la empresa necesarios para su funcionamiento, estos pueden ser comerciales, contratos de servicios (luz, teléfono, servicios notarios, etc.). *(Urbina, 2000).*

El capital de trabajo o fijo es la inversión adicional necesario para que la planta inicie producción. Por lo general esta inversión se considera al primer año de operación de la planta y su recuperación es a corto plazo. *(CEFE-Internacional, 1998).*

3.4.2. Costos de Capital

Los costos de capital para un típico centro de irradiación de alimentos consisten en el costo de accesorios (irradiador, acarreadores de cajas, cintas transportadoras, sistemas de control y equipo auxiliar), cobalto-60 o la unidad del acelerador, el terreno, escudo de protección y almacén. (*Molins, 2003*).

3.4.3. Costos de Operación

Los costos de operación incluyen salarios, utilidades, impuestos y seguros, intereses, reposición de la fuente del irradiador, y gastos diversos de operación. El número de trabajadores varía con la selección del equipo y la producción. El costo de electricidad utilizado para la operación de un centro de irradiación basado en un acelerador se considera un costo de operación. De un modo similar, en el centro de irradiación gamma, la reposición de cobalto-60 debido al decaimiento es considerada como un costo de operación y se calcula como un 12.3% por año. (*Molins, 2003*).

3.4.4. Costos Totales de Procesado

El costo total de procesado representa el costo en dinero, más el costo anual de operación, más la depreciación del capital. Los costos de depreciación se calculan basados en una amortización del equipo en 10 años, amortización del cobalto-60 en 15 años y amortización de los edificios en 25 años. El costo en dinero se calcula como un 10% del capital total. Representa tanto el costo de préstamo como de las pérdidas de ganancias de intereses del capital. (*Molins, 2003*).

3.4.5. Costos de Procesado Unitario

Los costos de procesado unitario equivalen al costo total de procesado anual divididos por la producción anual. Los requerimientos de la fuente de cobalto se calculan utilizando una fórmula que tiene en consideración la dosis requerida, la producción, y la eficiencia de utilización de cobalto. De modo similar, en un centro de haz de electrones o rayos X, los costos de servicios públicos (energía eléctrica, agua, etc.) se calculan basados en la potencia disponible del haz electrónico, la dosis de radiación requerida, la producción, eficiencia de utilización del haz y eficiencia de conversión de rayos X. (*Molins, 2003*).

3.4.6. Estado de resultado

El estado de resultado demuestra las fuentes de entradas y salidas del efectivo en la empresa durante un año de operación. Es la base para calcular los flujos netos de efectivo (FNE) con los cuales se realiza la evaluación económica, los cuales resultan al operar aritméticamente los ingresos y egresos de la empresa. (*CEFE-Internacional, 1998*).

3.4.7. Factibilidad del proyecto

Para determinar la factibilidad del proyecto es necesario efectuar una evaluación del mismo bajo ciertos indicadores económicos comúnmente utilizados, estos son, valor presente neto (VPN), análisis de beneficio costo (B/C), la tasa interna de rendimiento (TIR) y el punto de liquidez. (*Urbina, 2000*).

Se le conoce como valor presente porque es un método de evaluación que toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, es decir, que todos los flujos de efectivo proyectados son trasladados al año presente de la evaluación mediante una tasa de descuento.

El VPN es el valor monetario que resulta al restar los flujos descontado de cada año, a la inversión inicial. Si el VPN es mayor que cero indica que las ganancias del proyecto son mayores que los desembolsos, lo que equivale a decir que es rentable. (*Urbina, 2000*).

La TIR es un método que se basa en una tasa de rendimiento mínimo o llamada tasa de descuento, que hace que el VPN sea igual a cero. Este método supone que el dinero que se gana en cada año se reinvierta en su totalidad en el proyecto. (*Urbina, 2000*).

El costo-beneficio es una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados, tanto por eficiencia técnica como por motivación, es un planteamiento formal para tomar decisiones que cotidianamente se nos presentan.

El análisis de liquidez permite estimar la capacidad de la empresa para atender sus obligaciones en el corto plazo. Los pasivos, deberán cubrirse con los activos corrientes, pues su naturaleza los hace potencialmente líquidos en el corto plazo. Por esta razón, fundamentalmente el análisis de liquidez se basa en los activos y pasivos circulantes, pues se busca identificar la facilidad o dificultad de una empresa para pagar sus pasivos corrientes con el producto de convertir a efectivo sus activos, también corrientes.

3.4.8. Punto de equilibrio

Se hace referencia a tres puntos de equilibrio (PDE) (*CEFE-Internacional, 1998*), que son:

- a) PDE en función de las ventas
- b) PDE en función del volumen de producción
- c) PDE en forma porcentual

PDE en función de las ventas

Este punto de equilibrio indica el importe del valor de ventas el cual no representa ni ganancia ni pérdida para la empresa.

PDE en función del volumen de producción

Este indica el nivel de producción (cantidad irradiada) que no representa ni ganancia ni pérdida a la empresa. La producción por encima de este nivel resultara en ganancia y por debajo de este punto es pérdida.

PDE en forma porcentual

Esta forma de expresar el punto de equilibrio indica el porcentaje de ventas o producción en el cual la empresa no incurre en pérdidas ni en ganancias.

3.5. Efectos ambientales

El proceso de evaluación se realiza para discernir entre todos los aspectos ambientales identificados, cuáles de ellos son significativos y requieren establecer objetivos, metas y un programa para lograr mejoras permanentes en el Sistema de Gestión Ambiental (SGA), controles operacionales y planes de emergencias.

Para realizar la evaluación se aplica una Matriz que permite relacionar la probabilidad que se presente cada aspecto ambiental específico y la severidad potencial que tendría el efecto. Para la identificación de aspectos ambientales significativos, en cada proceso, se tendrá en cuenta las etapas de Identificación y de Evaluación.

Identificación de los aspectos ambientales.

Identificación de los aspectos ambientales asociados a cada una de sus actividades, teniendo presentes que el aspecto ambiental que no es identificado no se puede controlar.

Metodología para la Identificación del Aspecto Ambiental.

- ✓ Identificación de áreas en los planos de la Planta.
- ✓ Identificación de las actividades realizadas en cada área definida y elaboración de sus respectivos diagramas de bloque con sus entradas y salidas.
- ✓ Preparar un listado de los aspectos ambientales identificados por el área de la Planta para su posterior evaluación.

La planta constara de un acelerador de Rayos X, conocido como Dynamitron, este será la fuente de irradiación. En plantas de este tipo de irradiación, no existen impactos ambientales de gran magnitud, pero sí podrían crearse impactos ambientales significativos, si no se da un uso eficiente del equipo.

Las plantas de Rayos X no contienen isotopos radioactivos, por ende los requerimientos de seguridad son diferentes a las plantas de irradiación gamma, tales como Co^{60} y Cs^{137} , y aún en estas plantas no existen impactos ambientales de grandes magnitudes, ya que los sistemas de control son muy seguros, los blindajes son resistentes y los isotopos son estables.

IV.- METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1. Aspectos de mercado

4.1.1. Segmento de mercado

Antes de definir el segmento, se investigó las cantidades de alimentos perecederos que exporta Nicaragua y también se investigó los países a los cuales se les exporta dichos productos, ya que no en todos los países es aprobado el uso de radiación en los alimentos.

Posteriormente, se indagó en los Informes Ejecutivos de Comercio Exterior del Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC) para tener una idea del tamaño del mercado extranjero compuesto por los países que tienen aprobado el uso de radiación en los alimentos.

4.1.2. Demanda actual

La demanda actual de alimentos irradiados en el mercado internacional, se determinó mediante la investigación de los países que utilizan y permiten el consumo de alimentos irradiados.

El dato de consumo promedio de alimentos irradiados en los países del extranjero, fueron extraídos de un estudio similar al presente, el cual se enfoca en el mismo mercado meta. *(CNEA, 2004)*

La cuantificación de los consumidores potenciales de los alimentos perecederos, que son los países a los cuales Nicaragua les exporta dichos alimentos, se aproximó mediante los informes ejecutivos de comercio exterior realizados por el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC), siendo necesario inferir estadísticamente para proyectar los datos al año 2016, ya que en dichos registros reflejan solamente el año 2011.

La participación en el mercado que indica el alcance que se puede obtener con el nuevo producto, se determinó teóricamente con la información que se adquirió de otras plantas procesadoras de alimentos irradiados.³

4.1.3. Proyección de la demanda

De la información existente sobre las cantidades de exportación de alimentos perecederos a otros países, se obtuvo el crecimiento anual de dichas exportaciones, de igual forma se asumió este crecimiento para proyectarlo al año 2016, ya que según el informe el comportamiento de incremento es constante.

4.1.7. Análisis de precios

Se realizó un Análisis de Precio Unitario, reconociendo el precio de venta de los alimentos perecederos de exportación sin irradiar (US\$/ton.), y tomando en consideración los costos directos e indirectos que influyen en la aplicación del método de irradiación a los alimentos perecederos.

³Centro Nacional de Energía Atómica – Argentina (CNEA)

4.2. Aspectos técnicos

4.2.1. Tamaño de la Planta

El área de proceso requerida se determinó considerando el volumen de producción necesario para suplir la demanda proyectada del año 2016, la cual es de 108,567.41 ton/año de frutas frescas, legumbres y hortalizas. Con base en fuentes secundarias se consideró un 20% de sobre diseño en cuanto al dimensionamiento de los equipos de proceso.

Las demás áreas de la empresa se determinaron considerando las necesidades operativas que permitan el funcionamiento efectivo de la misma.

4.2.2. Programa de producción

Se estableció un programa de producción en total correspondencia al decreto definido en el Código del Trabajo Nicaragüense, en donde se reflejan los días al año operables, duración del turno de trabajo y las necesidades operativas dentro de la planta.

4.2.3. Macrolocalización de la planta

La macrolocalización de la planta se efectuó bajo una evaluación, por el método cualitativo por puntos, de cada alternativa departamental que se tiene, considerando factores que intervienen tales como: disponibilidad y cercanía de materia prima, disponibilidad de suministros básicos.

La evaluación se realizó dando valores ponderados del 1 al 10 a cada factor, de acuerdo al nivel de importancia, siendo 10 el valor ponderado de mayor rigor en la asignación.

Posteriormente se calificaron los mismos factores para cada departamento, utilizando valores del 1 al 10 para afirmar cada uno de ellos, para la evaluación se procedió a multiplicar dichos valores con los coeficientes ponderados, siendo la máxima calificación de 100 puntos que significa la total disponibilidad del recurso evaluado.

4.2.4. Microlocalización de la planta

La microlocalización de la planta se efectuó bajo una evaluación cualitativa de cada alternativa de ubicación que se tiene, considerando factores que intervienen tales como: costos del terreno, disponibilidad de agua y luz, acceso a vías de comunicación y mano de obra.

La evaluación se realizó dando valores del 1 al 10 a cada factor, de acuerdo al nivel de importancia, siendo 10 el coeficiente de mayor rigor en la asignación.

Posteriormente se calificaron los factores utilizando valores del 1 al 100 para afirmar cada uno de ellos, siendo la máxima calificación de 100 puntos que significa la total disponibilidad del recurso evaluado.

4.2.5. Criterio de selección de un irradiador

Para lograr una operación eficiente de una planta de irradiación, un requerimiento crítico resulta ser el pleno conocimiento de los siguientes puntos:

- ✓ Tipo de producto a ser irradiado (densidad, tamaño, homogeneidad)
- ✓ Estacionalidad de producto (si se trata de alimentos)
- ✓ Volumen o masa anual a procesar
- ✓ Dosis y uniformidad de dosis requerida
- ✓ Si se trata de un servicio de irradiación o es parte de un proceso de manufactura
- ✓ Si está orientada a tratar un solo producto o se trata de una instalación multipropósito

Existen diversos métodos para aproximarse a un diseño de irradiador; como idea general se busca determinar la dosis recibida por el producto en su pasaje por el entorno de las fuentes.

Esta determinación puede facilitarse asumiendo las siguientes hipótesis:

- ✓ El punto donde el producto recibe la dosis máxima se encuentra siempre en el centro de las cajas, paralelas al irradiador
- ✓ El punto donde el producto recibe la dosis mínima se encuentra siempre en alguna parte del plano medio de las cajas (por comodidad se toma el centro de las cajas)
- ✓ La distribución de actividades en el irradiador es homogénea
- ✓ El campo de radiación es siempre simétrico respecto a los ejes del irradiador
- ✓ La distancia entre cajas es despreciable
- ✓ El tiempo de pasaje de una posición a otra del producto es despreciable
- ✓ El producto es homogéneo e isótropo
- ✓ Es aplicable el principio de superposición de los efectos

4.2.6. Proceso productivo

La tecnificación del proceso que se define en este estudio, se realizó a través de fuentes extranjeras, con la visión de obtener al final del proceso un producto con una vida útil más larga, sin utilizar ningún preservante químico.

Se describió cada una de las etapas del proceso productivo especificando en algunas de ellas las condiciones de operación requeridas. Con dicha descripción se identificaron las necesidades de equipos y accesorios técnicos, así como el personal requerido para llevar a cabo la utilización de dicho método.

4.2.7. Organización de la planta

De acuerdo a las diferentes áreas de la empresa, se definió una estructura organizativa jerarquizada en forma vertical, a fin de mostrar los diferentes puestos de la empresa y determinar las necesidades totales de personal.

4.2.8. Requerimiento de recurso humano

Las funciones que se esperan ejercer en la empresa permitieron identificar las necesidades de personal por cada área y en función de la máxima productividad de la planta se definió la cantidad de operaciones requerida.

4.2.11. Requerimiento de equipos

Las necesidades de los equipos de proceso se definieron en función del proceso a utilizarse, teniendo muy en cuenta el volumen máximo de producción y la tecnología a utilizar.

Tabla 4.2.11.1 Equipos de proceso

Equipo	Cant.	Proveedor
Carretilla Pesadora PCE-PTS 1	2	AGROMACHINE, S.A.
Equipo Montacargas	2	NIMAC - Nicaragua Machinery Co.
Accelerator and x-ray target	1	IBA - Industrial
Conveyor and process control system	1	IBA - Industrial
Radiation shield and ancillary equipment	1	IBA - Industrial

4.2.12. Distribución de la planta

La distribución de las diferentes áreas de la empresa se efectuó, procurando minimizar los tiempos de recorrido entre cada área y propiciando condiciones de trabajo e higiene.

Se determino el tamaño de cada área de la planta, entre ellas:

- ✓ Bodega de Insumos
- ✓ Bodega de Recepción de Productos y Bodega de Productos Terminados.
- ✓ Área de Tratamiento
- ✓ Sala de Controles
- ✓ Control de Calidad
- ✓ Área de Empacado
- ✓ Área de Mantenimiento
- ✓ Oficinas Administrativas
- ✓ Sanitarios
- ✓ Vigilancia
- ✓ Áreas Verdes

4.2.13. Planificación y programación de actividades del proyecto

Se identificaron cada una de las actividades que deben ser desarrolladas para poner en marcha la planta y se analizo mediante el método de la ruta crítica, el tiempo de inicio y fin propuesto para cada actividad, dando a conocer los día de holguras que se disponen para el cumplimiento de algunas actividades.

4.3. Aspectos financieros

Se realizo un análisis económico de todas las condiciones de operación que previamente se definieron en los aspectos técnicos; se determino la inversión inicial requerida, los costos totales de operación, se analizaron diferentes formas de financiamiento de la inversión para optar por uno de ellos y se determino el punto equilibrio de la empresa.

4.3.1. Inversión inicial

El cálculo de la inversión inicial se efectuó mediante cotizaciones realizadas en el mercado local e internacional de los activos fijos y diferidos de la empresa, entre ellos están: los equipos y accesorios de producción, mobiliario de la empresa, equipos de laboratorio, terreno y al mismo tiempo el costo de las obras civiles.

Los activos diferidos que incluyen la planeación, ingeniería, supervisión y administración del proyecto se determino considerando un porcentaje teórico sobre el costo de los activos fijos.

Para efectuar el costo del capital del trabajo requerido para el primer año de operación, se considero el costo de un mes de existencia de insumos, el costo de los productos terminados en un día de trabajo y un mes de costos operativos.

El costo de la inversión se totalizo con la suma de los activos fijos y diferidos requeridos y el costo de capital de trabajo.

4.3.2. Costos de Operación

Este costo se derivó de la suma de los costos de utilidades, impuestos y seguros, intereses y gastos diversos de operaciones incurridos para el último año de evaluación del proyecto, además del costo de electricidad utilizado por el acelerador de Rayos X.

El costo total de procesado representa el costo en dinero, más el costo anual de operación, más la depreciación del capital, cuya depreciación es una amortización del equipo en 10 años, y amortización del edificio en 25 años. El costo en dinero se calcula como un 10% del capital total.

Los costos de procesado unitario equivalen al costo total de procesado anual divididos por la producción anual. En un centro de haz de electrones, los costos de servicios públicos (energía eléctrica, agua, etc.) se calculan basados en la potencia disponible del haz electrónico, la dosis de radiación requerida, la producción, eficiencia de utilización del haz.

Los costos administrativos involucran el salario del personal que labora en el área administrativa, el cual se definió en función del nivel académico del mismo.

Una vez obtenidos todos los costos involucrados en la instalación y operación de la planta, se determino la rentabilidad económica del proyecto, realizando los estados de resultado para cada alternativa planteada, con la finalidad de mostrar los ingresos y egresos de efectivo percibidos por la empresa para cada año y alternativa de financiamiento planteada. Dichos resultados dieron la pauta para calcular los flujos netos de efectivo (FNE) con los cuales se realizo la evaluación económica.

La evaluación económica se llevo a cabo bajo criterios específicos tales como VPN (valor presente neto), TIR (tasa interna de rendimiento), B/C (beneficios a costo) y punto de liquidez.

El cálculo del VPN se efectuó trasladando al presente los flujos netos de efectivos y restándolos de la inversión total requerida. La ecuación requerida es la siguiente (Urbina, 2000):

Ec. 4.3.2.1 Cálculo del VPN

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5}$$

Donde P indica la inversión inicial requerida, FNE indica los flujos netos de efectivos para cada año, i es el interés esperado por el inversionista o por la entidad bancaria y VS es el valor de salvamento que indica el costo de algunos activos que poseen después de ser depreciados. Si el resultado de VPN es positivo, significa que los ingresos percibidos por la empresa son mayores que el total de erogaciones requeridas y por ende la alternativa evaluada es rentable.

La TIR es el otro método de evaluación el cual se efectúa buscando por métodos iterativos un valor de “i” que iguale el costo total de la inversión con los flujos netos de efectivos, si dicho interés resulta ser mayor que el esperado por los financieros, entonces la alternativa evaluada es rentable.

Ec. 4.3.2.2 Cálculo de la TIR

$$TIR = \sum_{t=0}^{t=n} (It - Et) \frac{1}{(1+i)^n} = 0$$

La razón de beneficios a costos dice que debe hacerse la inversión solo si la razón de beneficios a costos es mayor que la unidad; o sea, solo si los beneficios son mayores que los costos. Por tanto es una regla correcta para decidir si vale o no la pena hacer una inversión.

Ec. 4.3.2.3 Cálculo de la relación beneficio / costo

$$RB/C = \frac{\text{Ingresos Brutos}}{\text{Inversión} + \text{Egresos}}$$

El punto de liquidez mide la capacidad de pago que tiene la empresa para hacer frente a sus deudas de corto plazo. Es decir, el dinero en efectivo de que dispone, para cancelar las deudas. Expresan no solamente el manejo de las finanzas totales de la empresa, sino la habilidad gerencial para convertir en efectivo determinados activos y pasivos corrientes. Facilitan examinar la situación financiera de la compañía frente a otras, en este caso los ratios se limitan al análisis del activo y pasivo corriente.

Ec. 4.3.2.4 Cálculo del punto de liquidez

$$\text{Punto de Liquidez} = \frac{\text{Activo Corriente}}{\text{Pasivo Corriente}}$$

4.3.3. Punto de equilibrio

Para determinar el punto de equilibrio gráficamente, primeramente se definió la línea de costos, que parte del valor de los costos fijos cuando la producción es cero, hasta alcanzar los costos totales (la suma de los costos fijos y variables) cuando las producciones son máximas.

Ec. 4.3.3.1 Cálculo del Punto de Equilibrio

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Costos Totales}} = 1$$

Posteriormente se delimita la línea de los ingresos, partiendo de cero ingresos cuando la producción es cero, hasta alcanzar los máximos ingresos por ventas cuando la productividad es la máxima proyectada.

El punto donde se cortan la línea de costos que primeramente se delimito y la línea de los ingresos, indica el punto de equilibrio de la empresa (en función del volumen de producción), significando que esta no ha incurrido en pérdidas ni ganancias.

4.4. Efectos ambientales

Con base en el enfoque que últimamente se ha percibido sobre la contaminación ambiental generada por desechos, es que se miden cualitativamente los efectos que trae consigo la puesta en marcha de la planta, identificando en qué puntos del proceso de irradiación de los alimentos se generan desechos y con base en fuentes extranjeras y nacionales se propuso una Matriz de Evaluación de Aspectos Ambientales.

4.4.1. Matriz de Evaluación de Aspectos Ambientales Significativos.

Una vez identificados los Aspectos Ambientales, se debe llenar la Matriz de Evaluación de Aspectos Ambientales, considerando los siguientes criterios (*SEA, 2009*):

Tabla. 4.4.1.1 Criterios para la matriz de evaluación de aspectos ambientales significativos

	DESCRIPCIÓN
Aspectos Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Generación de Residuos. ✓ Altas y Bajas de Energía Eléctrica. ✓ Vertimientos. ✓ Emisiones. ✓ Mal funcionamiento de Equipos.
Impacto Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contaminación del Aire. ✓ Contaminación del Suelo. ✓ Contaminación de Mantos Acuíferos ✓ Daño a la comunidad. ✓ Daño al Personal. ✓ Daño a la Infraestructura. ✓ Ruidos.

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Emisiones de Olores. ✓ Daño a la Flora o Fauna. ✓ Daño a los Alimentos Tratados.
Tiempo de Ocurrencia	<p>Pasado: Actividades efectuadas anteriormente y que pueden o tienen consecuencias ambientales actuales.</p> <p>Presente: Impactos ocasionados por actividades, productos y servicios actualmente realizadas por la organización.</p> <p>Futuro: Impactos Ambientales derivados de futuras actividades, productos y servicios de la organización.</p>
Responsabilidad	<p>Directa: Actividad, producto o servicio que es directamente controlado por la empresa.</p> <p>Indirecta: Actividad, producto o servicio que solo puede ser influenciada o recomendada por la empresa.</p>
Tipo de Impacto	<p>Benéfico: Mejora la condición del medio ambiente.</p> <p>Adverso: Daña al medio ambiente.</p>
Amplitud Geográfica	<p>Puntual: Afecta solamente a la Planta o área de estudio sin alterar a los vecinos.</p> <p>Local: Afecta a la Planta y a los sectores aledaños.</p> <p>Regional: Afecta a toda la Región donde está situada la Planta.</p>
Situación Operacional	<p>Normal: Actividades propias del proceso, que ha sido planificadas y son frecuentes.</p> <p>Anormal: Situación que ha sido prevista y que es una desviación típica del proceso.</p> <p>Emergencias: Situación que exige la interrupción inmediata de las actividades de los procesos.</p>

Criterios utilizados en la evaluación del riesgo asociado a un aspecto ambiental identificado (SEA, 2009):

Criterio	Descripción	Valor
Probabilidad (P)	Frecuente: Existen antecedentes que un caso similar ocurrió a lo menos una vez en el último mes en la empresa.	9
	Moderado: Existen antecedentes que un caso similar ocurrió a lo menos una vez en los últimos 6 meses en la empresa.	7

	Ocasional: Existen antecedentes que un caso similar ocurrió a lo menos una vez en el último año en la empresa.	5
	Remoto: Existen antecedentes que un caso similar ocurrió a lo menos una vez desde la operación de las instalaciones como empresa.	3
	Improbable: No se tienen antecedentes de que un caso similar haya ocurrido en otras empresas sanitarias del país.	1
Severidad (S)	<p>Muy Grave</p> <p><u>Cumplimiento de la legislación:</u> No cumplir con la legislación ambiental vigente y/o no cumplir con la Política Ambiental de empresa.</p> <p><u>Magnitud del efecto:</u> Puede causar daño a la salud de las personas y/o puede causar la muerte de flora o fauna.</p> <p><u>Escala del efecto:</u> El daño es muy importante o tiene un efecto regional.</p> <p><u>Reversibilidad del efecto:</u> No es reversible.</p>	7
	<p>Grave</p> <p><u>Cumplimiento de la legislación:</u> Existe legislación aplicable, pero no hay evidencia de su cumplimiento.</p> <p><u>Magnitud del efecto:</u> No hay daño a la salud de las personas, pero puede causar daño en los demás medios receptores.</p> <p><u>Escala del efecto:</u> El daño es importante o tiene un efecto local.</p> <p><u>Reversibilidad del Impacto:</u> Tiene una reversibilidad después de 3 años.</p>	5



	<p>Media</p> <p><u>Cumplimiento de la legislación:</u> Existe legislación aplicable y se cumple.</p> <p><u>Magnitud del efecto:</u> Se ocasiona sólo molestia al personal de empresa y/o comunidad, puede haber daño menor a los demás medios receptores.</p> <p><u>Escala del efecto:</u> El daño tiene una importancia media o tiene un efecto sólo sobre los vecinos inmediatos.</p> <p><u>Reversibilidad del Impacto:</u> Es reversible entre 1 y 3 años.</p>	<p>3</p>
	<p>Insignificante</p> <p><u>Cumplimiento de la legislación:</u> No existe legislación aplicable.</p> <p><u>Magnitud del efecto:</u> El efecto no es perceptible por las personas, ni causa daños a los otros medios receptores.</p> <p><u>Escala del efecto:</u> El daño es insignificante y/o tiene un efecto sólo al interior de las instalaciones de empresa.</p> <p><u>Reversibilidad del Impacto:</u> El daño es reversible en forma inmediata cuando se suspende la actividad.</p>	<p>1</p>

Índice Evaluación de Riesgo	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 15%;">Muy Grave (7)</th> <th style="width: 15%;">Grave (5)</th> <th style="width: 15%;">Media (3)</th> <th style="width: 15%;">Insignificante (1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Frecuente (9)</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">D</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Moderado (7)</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">E</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ocasional (5)</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">F</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Remoto (3)</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">G</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Improbable (1)</td> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">G</td> <td style="text-align: center;">H</td> </tr> </tbody> </table>		Muy Grave (7)	Grave (5)	Media (3)	Insignificante (1)	Frecuente (9)	A	B	C	D	Moderado (7)	B	C	D	E	Ocasional (5)	C	D	E	F	Remoto (3)	D	E	F	G	Improbable (1)	E	F	G	H	
		Muy Grave (7)	Grave (5)	Media (3)	Insignificante (1)																											
	Frecuente (9)	A	B	C	D																											
	Moderado (7)	B	C	D	E																											
	Ocasional (5)	C	D	E	F																											
	Remoto (3)	D	E	F	G																											
Improbable (1)	E	F	G	H																												
	<p>Donde:</p> <p>A: Crítico, se deben implementar medidas inmediatas para reducir el riesgo</p> <p>B: Muy Alto, se deben realizar controles u otras medidas periódicas para disminuir el riesgo</p> <p>C: Alto, es recomendable implementar medidas de protección adicionales</p> <p>D: Medio, en condiciones actuales debe evaluarse periódicamente</p> <p>E: Moderado, se requiere seguimiento para ver si se mantienen los controles</p> <p>F: Bajo, con recomendaciones</p> <p>G: Bajo, sin recomendaciones</p> <p>H: Sin Consecuencia</p>																															
Control (C)	<p>No controlado: Aspecto ambiental, con situaciones fuera de Control, sin procedimientos, y sin mantenimiento</p>	5																														
	<p>Parcialmente controlado: Aspecto ambiental controlado parcialmente, existencia de situaciones anteriores fuera de Control, sin procedimientos asociados</p>	3																														
	<p>Controlado: Aspecto ambiental controlado, sin antecedentes propios o externos, con personal entrenado, con procedimientos, y buen sistema de mantenimiento</p>	1																														
	<p>MAGNITUD DEL RIESGO AMBIENTAL: $I = (P + S + C)$</p>																															

Criterio de evaluación:

- Si, $I > 17$ el aspecto es considerado como **Aspecto Ambiental Grave (ASG)**
- Si, $I \leq 17 \geq 12$ el aspecto es considerado como **Aspecto Ambiental Medio (AAM)**
- Si, $I < 12$ el aspecto es considerado como **Aspecto Ambiental Significativo (AAS)**.

Para determinar el nivel de severidad, se evalúa si el aspecto ambiental cumple con los requisitos especificados en cada categoría. Se requiere que se **cumpla con dos requisitos** para establecer la severidad, y al cumplirse sólo uno de ellos, la severidad corresponderá a la categoría inmediatamente inferior.

V.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5.1. Aspectos de mercado

5.1.1. Segmento de mercado

A través de la investigación que se ha realizado, se ha determinado que el método de irradiación es apropiado para aplicarse a los productos perecederos del país y así aumentar su nivel de competencia en el mercado internacional, ya que a la mayoría de los países que Nicaragua exporta dichos alimentos, aceptan el uso de irradiación para la conservación de los mismos. Para determinar el segmento de mercado se utilizaron los datos del Centro de Trámites de las Exportaciones (CETREX) como referencia.

Según los datos del CETREX en el año 2011, las exportaciones de frutas frescas alcanzan las 177,574.32 toneladas anuales, y las de legumbres y hortalizas alcanzan las 77,728.86 toneladas anuales.

En vista de lo anterior y debido a que aumente la competitividad de los productos perecederos en el exterior, es que se ha decidido dirigir este método principalmente hacia este sector, tomando el 45% para frutas frescas, y el 35% para Legumbres y Hortalizas.

5.1.2. Demanda actual

La demanda actual está en función directa de la necesidad real de los alimentos perecederos (Frutas Frescas, Legumbres y Hortalizas) que existe en el segmento del mercado específico, distribuidos en los 14 países a los cuales se les exportan los productos y permiten el uso de radiación en los alimentos.

Por tanto la demanda actual (DA) de dichos alimentos queda determinada de la siguiente manera:

Ec. 5.1.2.1 Cálculo de la demanda actual

DA = 45 % de Exportaciones de Frutas Frescas + 35 % de Exportaciones de Legumbres y Hortalizas.

$$DA = 79,908.44 + 27,205.10 = 107,113.54 \text{ ton/año.}$$

Tabla 5.1.2.1 Países que permiten alimentos irradiados y que Nicaragua les exporta alimentos perecederos.

PAÍSES	PARTICIPACIÓN	CANTIDAD (ton/año)
Estados Unidos	30.66%	4,218.43
Costa Rica	4.72%	649.41
Honduras	3.34%	459.54
México	2.79%	383.87
España	2.11%	290.31
China Taiwán	1.58%	217.39
Francia	1.52%	209.13

Reino Unido	1.33%	182.99
Alemania	1.20%	165.10
Bélgica	1.19%	163.73
Federación Rusa	1.17%	160.98
Italia	1.04%	143.09
Finlandia	1.03%	141.72
China RP	0.45%	61.91

Fuente: Boletín de comercio exterior del MIFIC (2011)

5.1.3. Proyección de la demanda actual

Para efectuar las proyecciones de la demanda actual, se emplea el índice de crecimiento anual del segmento de mercado. Según los datos de CETREX y MIFIC, la media de crecimiento anual de exportaciones de frutas frescas, legumbres y hortalizas es de 0.27%.

Ec. 5.1.3.1. Calculo de la proyección de la demanda actual

$$Y = D.A. + 0.27\%$$

Tabla 5.1.3.1. Proyección de las exportaciones de frutas frescas, legumbres y hortalizas

AÑO	CANTIDAD EN TONELADAS
2011	107,113.54
2012	107,402.75
2013	107,692.74
2014	107,983.51
2015	108,275.07
2016	108,567.41

Fuente: Tabla de crecimiento anual de exportaciones (CETREX, 2011)

5.1.4. Análisis de precio

El análisis del precio de los servicios de este método hacia los productores del país, se realizó mediante la comparación de precios de venta de los alimentos de exportación sin irradiarse y asumiendo un porcentaje de los costos directos e indirectos del método de irradiación.⁴

Para productos que requieren bajas dosis de aplicación, como sucede con la inhibición de brotación, el retardo de maduración y el control de la infección parasitaria, los costos de procesado serán de 100 dólares por tonelada (U\$S/ton). En el caso de altas dosis el precio es de 250 dólares por tonelada (U\$S/ton.); por ejemplo, en el procesado de especias, esterilización industrial y eliminación de virus.

⁴ Ver Cálculo de los precios, en la página 87.

5.2. Aspectos técnicos

5.2.1. Tamaño de la planta

El área requerida para la instalación de la planta es de 360.58 m² tomando en cuenta el 20% de sobre diseño, en la cual se podrá suplir la demanda proyectada correspondiente al año 2016 que es de 108,567.41 toneladas de frutas frescas, legumbres y hortalizas.

5.2.2. Programa de producción

De acuerdo al Código del Trabajo Nicaragüense, la jornada de trabajo efectiva diurna no debe exceder de cuarenta y ocho horas a la semana (de Lunes a Sábado), las cuales se han distribuido por día en un solo turno de trabajo, de 8:00 a.m. a 5:00 p.m. con receso de una hora al medio día.

Se considera que se dedicara una hora al final de la jornada laboral para limpiar los equipos. Con esto se tiene un tiempo de procesamiento real de 7 horas diarias. Al año se tienen 304 días efectivos excluyendo los feriados nacionales y los días domingos. (*Ver Anexo A.2, pág.60*)

5.2.3. Macrolocalización de la planta

Para determinar la macrolocalización óptima de la planta se utilizó el Método Cualitativo Por Puntos, y se consideraron los departamentos de Managua, Masaya y Carazo.

Tabla 5.2.3.1 Criterios de selección para macrolocalización

Criterios de Selección	Coeficiente Ponderado
Cercanía Materia Prima e Insumos	10
Disponibilidad de Energía Eléctrica	9
Disponibilidad de Agua Potable	7
Disponibilidad de Mano de Obra	6
Precio de Suministros Básicos	8

Tabla 5.2.3.2 Macrolocalización de la planta

Criterios de Selección	Coeficiente Ponderado	Puntaje Managua	Puntaje Masaya	Puntaje Carazo	Subtotal (Managua)	Subtotal (Masaya)	Subtotal (Carazo)
Cercanía Materia Prima e Insumos	10	8	8	8	80	80	80
Disponibilidad de Energía Eléctrica	9	9	7	6	81	63	54
Disponibilidad de Agua Potable	7	8	7	7	56	49	49
Disponibilidad de Mano de Obra	6	8	6	5	48	36	30
Precio de Suministros Básicos	8	5	5	4	40	40	32
Total					305	268	245

Managua presenta las condiciones óptimas ya que posee los mejores accesos a mercados, tiene mayores accesos viales y de comunicación, es más fácil adquirir los suministros básicos, y posee disponibilidad de mano de obra capacitada.

5.2.4. Microlocalización de la planta

Dado que se selecciono el departamento de Managua para instalar la planta, no sería necesario evaluar otro punto fuera de tal.

La ubicación específica de la Planta Procesadora de Alimentos Irradiados, será determinada comparando los terrenos que ofrezcan los requerimientos básicos para el desarrollo del proyecto, es decir, un tamaño mínimo de 450vr², disponibilidad de suministros básicos y facilidad de acceso al mismo; y escogiendo luego el que presente las mejores condiciones. Los terrenos escogidos fueron los siguientes:

- a) Zona 1. Puente Portezuelo 75 vrs. al Norte
- b) Zona 2. Km 11.2 Carretera a Masaya
- c) Zona 3. Km 12 Carretera Vieja a León

El método cualitativo por puntos consiste en valorar las tres alternativas planteadas con los factores que se muestran a continuación, en base a su importancia relativa:

- A. Costo del terreno
- B. Cercanía de productores de alimentos perecederos
- C. Disponibilidad de agua
- D. Disponibilidad de electricidad
- E. Disponibilidad de mano de obra

Tabla 5.2.4.1. Microlocalización de la planta

Factor de localización	Coefficiente ponderado	Clasificación Zona 1.	Clasificación Zona 2.	Clasificación Zona 3.	Puntaje Zona 1.	Puntaje Zona 2.	Puntaje Zona 3.
A	8	50	90	50	400	720	400
B	10	20	100	20	200	1,000	200
C	9	90	80	80	810	720	720
D	9	100	70	70	900	630	630
E	5	80	50	50	400	250	250
Total					2,710	3,320	2,200

Los resultados de la valoración muestran que en la zona 1 y la zona 3 no son apropiadas para dicha ubicación, ya que los alimentos perecederos tardarían más tiempo en llegar a la planta, además que el costo del terreno en ambas zonas es superior al disponible en la zona 2.

Como puede observarse en la tabla anterior, la zona 2, Km 11.2 Carretera a Masaya es la más conveniente para ubicar la planta por cumplir con las condiciones necesarias para la operatividad de la misma y por incurrir en menor costo de transporte para los productores de los alimentos perecederos. (Ver Anexo A.3, pág.61)

5.2.5. Criterio de selección del irradiador

Para la selección del irradiador óptimo para el proceso, el Ing. Gord Ashfield (Vice President, Sales & Marketing, Américas de IBA-Industrial) bajo los criterios de selección, nos sugirió elegir el equipo Acelerador de Rayos X, conocido como Dynamitron, con una capacidad de 3 MeV (Mega Electrón Voltios) ya que es un equipo que favorece a la penetración de los rayos X en la superficie densa de los alimentos perecederos garantizando la asimilación óptima de la irradiación en el producto. El Dynamitron ofrece soluciones a los problemas de la Industria Gamma, tales como el suministro, transporte y eliminación de fuentes de Cobalto⁶⁰ y/o Cesio¹³⁷ y su costo es inferior al de las Industrias Gamma.

El Dynamitron es un equipo de Rayos X a base de electricidad, la cual es una fuente común de energía para la industria y es una opción segura para el futuro, ya que está ampliamente disponible y cada vez existen más energías renovables. También es una alternativa mejor y más flexible al bromuro de cobalto y de metilo para el tratamiento de alimentos. El equipo puede ser optimizado para satisfacer las necesidades específicas y los volúmenes esperados. Puede empezar poco a poco y aumentar rápidamente la capacidad del sistema cuando sea necesario.

El Dynamitron es un acelerador de electrones con un haz de partículas desarrollado por IBA Industrial. Los electrones son generados por un filamento caliente en una fuente de electrones. Un gradiente de voltaje atrae los electrones de la fuente y acelera a través de un tubo de rayo evacuado. A medida que el haz de electrones de alta tensión pasa desde el tubo de rayo a través del imán de exploración, un campo magnético oscilante barre el haz de un

lado a otro a través de la ventana de análisis. Los electrones pasan a través de la lámina metálica de la ventana de análisis e irradian los productos que pasan por debajo. El enorme número de electrones generados y el voltaje de aceleración, producen reacciones directamente rápidas sobre las moléculas dentro del producto que se irradia.⁵

5.2.6. Proceso productivo

Descripción general del proceso productivo (Ver Anexo A.4, pág.62)

La tecnología de la planta corresponde a la escala industrial, ya que esta caracterización está en función directa de las toneladas de alimentos perecederos a procesar y del capital a invertir.

A continuación se describen cada una de las etapas del proceso:

Etapas de Recepción:

Para poder aplicar el método de radiación, y brindar productos de óptima calidad, se requiere que los alimentos perecederos cumplan con las siguientes condiciones: que estén limpios, sanos, exentas de materia terrosa, parásitos, residuos químicos y tóxicos.

Los alimentos perecederos se caracterizan por el aroma, color y sabor, además de una textura firme con ligero inicio de ablandamiento.

Los alimentos perecederos llegarán a la planta en camiones abiertos, y vendrán contenidos en cajillas plásticas caladas para favorecer la ventilación de los mismos. Estas cajillas están disponibles en el mercado en una amplia variedad de tamaños y diseños (los productores velarán por cumplir con esta norma). En todo caso, es preferible utilizar cajillas de colores claros con buena ventilación para evitar el sobrecalentamiento de los alimentos perecederos.

Estas cajillas serán descargadas del camión de forma manual y apiladas en tarimas de madera, las cuales serán transportadas hacia el lugar de almacenamiento por medio de montacargas.

Para el transporte de la materia prima, se utilizará una Carretilla Pesadora PCE-PTS 1. Con la utilización de este tipo de equipo se ahorra tiempo de carga y descarga al realizar la operación de transporte.

⁵ Asesoramiento, Ing. Gord Ashfield - Vice President, Sales & Marketing, Américasde IBA-Industrial.

Fig.5.2.6.1 Carretilla Pesadora PCE-PTS 1



Etapa de Irradiación:

La irradiación de los alimentos es un medio físico de tratamiento comparable al calor y congelación. El proceso consiste en exponer los alimentos, ya sea envasado o a granel, a rayos gamma, Rayos X o electrones en una sala especial y durante un tiempo determinado. Estos tipos de radiación son también llamados radiaciones ionizantes y son aceptadas por organismos internacionales como la FAO, la OMS y el OIEA.

Es importante señalar que la exposición de los alimentos a estas fuertes radiaciones, de rayos X (energía máxima de 5 MeV) no induce radioactividad en los alimentos ni siquiera cuando se aplican dosis de radiación cinco mil veces más elevada que la dosis máxima prevista para el tratamiento de alimentos. (*FAO/OIEA/OMS, 2003*)

La máquina acelera electrones creados en un filamento y, después de conseguir una energía de 3 MeV, son dirigidos hacia cualquier producto que quiera ser tratado. Los electrones acelerados impactan sobre los electrones de los orbitales de los átomos del producto, excitando y arrancando algunos de ellos (se crean iones), de ahí el nombre de ionización.

El átomo ionizado o excitado, al perder su estabilidad por la ausencia de electrones que habitaban en sus orbitales, es muy reactivo químicamente y trata de reaccionar rápidamente con los átomos circundantes.

Este fenómeno produce dos tipos de efectos y aplicaciones:

- ✓ Físico-químicos: reticulación: es una reacción química que logra crear una unión de cadenas de polímeros por los radicales libres creados al arrancar los electrones. Esto induce cambios en las propiedades de los materiales que convenientemente aprovechados pueden conseguir mejoras en sus especificaciones.
- ✓ Biológicos: la ionización degrada químicamente el ADN de los seres vivos, al estar formado por moléculas y átomos que son modificados por el bombardeo de los electrones (rotura de uniones, creación de radicales libres, etc.), lo cual induce a fenómenos de retraso de maduración de vegetales, frutas, reducción de carga microbiana o incluso esterilización, dependiendo de la dosis.

La ionización se puede conseguir por el bombardeo de los átomos con electrones o por radiación electromagnética a través de una fuente radiactiva (cobalto).

Empaquetado y Etiquetado:

Posteriormente a la irradiación de los alimentos, se procederá a trasladar dichos alimentos para que puedan ser empacados en cajas de cartón rotuladas con el logo de Radura, el cual es un decreto emitido para los alimentos que han sido expuestos a irradiaciones, para que el consumidor sepa que está consumiendo tal producto. (FAO/OIEA/OMS, 2003).

Almacenamiento

Existirá una bodega llena de estantes clasificados, para almacenar el producto terminado, hasta que su dueño lo llegue a retirar, las cajas etiquetadas provenientes del Área de Empaquetado y Etiquetado, serán trasladadas por medio de un montacargas.

5.2.7. Buenas Prácticas de Manufactura

Tomando en consideración la teoría de Manuales de Buenas Prácticas de Manufactura, se procedió a establecer las siguientes condiciones:

Lavado de equipos

Como se menciona en el programa de producción, al final de cada jornada laboral, se dedicará un tiempo para dejar lavados los equipos para el día siguiente. Este lavado debe realizarse con agua potable a presión y utilizando cloro en bajas concentraciones.

Limpieza de bodegas

Se limpiará de manera manual ambas bodegas, tanto la recepción de los alimentos perecederos, como la bodega de almacenamiento post tratamiento. Además se limpiarán los estantes clasificados ubicados en ambas bodegas.

Limpieza de área de empaquetado

La limpieza de esta área es muy importante, ya que aquí se empacará el producto alimenticio después de haberse sometido al proceso de irradiación, las cajas nuevas deben estar en óptimas condiciones y sobre todo limpias.

Rotulado del producto

Los alimentos irradiados y aquellos que contengan componentes irradiados en una proporción que exceda el 10% del peso total y se expendan envasados deben rotularse con una leyenda que indique "*alimento tratado con energía ionizante*" o "*contiene componentes tratados con energía ionizante*" respectivamente, con caracteres de tamaño no menor del 30% de los que indican la denominación del producto. Debe utilizarse además el logotipo recomendado por el comité de etiquetado de alimentos del Codex Alimentarius, e indicarse la instalación industrial donde ha sido procesado el alimento, la fecha de tratamiento y la identificación del lote. (FAO/OIEA/OMS, 2003)

Fig.5.2.7.1. Logotipo Radura

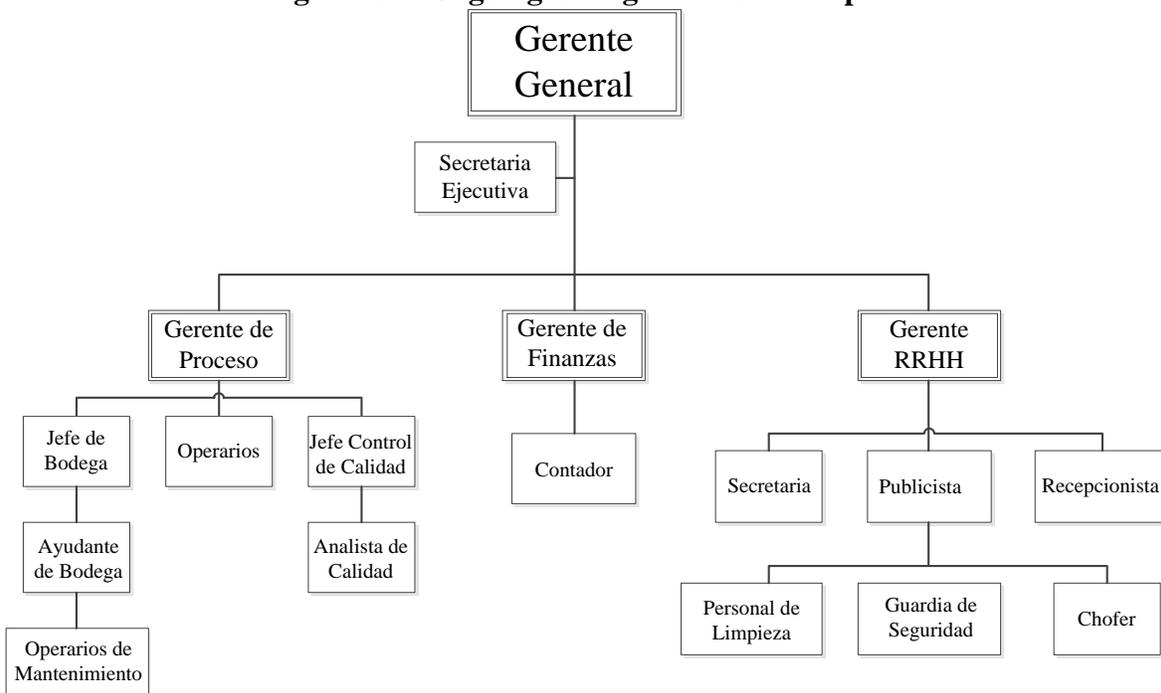


El logotipo Radura, usado para marcar aquellos alimentos que han sido tratados mediante radiaciones

5.2.8. Organización de la empresa

El siguiente organigrama está basado en las funciones de la empresa, es decir, se cuenta con una organización funcional, la cual indica donde se encuentran los ejecutivos dentro de la organización, las personas que deban encargarse de una determinada actividad, las funciones principales dentro de la empresa y muestra a cada persona quien es su jefe o responsable de área.

Fig. 5.2.8.1. Organigrama general de la empresa



5.2.9. Requerimiento de recurso humano

La cantidad y calidad del personal se determinó en base a la estructura organizativa y a las necesidades operacionales del proceso de producción.

Tabla 5.2.9.1. Requerimiento de Recursos Humanos

PERSONAL	CANTIDAD	NIVEL ACADÉMICO
Gerencia general		
Gerente general	1	Ingeniería Química o Industrial
Secretaria ejecutiva	1	Secretariado Ejecutivo
Departamento de finanzas		
Gerente de finanzas	1	Licenciatura en Banca y Finanzas
Contador	1	Contaduría Pública y Finanzas
Departamento de producción		
Gerente de proceso	1	Ingeniería Química
Operarios	4	Ingeniería Industrial o Química
Jefe de bodega	1	Ingeniería Industrial
Ayudantes de bodega	4	Bachiller
Jefe de control de calidad	1	Ingeniería Química
Analistas de calidad	2	Licenciatura en Química o Técnicos en Ingeniería de los Alimentos
Operarios de mantenimiento	2	Ingeniería Mecánica o Eléctrica
Departamento de RRHH		
Gerente de RRHH	1	Derecho Comercial
Publicista	1	Licenciado en Mercado y Publicidad
Secretaria	1	Secretariado Ejecutivo
Personal de limpieza	3	Bachiller
Recepcionista	1	Bachiller
Guardias de seguridad	6	Educación Primaria
Chofer	1	Educación Primaria
TOTAL	33	

La estructura funcional antes definida garantiza una buena coordinación entre los empleados de la empresa y permite el cumplimiento de los objetivos de la misma. (Ver Anexo A.5, pág.63)

5.2.10. Requerimiento de equipos de proceso, laboratorio y oficina

Con base en las etapas del proceso productivo y a escala de producción se han determinado los equipos a utilizar. También se ha determinado para cada área de la empresa las necesidades de mobiliario de oficina y a la vez los requerimientos de equipos de laboratorio. (Ver Anexo A.6, pág. 66)

5.2.11. Distribución de la planta

Respetando las restricciones propuestas por el Ministerio de Salud (MINSA) en cuanto a distribución de las áreas, se propuso que la recepción de los alimentos perecederos se realice fuera del área de proceso para evitar contaminar los equipos y asegurar la sanidad del producto. Igualmente los sanitarios están fuera del proceso.

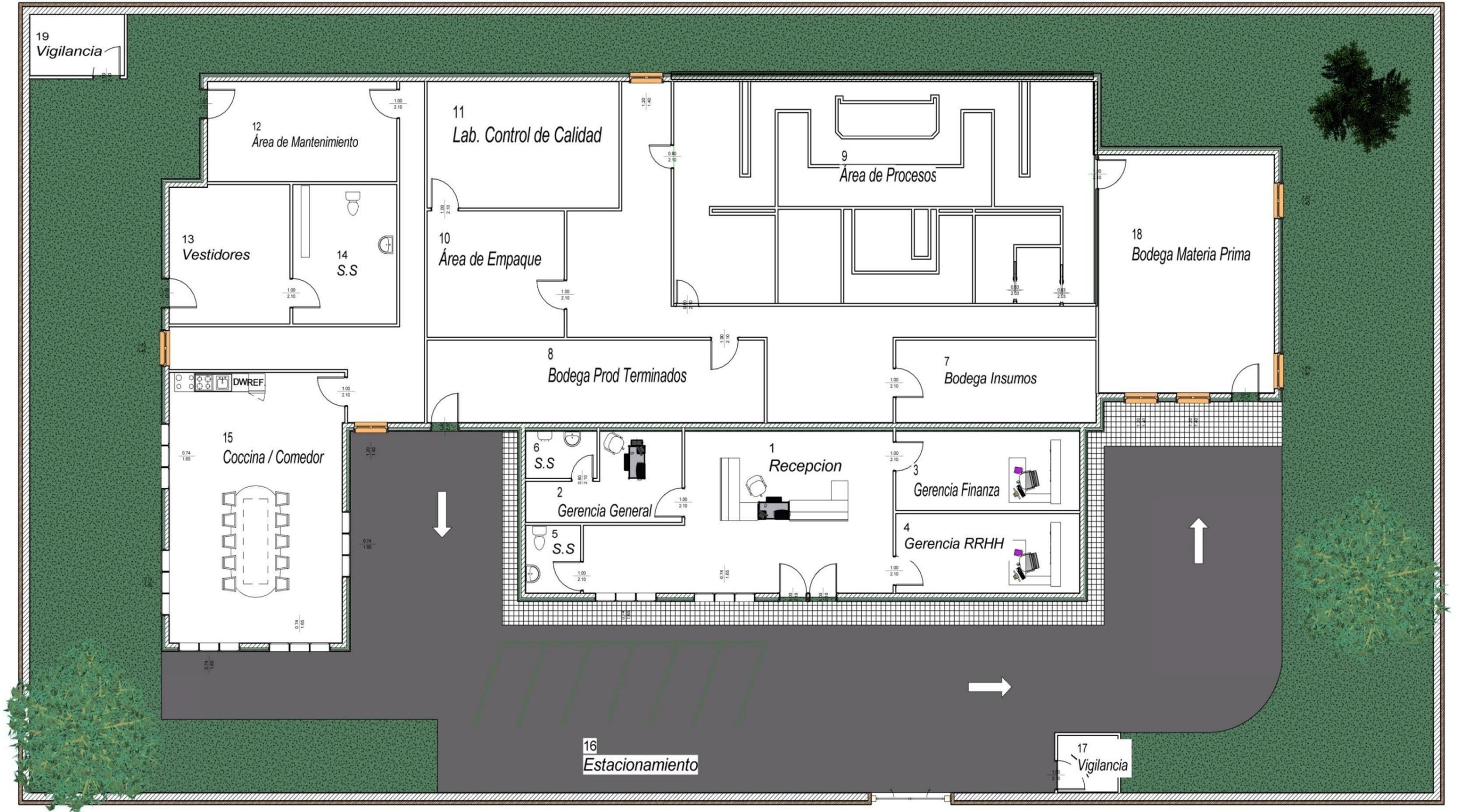
El laboratorio de control de calidad y la bodega de insumos y producto terminado están dentro del área de proceso, con el fin de minimizar los tiempos de recorrido y tener un buen control de lo que entra y sale del proceso.

La oficina administrativa de la empresa se ubico al frente de la entrada principal, con el propósito de atender en primera instancia a los clientes o visitas. *(Ver distribución de la planta en Anexo A.7, pág.68)*

Tabla 5.2.11.1. Área de la empresa

No.	Descripción	Área (m2)
1	Proceso productivo	153
2	Administración	72
3	Sanitarios administrativos	7
4	Vigilancia	4
5	Comedor	30
6	Vestidores	7
7	Sanitarios para operarios	7
8	Área de mantenimiento	8
9	Estacionamiento	35.8
10	Vigilancia	4
Sub-Total		327.8
11	Áreas verdes (10% de las áreas de la empresa)	32.78
Área Total		360.58

Fig. 5.2.11.1 Plano general de la planta



5.2.12. Planificación y programación del proyecto

Para la planificación y programación del proyecto, se ha realizado una descomposición del mismo en actividades, para estimar el alcance y los costos asociados a su ejecución. También se han definido la duración de cada una de las actividades y el orden en cual se deben realizar. Las acciones preliminares que se planificaron, se determinaron a fin de reducir costos, tiempo y energía, para que la empresa pueda comenzar a operar. (Ver Anexo A.8, pág.76)

La duración de cada actividad del proyecto depende de numerosos factores, siendo los más relevantes, la complejidad, el esfuerzo requerido y los recursos que se utilicen para su realización. El orden de ejecución de las diferentes actividades, tienen factores muy variados, desde que algunas actividades necesiten para su inicio que otras hayan concluido hasta que para realizar ciertas actividades se precisen recursos que deben ser compartidos con otras actividades.

En esta parte se determino que el camino crítico a seguir permite que el proyecto se realice en 198 días. Cualquier atraso en cualquiera de las actividades postergaría también la finalización del proyecto.

Pero en la ejecución de cualquier proyecto siempre surgen imprevistos, anomalías o cualquier otra circunstancia que afecta a la programación efectuada. Por ello, se determino que la dirección ejerza la imprescindible labor de control del proyecto, tomando las medidas oportunas, dentro de las cuales se opto, por un profundo análisis en cada actividad del proyecto a desarrollarse, a fin de tener suficiente tiempo para ejecutar cada actividad.

5.3. Aspectos financieros

En esta etapa del estudio se determinaron los recursos económicos necesarios para poder llevar a cabo la instalación y operación de la planta, así como determinar si es rentable o no.

5.3.1. Inversión total

Tabla 5.3.1.1. Inversión total en activos fijos y diferidos

Concepto	Costo (US\$)
Equipos y Accesorios	6,254,440.00
Mobiliarios de la Empresa	23,004.60
Equipos de Laboratorio de Control de Calidad	3,520.08
Accesorios para baños	783.09
Terreno	17,500.00
Obras Civiles	192,800.85
Activos Diferidos	543,292.67
Total	7,035,341.29

Ver cotizaciones en Anexo A.9, pág. 81

La inversión total requerida está compuesta por los activos fijos, diferidos y el capital de trabajo, por tanto:

Inversión total requerida = US\$ 7,027,394.05 + US\$ 430,318.03

Inversión total requerida = **US\$ 7,457,712.08**

5.3.2. Costo total de operación

Tabla 5.3.2.1. Costo total de producción (2012)

Concepto	Costos (US\$)
Insumos	859,222.00
Energía Eléctrica	6,965.86
Agua	487.84
Mano de Obra directa	95,616.82
Combustible (Montacargas y Carretillas)	3,435.20
Mantenimiento de Equipos	250,177.60
Depreciación	694033.79
Total	1,909,939.11

Ver Anexos de la sección financiera. Pág.88

Tabla 5.3.2.2. Costo total de operación (2012)

Concepto	Costo (US\$)
Costo total de producción	1,909,939.11
Costos administrativos	124,062.44
Total	2,034,001.55

Ver costos administrativos y de ventas en Anexo B.2.6, pág. 93

5.3.3 Precio del Producto

Teniendo en cuenta el precio de los países que poseen este método, se ha establecido una utilidad conservadora del 88% sobre el costo unitario del método, obteniendo un precio de venta del mismo de US\$ 100.00 para dosis bajas y para dosis altas un precio de US\$ 250.00, que equivale en córdobas a C\$ 2,337.83 y C\$ 5,844.58 por tonelada⁶.

Los ingresos anuales se obtienen con base en el volumen de alimentos irradiados que se procesen, y el precio de venta ya establecido, esto es:

⁶Tasa de Cambio= 23.3783 (NICxUSD), tomado el día 09 mayo del 2012, del sitio web del Banco Central de Nicaragua (www.bcn.gob.ni)

Tabla 5.3.3.1. Ingresos por ventas

Año	Volumen de producción (unidades)	Ingresos US\$
2012	107,402.75	10,740,275.00
2013	107,692.74	10,769,274.00
2014	107,983.51	10,798,351.00
2015	108,275.07	10,827,507.00
2016	108,567.41	10,856,741.00

5.3.4 Plan financiero

El capital que se requiere puede provenir de varias fuentes: solo el inversionista, de bancos e inversionistas, y solamente de bancos.

En el presente estudio se consideran tres opciones:

- a) Financiamiento mixto, 40% por los inversionistas y 60% por una institución bancaria
- b) Financiamiento total por los inversionistas
- c) Financiamiento total por el banco

Para el primero de los casos, se considera un interés por parte de la institución bancaria del 11 % (*Banco de la Familia Nicaragüense, BDF*), la forma de pago es de intereses y una parte proporcional del capital al final de cada año y el plazo para retornar el préstamo es de 5 años.

A continuación se muestra el cronograma de devolución del préstamo:

Tabla 5.3.4.1 Costos financieros

Año	Pago a principal	Interés	Pago a fin de cada año	Deuda después de pago
2011				4,474,627.25
2012	894,925.45	492,209.00	1,387,134.45	3,579,701.80
2013	894,925.45	393,767.20	1,288,692.65	2,684,776.35
2014	894,925.45	295,325.40	1,190,250.85	1,789,850.90
2015	894,925.45	196,883.60	1,091,809.05	894,925.45
2016	894,925.45	98,441.80	993,367.25	0.00

Tabla 5.3.4.2 Estado de resultado para el proyecto con financiamiento del 60%

Concepto	2012	2013	2014	2015	2016
(+) Ingresos	10,740,275.00	10,769,274.00	10,798,351.00	10,827,507.00	10,856,741.00
(-) Impuesto por ventas (1%)	107,402.75	107,692.74	107,983.51	108,275.07	108,567.41
(-) Costo de producción	1,909,939.11	1,912,259.03	1,914,585.19	1,916,917.67	1,919,256.39
(-) Depreciación	694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79
U.M.	8,028,899.35	8,055,288.44	8,081,748.51	8,108,280.47	8,134,883.41
(-) Intereses (11%)	492,209.00	393,767.20	295,325.40	196,883.60	98,441.80
(-) Costo administrativos	124,062.44	124,062.44	124,062.44	124,062.44	124,062.44
U	7,412,627.91	7,537,458.80	7,662,360.67	7,787,334.43	7,912,379.17
(-) IR (30%)	2,223,788.37	2,261,237.64	2,298,708.20	2,336,200.33	2,373,713.75
U.D.I.	5,188,839.54	5,276,221.16	5,363,652.47	5,451,134.10	5,538,665.42
(+) Depreciación	694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79
(-) Pago a principal	894,925.45	894,925.45	894,925.45	894,925.45	894,925.45
(-) IBI (1%)	7,765.98	7,765.98	7,765.98	7,765.98	7,765.98
(-) INSS	6,150.00	6,150.00	6,150.00	6,150.00	6,150.00
(-) IR para trabajadores	8,155.26	8,155.26	8,155.26	8,155.26	8,155.26
(-) Capital de trabajo	430,318.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Utilidad Neta	4,535,558.61	5,053,258.26	5,140,689.57	5,228,171.20	5,315,702.52

a) Rentabilidad del proyecto con financiamiento mixto

Para realizar la evaluación con financiamiento mixto, es necesario determinar una tasa de interés ponderada, en el cual se involucre la tasa mínima de rendimiento del inversionista y la tasa de la institución bancaria.

La tasa mínima de rendimiento (TMAR) del inversionista debe ser del 30%, con el propósito de hacer más estricta la evaluación.

Tabla 5.3.4.3 Ponderación de la tasa de interés (mixta)

Fuente de financiamiento	Participación (%/100)	Tasa de interés (%/100)	Ponderación
Banco	0.60	0.11	0.066
Inversionista	0.40	0.30	0.12
Tasa de interés ponderada			0.186

Evaluación económica mediante el valor presente neto (VPN)

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5}$$

$$VPN = -7,457,712.08 + \frac{4,535,558.61}{(1+0.186)^1} + \frac{5,053,258.26}{(1+0.186)^2} + \frac{5,140,689.57}{(1+0.186)^3} + \frac{5,228,171.20}{(1+0.186)^4} + \frac{5,315,702.52 + 3,564,389.25}{(1+0.186)^5}$$

VPN = 9,465,414.47

Como el VPN resulto positivo, se concluye que el proyecto financiado un 60% por el banco, es rentable, esto significa que se obtienen ganancias a lo largo de los cinco años de estudio.

Para que el VPN sea igual a cero se ha determinado que la tasa interna de rendimiento (TIR) debe ser del 62.30%, mayor que la tasa mínima de rendimiento ponderada (18.6%), por lo cual se dice que el proyecto es rentable.

✓ **Análisis de Beneficio – Costo**

$$1^{er} \text{ año} = \frac{10,740,275.00 \text{ US\$}}{3,539,849.23 \text{ US\$}} = 3.03 \text{ US\$}$$

$$2^{do} \text{ año} = \frac{10,769,274.00 \text{ US\$}}{3,542,169.15 \text{ US\$}} = 3.04 \text{ US\$}$$

$$3^{er} \text{ año} = \frac{10,798,351.00 \text{ US\$}}{3,544,495.31 \text{ US\$}} = 3.05 \text{ US\$}$$

$$4^{to} \text{ año} = \frac{10,827,507.00 \text{ US\$}}{3,546,827.79 \text{ US\$}} = 3.05 \text{ US\$}$$

$$5^{to} \text{ año} = \frac{10,856,741.00 \text{ US\$}}{3,549,166.51 \text{ US\$}} = 3.06 \text{ US\$}$$

Como los beneficios son mayores que los costos en la proyección de 5 años, se determina que el proyecto es rentable, ya que por cada dólar invertido se recuperan 3.05 dólares promedio.

✓ **Análisis de Liquidez**

$$1^{er} \text{ año} = \frac{11,434,308.79 \text{ US\$}}{6,204,716.39 \text{ US\$}} = \mathbf{1.84 \text{ US\$}}$$

$$2^{do} \text{ año} = \frac{11,463,307.79 \text{ US\$}}{5,716,015.74 \text{ US\$}} = \mathbf{2.01 \text{ US\$}}$$

$$3^{er} \text{ año} = \frac{11,492,384.79 \text{ US\$}}{5,657,661.43 \text{ US\$}} = \mathbf{2.03 \text{ US\$}}$$

$$4^{to} \text{ año} = \frac{11,521,540.79 \text{ US\$}}{5,599,335.80 \text{ US\$}} = \mathbf{2.06 \text{ US\$}}$$

$$5^{to} \text{ año} = \frac{11,550,774.79 \text{ US\$}}{5,541,038.48 \text{ US\$}} = \mathbf{2.08 \text{ US\$}}$$

Partiendo de estos indicadores la empresa dispone de 2.00 US\$ promedio, para cubrir cada dólar de pasivo corriente, es decir que puede saldar las deudas de todo un año laboral, por tanto se concluye que el proyecto es rentable.

b) Rentabilidad del proyecto financiado totalmente por inversionistas

Teniendo en cuenta que la TMAR del inversionistas es del 30%, menor que la tasa de interés ponderada determinada para evaluar el proyecto con financiamiento mixto, el resultado del VPN será también positivo y mayor que el obtenido anteriormente, por lo que el proyecto financiado totalmente por inversionistas también es rentable.

Tabla 5.3.4.4 Estado de resultado para el proyecto puro

Concepto	2012	2013	2014	2015	2016
(+) Ingresos	10,740,275.00	10,769,274.00	10,798,351.00	10,827,507.00	10,856,741.00
(-) Impuesto por ventas (1%)	107,402.75	107,692.74	107,983.51	108,275.07	108,567.41
(-) Costo de producción	1,909,939.11	1,912,259.03	1,914,585.19	1,916,917.67	1,919,256.39
(-) Depreciación	694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79
U.M.	8,028,899.35	8,055,288.44	8,081,748.51	8,108,280.47	8,134,883.41
(-) Costo administrativos	124,062.44	124,062.44	124,062.44	124,062.44	124,062.44
U	7,904,836.91	7,931,226.00	7,957,686.07	7,984,218.03	8,010,820.97
(-) IR (30%)	2,371,451.07	2,379,367.80	2,387,305.82	2,395,265.41	2,403,246.29
U.D.I.	5,533,385.84	5,551,858.20	5,570,380.25	5,588,952.62	5,607,574.68
(+) Depreciación	694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79
(-) Pago a principal	894,930.56	894,930.56	894,930.56	894,930.56	894,930.56
(-) IBI (1%)	7,765.98	7,765.98	7,765.98	7,765.98	7,765.98
(-) INSS	6,150.00	6,150.00	6,150.00	6,150.00	6,150.00
(-) IR para trabajadores	8,155.26	8,155.26	8,155.26	8,155.26	8,155.26
(-) Capital de trabajo	430,318.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Utilidad Neta	4,880,099.80	5,328,890.19	5,347,412.24	5,365,984.61	5,384,606.67

$$\begin{aligned}
 VPN = & -7,457,712.08 + \frac{4,880,099.80}{(1 + 0.30)^1} + \frac{5,328,890.19}{(1 + 0.30)^2} + \frac{5,347,412.24}{(1 + 0.30)^3} \\
 & + \frac{5,365,984.61}{(1 + 0.30)^4} + \frac{5,384,606.67 + 3,564,389.25}{(1 + 0.30)^5}
 \end{aligned}$$

VPN = 6,168,388.91

TIR = 66.02%

c) Rentabilidad del proyecto financiado totalmente por el banco

Tabla 5.3.4.5 Costos financieros (100% el banco)

Año	Pago a principal	Interés	Pago a fin de cada año	Deuda después de pago
2011				7,457,712.08
2012	1,491,542.42	820,348.33	2,311,890.74	5,966,169.66
2013	1,491,542.42	656,278.66	2,147,821.08	4,474,627.24
2014	1,491,542.42	492,209.00	1,983,751.42	2,983,084.82
2015	1,491,542.42	328,139.33	1,819,681.75	1,491,542.40
2016	1,491,542.42	164,069.66	1,655,612.08	0.00

Tabla 5.3.4.6 Estado de resultado para el proyecto financiado por el banco

Concepto	2012	2013	2014	2015	2016
(+) Ingresos	10,740,275.00	10,769,274.00	10,798,351.00	10,827,507.00	10,856,741.00
(-) Impuesto por ventas (1%)	107,402.75	107,692.74	107,983.51	108,275.07	108,567.41
(-) Costo de producción	1,909,939.11	1,912,259.03	1,914,585.19	1,916,917.67	1,919,256.39
(-) Depreciación	694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79
U.M.	8,028,899.35	8,055,288.44	8,081,748.51	8,108,280.47	8,134,883.41
(-) Intereses (11%)	820,348.33	656,278.66	492,209.00	328,139.33	164,069.66
(-) Costo administrativos	124,062.44	124,062.44	124,062.44	124,062.44	124,062.44
U	7,084,488.58	7,274,947.34	7,465,477.07	7,656,078.70	7,846,751.31
(-) IR (30%)	2,125,346.57	2,182,484.20	2,239,643.12	2,296,823.61	2,354,025.39
U.D.I.	4,959,142.01	5,092,463.14	5,225,833.95	5,359,255.09	5,492,725.92
(+) Depreciación	694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79
(-) Pago a principal	1,491,542.42	1,491,542.42	1,491,542.42	1,491,542.42	1,491,542.42
(-) IBI (1%)	7,765.98	7,765.98	7,765.98	7,765.98	7,765.98
(-) INSS	6,150.00	6,150.00	6,150.00	6,150.00	6,150.00
(-) IR para trabajadores	8,155.26	8,155.26	8,155.26	8,155.26	8,155.26
(-) Capital de trabajo	430,318.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Utilidad Neta	3,709,244.11	4,272,883.27	4,406,254.08	4,539,675.22	4,673,146.05

$$\begin{aligned}
 VPN = & -7,457,712.08 + \frac{3,709,244.11}{(1 + 0.11)^1} + \frac{4,272,883.27}{(1 + 0.11)^2} + \frac{4,406,254.08}{(1 + 0.11)^3} \\
 & + \frac{4,539,675.22}{(1 + 0.11)^4} + \frac{4,673,146.05 + 3,564,389.25}{(1 + 0.11)^5}
 \end{aligned}$$

VPN = 10,134,561.57

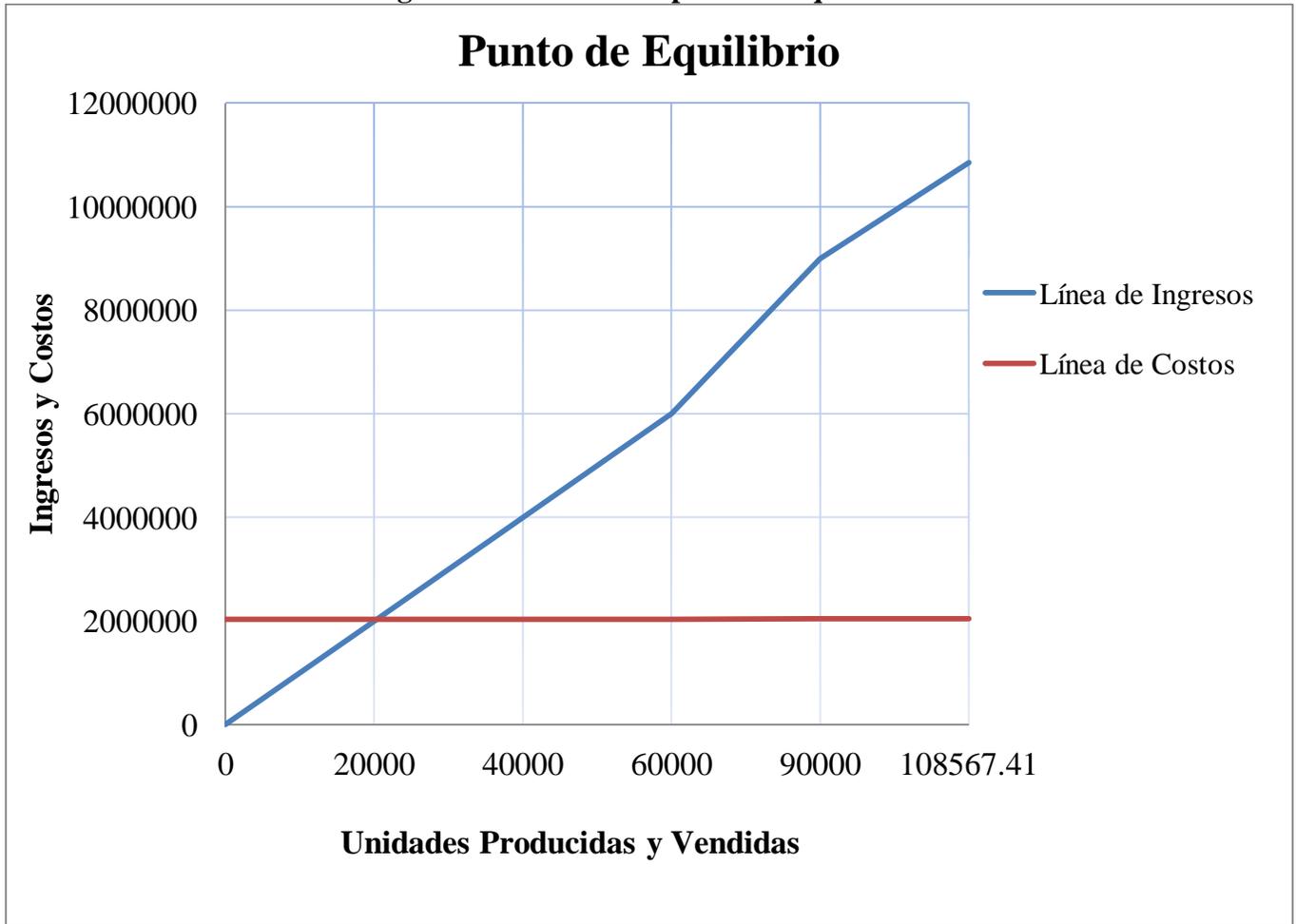
El valor del VPN también resulto positivo por lo que el proyecto es rentable financiado de esta forma, siendo la tasa interna de rendimiento de 51.61 %.

5.3.5 Punto de equilibrio de la empresa para el primer año de operación

El punto de equilibrio indica el nivel de producción en el que los beneficios por ventas son exactamente iguales a los costos fijos y variables de la empresa. (*Urbina, 2001*)

- ✓ **Producción** = 107,402.75 toneladas
- ✓ **Ingresos** = US\$ 10,740,275.00
- ✓ **Costos fijos** = (Costos Administrativos) = US\$ 124,062.44
- ✓ **Costos variables** =(Costos de Producción) = US\$ 1,909,939.11
- ✓ **Costos totales (fijos y variables)** = US\$ 2,034,001.55

Fig. 5.3.5.1 Gráfica del punto de equilibrio



El punto de equilibrio de la empresa para el primer año de operación es de aproximadamente 20,340.02 toneladas, representando el 18.94% de la producción total, es decir que, para que la empresa esté en un punto en donde no existan pérdidas ni ganancias, se deberán irradiar 20,340.02 toneladas, considerando que conforme aumenten las unidades irradiadas, la utilidad se incrementará.

El porcentaje que resulta con los datos anteriores, indica que de las ventas totales, el 18.94% es empleado para el pago de los costos fijos y variables y el 81.06% restante, es la utilidad neta que obtiene la empresa, a la que se le asume los gastos adquiridos con la institución bancaria, y los gastos que el país demanda como empresa.

5.4 Efectos ambientales

En los últimos años se han hecho más notables los problemas de contaminación ambiental originados por la industria alimenticia, ya sea por ausencia de un análisis ambiental referido al momento de instalar la planta o por el manejo inadecuado de los desechos.

La predicción de impacto ambiental pretende reducir al mínimo las posibles implicaciones en los diversos ecosistemas, elevando al máximo las posibilidades de supervivencia de todas las formas de vida y garantizando el equilibrio biológico de la naturaleza.

En la planta procesadora de alimentos irradiados, se utilizara un acelerador de Rayos X, el cual funciona con energía eléctrica, a diferencia de las plantas de radiaciones gamma, los requerimientos de seguridad son menos estrictos.

Los rayos-x no son pedacitos de materia o partículas como lo son la radiación alfa y beta. Estos no tienen ni masa ni peso. En lugar de eso, son ondas de energía. Estas son invisibles, no tienen olor y no pueden sentirse. En otras palabras, nuestros sentidos normales no pueden detectar los rayos-x.

El hecho de que no podamos ver o sentir los rayos no debería ser una razón para que los tratemos tan a la ligera. La radiación x puede ser muy dañina al cuerpo humano; sin embargo, siguiendo los procedimientos ya establecidos de seguridad, no debería haber razón para preocuparse al usar estas herramientas invisibles.

Las energías de los rayos gamma son fijas para cada isótopo. Por otra parte, los rayos-x pueden ser generados en un rango limitado. Dependiendo del equipo que se esté usando, el operador de estos equipos puede seleccionar cualquier energía que él desee, desde unos pocos KeV (Kilo electrón Voltios) a varios MeV (Mega electrón Voltios). Sin embargo, en adición a la energía máxima que seleccione, también obtendrá todas las energías inferiores a ese valor.

La intensidad de los rayos-x (número de rayos), no tienen nada que ver con la energía de los rayos individuales. La energía de los rayos-x es controlada por el voltaje que se le aplica al tubo de rayos-x.

Como antes se menciono los rayos X pueden generar impactos ambientales, pero la probabilidad que esto pase es poco probable, ya que los equipos que se adquirirán en la planta presentan requerimientos de seguridad y controles automatizados. Además estos equipos de Rayos X no poseen materia radioactiva como en el caso de las plantas de radiaciones gamma; cuentan con sistemas de blindajes tanto para la sala de radiación como para el personal de la planta y sobre todo al personal de operaciones. A continuación se enmarcan algunos efectos ambientales, y se presenta la Matriz de Evaluación Ambiental de la puesta en marcha de la planta:

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	CLASIFICACIÓN									Evaluación		Observación
		Tiempo de Ocurrencia	Responsabilidad	Tipo de Impacto	Amplitud Geográfica	Situación Operacional	Evaluación de Riesgo			Control	Magnitud de Riesgo Ambiental	Significancia	
							Probabilidad	Severidad	Índice de Evaluación de Riesgo				
GENERACIÓN DE RESIDUOS	Contaminación del Suelo	-	Directa	Adverso	Regional	Emergencia	1	1	H	1	3	AAS	No existe ningún tipo de residuo
	Contaminación del Agua	-	Directa	Adverso	Regional	Emergencia	1	1	H	1	3	AAS	No existe ningún tipo de residuo
	Daño al Personal	-	Directa	Adverso	Puntual	Emergencia	1	1	H	1	3	AAS	No existe ningún tipo de residuo
	Daño a la Flora o Fauna	-	Directa	Adverso	Local	Emergencia	1	1	H	1	3	AAS	No existe ningún tipo de residuo
	Daño a la Comunidad	-	Directa	Adverso	Local I	Emergencia	1	1	H	1	3	AAS	No existe ningún tipo de residuo
ALTAS Y BAJOS DE ENERGIA ELECTRICA	Daño a los Equipos	-	Directa	Adverso	Puntual	Emergencia	3	3	F	1	7	AAS	Los equipos cuentan con una protección
	Incendios	-	Directa	Adverso	Local	Emergencia	3	3	F	1	7	AAS	Se cuenta con alternativas para este caso
	Daño al Personal	-	Directa	Adverso	Puntual	Emergencia	3	3	F	1	7	AAS	Existen medidas preventivas
	Daño a la Comunidad	-	Directa	Adverso	Local	Emergencia	3	3	F	1	7	AAS	Existen medidas preventivas
VERTIMIENTOS	Contaminación de Mantos Acuíferos	-	Directa	Adverso	Regional	Emergencia	1	7	E	1	9	AAS	No existe ningún tipo de vertimiento
	Daño a la Comunidad	-	Directa	Adverso	Local	Emergencia	1	5	F	1	7	AAS	No existe ningún tipo de vertimiento
	Daño a la Infraestructura	-	Directa	Adverso	Puntual	Emergencia	1	5	F	1	7	AAS	No se trabaja con fluidos líquidos de ningún tipo
	Daño a la Flora o Fauna	-	Directa	Adverso	Regional	Emergencia	1	7	E	1	9	AAS	No existe ningún tipo de vertimiento
	Daño al Personal	-	Directa	Adverso	Puntual	Emergencia	1	7	E	1	9	AAS	No existe ningún tipo de vertimiento
EMISIONES	Ruido	-	Directa	Adverso	Regional	-	1	3	G	1	7	AAS	No existe ningún tipo de ruido
	Contaminación del Aire	-	Directa	Adverso	Regional	Emergencia	1	7	E	1	9	AAS	No hay emisión de ningún gas
	Emisión de Olores	-	Directa	Adverso	Regional	-	1	3	G	1	5	AAS	No hay emisión de ningún olor perjudicial
	Daño al Personal	-	Directa	Adverso	Puntual	Emergencia	1	3	G	1	5	AAS	No existe ningún tipo de emisión
	Daño a la Comunidad	-	Directa	Adverso	Local	Emergencia	1	3	G	1	5	AAS	No existe ningún tipo de emisión
MAL FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS	Daño a la Comunidad	-	Directa	Adverso	Local	Emergencia	1	5	F	1	7	AAS	Existen medidas preventivas
	Daño a los Alimentos Tratados	-	Directa	Adverso	Regional	Emergencia	1	7	E	1	9	AAS	Existen medidas preventivas
	Daño al Personal	-	Directa	Adverso	Puntual	Emergencia	1	7	E	1	9	AAS	Existen medidas preventivas
	Daño a la Infraestructura	-	Directa	Adverso	Puntual	Emergencia	1	3	G	1	5	AAS	Existen medidas preventivas
	Contaminación del Aire	-	Directa	Adverso	Regional	Emergencia	1	7	E	1	9	AAS	Existen medidas preventivas

VI.- CONCLUSIONES

- ✓ Considerando los datos existentes de exportaciones de alimentos perecederos de Nicaragua, se concluyó que la demanda actual de dicho bien es de 107,113.54 ton/año.
- ✓ A través de las investigaciones, en los informes del CETREX y MIFIC, se comprobó que el crecimiento anual de dichas exportaciones es del 0.27%, por medio de este dato, se logró proyectar en un transcurso de 5 años.
- ✓ Mediante el estudio técnico se verificó la posibilidad de instalar una planta procesadora de alimentos irradiados, con el objetivo de aumentar la calidad y competitividad de los alimentos perecederos que exporta Nicaragua. También se determinó que el tamaño de la planta es de 360.58 m², siendo la ubicación más idónea el km 11.2 de carretera a Masaya por estar cerca de los sectores donde más se producen los alimentos perecederos (frutas, legumbres y hortalizas) a los cuales se tratarán con el método de irradiación. Se determinó que se requieren 33 personas para poder operar efectivamente la planta y cumplir con las expectativas definidas en este estudio.
- ✓ Mediante el estudio económico y la evaluación financiera se concluyó que la implementación de la empresa es factible bajo las tres alternativas de financiamiento valoradas (financiamiento total por el inversionista, mixto y totalmente por el banco), siendo más rentable que el proyecto sea financiado de forma mixta, en vista de que el inversionista como la entidad bancaria incurran en menores costos financieros y por ende presentar un rendimiento del dinero del 62.30%, con el análisis de beneficio costos se determinó que por cada dólar invertido se genera US\$ 3.05 promedio y con el análisis de liquidez se determinó que la empresa, mediante sus activos corrientes, puede disponer de 2.00 US\$ promedio, para cubrir cada dólar de pasivo corriente, con lo cual se concluye que el proyecto es rentable y es más atractivo por la alternativa de financiamiento mixto, en vista de que el inversionista y la entidad bancaria no pueden asumir la totalidad de la inversión.
- ✓ Con respecto al análisis cualitativo del impacto ambiental, se logró concluir que la puesta en marcha de la planta y su funcionamiento durante todo el periodo de vida, cumpliendo las normativas y reglamentos utilizados en este tipo de plantas, es poco probable la generación de impactos ambientales, por no incurrir en la utilización de materia radioactiva como fuente de irradiación. Con respecto al impacto social provocado, se concluyó que genera la oportunidad de 33 empleos más de forma directa y de forma indirecta la oportunidad de que pequeños productores incrementen sus ventas y ganancias.

VII.- RECOMENDACIONES

Se recomienda la realización de un estudio de factibilidad, considerando como punto de partida los valores positivos obtenidos en este documento. De igual forma se recomienda realizar un análisis de sensibilidad dirigido a dos variables que comúnmente quedan fuera del control del empresario. La primera variable es el volumen de producción que afecta directamente a los ingresos proyectados. El análisis para dicha variable estaría encaminado a determinar cuál sería el volumen de irradiación mínimo de ventas de la empresa para que sea económicamente rentable. La otra variable sujeta a dicho análisis es el máximo nivel de financiamiento y la tasa de interés tolerable por el proyecto, es decir, observar las variaciones de la TIR ante cambios inducidos al nivel y tasa de financiamiento.

Paralelo al estudio de factibilidad, es recomendable la realización de un estudio de mercado con mayores fuentes de materia primas, así como el estudio de estas otras materias primas en función del sistema de irradiación, para garantizar la inocuidad y seguridad alimentaria de los mismos. Así de esta manera se fortalece el desarrollo sostenible del país, generando más empleos, aumentando la competitividad de los productos de exportación, e incrementando la producción de los pequeños productores del país.

Una vez puesta en marcha la planta, es recomendable establecer un centro de acopio de los productos percederos, para garantizar y analizar todos los controles sanitarios (de acuerdo a los manuales de higiene y seguridad de alimentos) que deban cumplir estos, antes de entrar al proceso. Este centro de acopio será otra fuente generadora de empleos.

De ejecutarse el proyecto, paralelamente a esta acción se recomienda realizar una campaña de sensibilización en el país con el objetivo de explicar a la población las ventajas que produce este método, y aclarar todas las dudas que puedan existir alrededor de dicho método. Mediante esta campaña de sensibilización se puede introducir al mercado nacional la venta de alimentos irradiados, pero para lograr esto debe de haber un compromiso, tanto de los productores, como el gobierno, empresa privada y la gerencia de la planta, para realizar dicha campaña.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Aranguren, D. J. (2009). *Plantas de Irradiación*. Argentina.
- ✓ CEFE-Internacional. (1998). *Manual para Facilitadores*.
- ✓ CETREX. (s.f.). Recuperado el 15 de diciembre de 2011, de CETREX: <http://www.cetrex.gob.ni/website/servicios/princprodu11.jsp>
- ✓ CNEA. (2004). *Irradiación y Calidad Sanitaria de Alimentos*. Argentina.
- ✓ FAO/OIEA/OMS, G. m. (2003). Norma General del CODEX para los Alimentos Irradiados. *CODEX STAN 106-1983* .
- ✓ MIFIC. (2011). *Informe Ejecutivo de Comercio Exterior*. Managua.
- ✓ Molins, R. (2003). *Irradiación de los Alimentos: Principios y Aplicaciones*. Acribia.
- ✓ NicaLex. (s.f.). *NicaLex*. Recuperado el 27 de 08 de 2012, de NicaLex: <http://www.nicalex.info/es/doctrina/109-derecho-tributario/238-tabla-progresiva-del-ir-para-personas-asalariadas.html>
- ✓ SEA. (2009). *Servicio de Evaluación Ambiental. Gobierno de Chile*. Recuperado el 15 de diciembre de 2011, de Servicio de Evaluación Ambiental. Gobierno de Chile: www.e-seia.cl/archivos/5f4_Procedimiento_ASS.doc
- ✓ Urbina, G. B. (2000). *Evaluación de Proyectos*. México: McGraw-Hill.
- ✓ Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Recuperado el 28 de Septiembre de 2011, de Wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Irradiaci%C3%B3n_de_alimentos

CONSULTORÍA:

- ✓ CNEA– Argentina: Ing. Jorge Guillermo Graiño (graino06@yahoo.com.ar).
Lic. Patricia Narvaiz (narvaiz@cae.cnea.gov.ar).
- ✓ NOLDOR S.R.L.- Argentina: noldor@noldor.com.ar
- ✓ IBA Industrial – EEUU: Ing. Gord Ashfield(gordon.ashfield@iba-group.com)

IX. GLOSARIO

Bacterias: Pequeños microorganismos unicelulares, que se reproducen por la fisión de esporas.

Microbios: Organismos microscópicos pertenecientes por lo general a virus, bacterias, algas, hongos o protozoos.

Patógenos: Microbios que pueden ser productores o causantes de enfermedades.

Electrones: Partículas cargadas negativamente que forman parte de la constitución del átomo.

Protones: Partículas con carga positiva que se encuentran en el núcleo del átomo.

Neutrones: Partículas con carga cero que se encuentran en el núcleo del átomo y que son los responsables de su masa. La masa del protón y del electrón es muy pequeña.

Ionización: Proceso por el cual un átomo con carga neutra adquiere o pierde electrones.

Irradiación: Acción y efecto de someter algo a radiación ionizante.

Radiaciones Ionizantes: Radiación compuesta de fotones o partículas capaces de determinar la formación de iones (por extracción de electrones) directa o indirectamente.

Radiactivo: Que emite radiactividad.

Radiactividad: Fenómeno producido por la inestabilidad de determinados núcleos atómicos que contienen demasiada energía en su estructura y que para convertirse en estables experimentan una emisión espontánea de radiación.

Radionucleídos: Especies de átomos radiactivos que se caracterizan por su número de protones y neutrones.

Rayos X: Radiación electromagnética de la misma naturaleza que la luz pero de mayor energía. Son ondas electromagnéticas con longitud de onda de 0.001 a 1 nm.

Rayos Gamma: De la misma naturaleza electromagnética que los Rayos X, pero más energéticos y muy penetrantes. Se necesitan al menos varios centímetros de hormigón o plomo para frenarlos.

Rayos UV: Radiación de la inmediatamente más corta longitud de onda que la luz visible, entre 5 y 400 nm.

Irradiación de alimentos: El tratamiento de productos alimenticios mediante radiación ionizante, concretamente rayos gama, rayos X o electrones acelerados, según se especifica en la Norma General del Codex para Alimentos Irradiados.

Alimentos irradiados: Productos alimenticios sometidos a tratamiento con radiación ionizante de conformidad con la Norma General del Codex para Alimentos Irradiados. Tales alimentos deben ajustarse a todas las normas, códigos y reglamentos pertinentes que se aplican a sus homólogos no irradiados.

Dosimetría: Medición de la dosis de radiación absorbida en un punto particular, en un medio absorbente dado.

Dosis (absorbida): La dosis absorbida, que a veces se denominará simplemente “dosis”, es la cantidad de energía absorbida por unidad de masa del producto alimenticio irradiado.

Coefficiente de uniformidad de la dosis: Proporción entre dosis máxima y mínima absorbida en el lote de producción.

Distribución de la dosis: Variación espacial de la dosis absorbida en todo el lote de producción, cuyos valores extremos son la dosis máxima absorbida y la dosis mínima absorbida.

Dosis límite: La dosis mínima o máxima de radiación, absorbida por un producto alimenticio, que prescriben el reglamento como requerido por motivos tecnológicos. Tal dosis límite se expresará como gama de valores o bien mediante un único valor mínimo o máximo (la indicación de que ninguna parte del producto alimenticio deberá absorber una cantidad de radiaciones menor o mayor que el límite especificado).

MeV: Mega Electrón Voltio.

Ci: Curie, es una unidad tradicional utilizada para medir la radiación.

MCi: Mega Curie

FAO: Food and Agriculture Organization. Organización de Alimentos y Agricultura.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OIEA: Organización Internacional de Energía Atómica.

CETREX: Centro de Trámites de la Exportación.

MIFIC: Ministerio de Fomento Industria y Comercio.

MINSA: Ministerio de Salud.

TMAR: Tasa mínima de rendimiento.

TIR: Tasa interna de rendimiento.

VPN: Valor presente neto.

FNE: Flujo Neto de Efectivo.

PDE: Punto de Equilibrio.

X. ANEXOS

ANEXO A

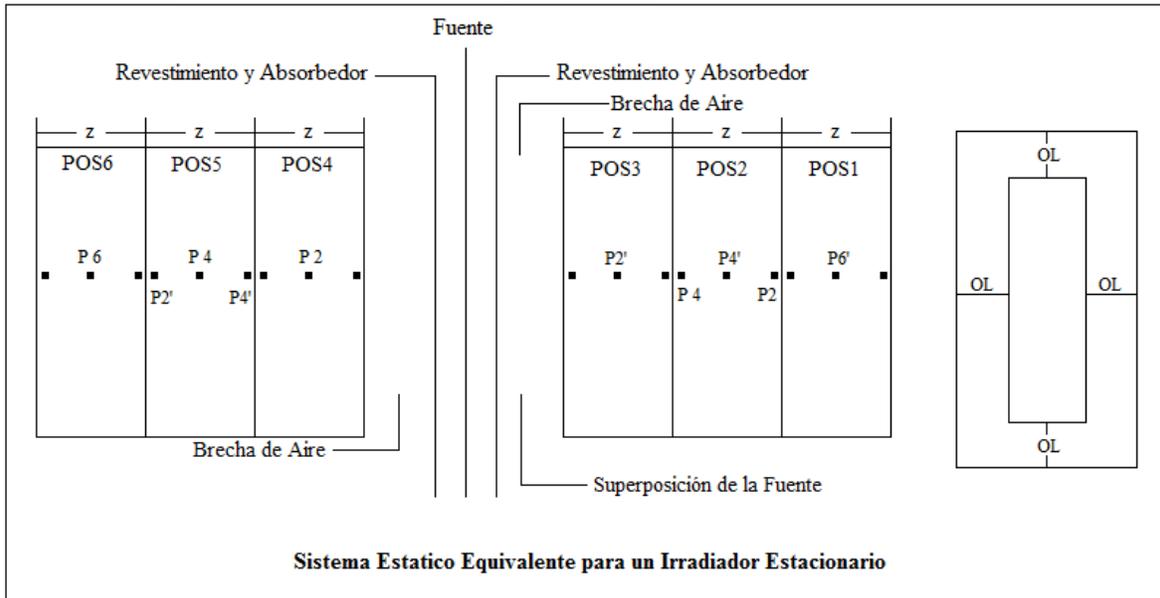
SECCIÓN TÉCNICA

Anexo A.1 Cálculo de la Dosimetría⁷

A fin de contar con un modelo de cálculo sencillo y rápido se da el siguiente ejemplo, utilizando los trabajos realizados por F.X. Rizzo, L. Galanter y K. Krishnamurthy (1969).

El cálculo consiste en obtener la tasa mínima y máxima en el eje central de un irradiador, cuyas dimensiones dependen del tamaño de la caja portadora del producto, de la densidad del producto y del número de pasadas que efectúa el producto frente al irradiador.

Fig. A.1. Sistema estático equivalente para irradiador estacionario



Fuente: Aranguren, D. J. (2009). Plantas de Irradiación. Argentina

Las dosis recibidas en los puntos A y B de una caja que transita todo el camino por debajo del irradiador, será:

$$D_{PA} = D_{P6} + D_{P4} + D_{P2} + D_{PO'} + D_{P2'} + D_{P4'}$$

$$D_{PB} = D_{P4} + D_{P2} + D_{PO} + D_{P2'} + D_{P4'} + D_{P6'}$$

Aceptando que el campo de radiación es simétrico y homogéneo en la fuente se obtiene que:

$$D_{PO} = D_{PO'}; D_{P1} = D_{P1'}; D_{P2} = D_{P2'}; D_{P3} = D_{P3'}; D_{P4} = D_{P4'}; D_{P5} = D_{P5'}; D_{P6} = D_{P6'}$$

Resultando que:

$$D_{PA} = D_{PB'} = D_{P6} + D_{PO} + 2 \cdot (D_{P4} = D_{P2}) = \text{Dosis máxima en el centro de las caras externas.}$$

⁷Ejemplo de medición de las dosis, sacado del libro.- Plantas de Irradiación. - NOLDOR S.R.L.- Dr. Juan F. Aranguren - Buenos Aires, Argentina. Junio 2009

La dosis mínima en el plano central será:

$$D_{PC} = D_{P5} + D_{P3} + D_{P1} + D_{P1'} + D_{P3'} + D_{P5'}$$

Que por razones de simétrica se reduce a:

$$D_{PC} = 2. (D_{P1} + D_{P3} + D_{P5})$$

La profundidad del blanco (cajas) entre los puntos P0 a P6, cuando el espesor de la caja es Z, será:

P₀= 0 punto sobre el eje central del irradiador a profundidad cero = gap de aire.

$$P_1 = Z * \frac{1}{2}$$

$$P_2 = Z$$

$$P_3 = \frac{3}{2} * Z$$

$$P_4 = 2 * Z$$

$$P_5 = \frac{5}{2} * Z$$

$$P_6 = 3 * Z$$

La expresión general para un irradiador con (n) número de pasadas y un espesor de blanco Z será:

$$D_{max} = D_0 + D_n + 2. (D_{n-2} + D_{n-4} + \dots + D_2)$$

$$D_{min} = 2. (D_{n-1} + D_{n-3} + D_{n-5} + \dots + D_1)$$

Y la relación de dosis

$$H = D_{max}/D_{min}$$

Para ilustrar donde se ubican los puntos de dosis máxima y dosis mínima se toma una caja que fue irradiada por ambas caras con dosímetros colocados en los puntos indicados. (Aranguren, 2009).

Anexo A.2
Feridos Nacionales

Tabla A.2.1. Días feriados en el año

No.	Días Feriados
1	1 de Enero
2	Jueves santo
3	Viernes santo
4	1 de Mayo
5	19 de Julio
6	14 de Septiembre
7	15 de Septiembre
8	8 de Diciembre
9	25 de Diciembre

Fuente: Código de Trabajo Nicaragüense

El año contiene 52 semanas por lo tanto 52 domingos que sumados a los 9 días feriados conforman un total de 61 días no operables al año. Es decir que la planta operara al año 304 días.

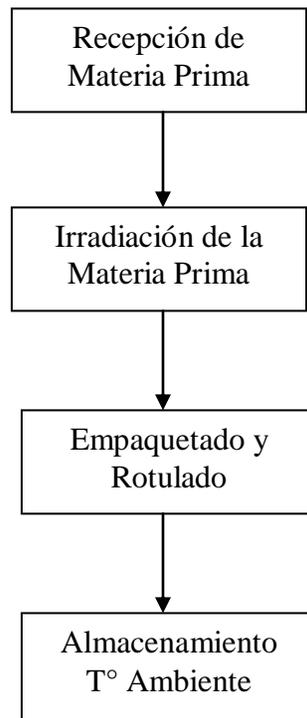
Anexo A.3
Microlocalización de la planta

Figura A.3.1. Microlocalización de la Planta



Anexo A.4
Diagrama del proceso

Figura A.4.1. Diagrama de bloques del proceso
Materia Prima: Frutas Frescas, Legumbres y Hortalizas para Exportación



Anexo A.5

Funciones y responsabilidades del personal de la empresa

Gerente General

I. Funciones Básicas

Planifica, dirige y coordina las actividades de la empresa y es responsable de la gestión financiera de la misma.

II. Responsabilidades Básicas

- a) Dirigir los demás departamentos de la empresa.
- b) Evaluar sistemáticamente los procedimientos en general.
- c) Evaluar la posibilidad de invertir parte de las utilidades en adquisiciones que beneficien a la empresa.
- d) Establecer metas y políticas de incentivos laborales.
- e) Organizar las ventas eficientemente.

III. Responsabilidades Específicas

- a) Crear metas a corto y largo plazo.
- b) Verificar el cumplimiento de las políticas establecidas.
- c) Vigilar que los planes se ejecuten.
- d) Asesorar a los diferentes departamentos.
- e) Invertir en campañas publicitarias y organizar promociones de ventas.

IV. Relaciones

- a) El gerente es nombrado por el propietario de la empresa, en este caso puede ser el mismo.
- b) Tiene relación estricta con los demás departamentos de la empresa.

Secretaria

I. Funciones Básicas

La secretaria se encargará de las facturaciones e ingresos y egresos de la empresa, así como de recepcionar las llamadas telefónicas.

II. Responsabilidades Básicas

- a) Hacer del conocimiento a la gerencia general los pedidos en tiempo y forma.
- b) Archivar los comprobantes de pagos realizados por la empresa.

III. Responsabilidades Específicas

- a) Informar al jefe de producción sobre cualquier anomalía o reclamo que los clientes presenten de los productos.

IV. Relaciones

- a) Es nombrada por el gerente general o propietario de la empresa.
- b) Tiene relación directa con la gerencia general y con el departamento de finanzas.

Responsable de Producción

I. Funciones Básicas

Se encargara de supervisar el desempeño de los operarios y de verificar el proceso productivo. Estará pendiente de la recepción y control de calidad de la materia prima así como la calidad del producto. Este debe inspeccionar periódicamente el proceso productivo para garantizar que cada una de las etapas se realicen en la forma correcta y garantizar la calidad del producto.

II. Responsabilidad Básica

- a) Cumplir con las metas de producción acordadas.
- b) Planear y dirigir la operatividad en el área de producción.
- c) Garantizar la calidad del producto.

III. Responsabilidades Específicas

- a) Delegar responsabilidades a los operarios.
- b) Rotar a los operarios para mantenerlos dinámicos y mejorar el proceso productivo.
- c) Supervisar la calidad en cada etapa del proceso productivo.

IV. Relaciones

- a) El responsable de producción es nombrado por el gerente general de la empresa o propietario y reporta a este mismo.
- b) Tiene relación con la gerencia y con la secretaria general.

Operarios

I. Funciones Básicas

El área de producción cuenta con seis operarios de los cuales dos se encargan de recepcionar la materia prima, dos se encargan de irradiar la materia prima, y los otros dos se encargan de empacar, rotular y almacenar el producto terminado.

II. Responsabilidades Básicas

- a) Cumplir con el pedido establecido.
- b) Velar por la calidad del producto.

III. Responsabilidades Específicas

- a) Respetar los horarios y estatutos establecidos por la empresa.
- b) Limpiar los equipos de proceso después de la jornada de trabajo
- c) Verificar que el trabajo se esté llevando a cabo bajo las condiciones establecidas.

IV. Relaciones

- a) Los operarios son nombrados por el responsable de producción y por el gerente general de la empresa.
- b) Los operarios se reportan al responsable de producción.

Cuidador

I. Funciones Básicas

Velar por la seguridad de los bienes de la empresa. Este desempeñara su labor únicamente por las noches de los días laborales y todo el día del domingo.

II. Responsabilidades Básicas

- a) Realizar rondines por toda la planta a fin de reguardar la seguridad de la misma.
- b) Reportar cualquier anomalía al gerente de la empresa.

Anexo A.6

Requerimiento de equipos de proceso, oficina y laboratorio de calidad

Tabla A.6.1.. Consolidado de equipos del proceso de producción

EQUIPO	PROVEEDOR	CANTIDAD
Carretilla Pesadora PCE-PTS 1	www.mercadolibre.com	2
Equipo Montacargas	www.todoequipo.com	2
Accelerator and x-ray target	IBA Industrial	1
Conveyor and process control system	IBA Industrial	1
Radiation shield and ancillary equipment	IBA Industrial	1

Tabla A.6.2. Mobiliario de oficina

Descripción	Cantidad
Computadora	10
Impresora	7
Teléfono Sencillo	10
Escritorio Ejecutivo	10
Sillas de Escritorio	10
Archivero	7
Scanner	6
Fotocopiadora	4
Aire acondicionado	8
Papeleras	11
Sillas de Espera	25
Televisor	6
DVD	6
Camioneta	1



Mobiliario para El Comedor	
Descripción	Cantidad
Microondas	1
Refrigeradora	1
Mesas Plásticas	7
Sillas Plásticas	28
Mobiliario de Sanitarios	
Descripción	Cantidad
Lavamanos	9
Inodoros	9
Total:	212

Anexo A.7.

Calculo de las áreas de la planta

Nave industrial

- **Área de proceso:** (80 m²) El área que el Dynamitron necesita es de 70 m², y 10 m² son necesarios para la fácil movilidad de los operarios.
- **Área de control de calidad:** 10 m²
- **Área de almacén de insumos:** 8 m²
- **Área de almacén de producto terminado y Área de recepción de productos:** (20 m² cada una) Estas bodegas poseen las mismas áreas puesto que el producto final y la materia prima no permanecerá mucho tiempo en ambas bodegas.
- **Área de empaque:** 15 m²
- **Área de mantenimiento:** 8 m²
- **Sanitarios y vestidores (operarios):** 14 m²

Oficinas

- **Gerencia general:** 20 m²
- **Gerencia de finanzas:** 15 m²
- **Gerencia de RRHH:** 15 m²
- **Recepción:** 22 m²
- **Sanitarios:** 7 m²

Otros

- ✓ **Estacionamiento:** 35.8 m²
- ✓ **Comedor:** (30 m²) En esta área se tomo en cuenta el número de empleados que tiene la empresa,
- ✓ **Área de vigilancia:** 8 m²

A.7.1. Planos de la planta

Fig. A.7.1 Vista de la planta



LEYENDA

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. RECEPCION | 11. LAB CTL CALIDAD |
| 2. GERENCIA GNR | 12. ÁREA MANT |
| 3. GERENCIA FIN | 13. VESTIDORES |
| 4. GERENCIA RRHH | 14. S.S |
| 5. S.S | 15. COMEDOR/COCINA |
| 6. S.S | 16. ESTACIONAMIENTO |
| 7. ALM INSUMOS | 17. VIGILANCIA |
| 8. ALM PRODUCTO TER | 18. VIGILANCIA |
| 9. ÁREA PROCESOS | 19. ALM MATERIA PRIMA |
| 10.ÁREA EMPAQUE | |

Fig. A.7.2 Otra vista de planta



Fig. A.7.3 Vista del área de proceso



Fig. A.7.4 Isométrico del área de proceso

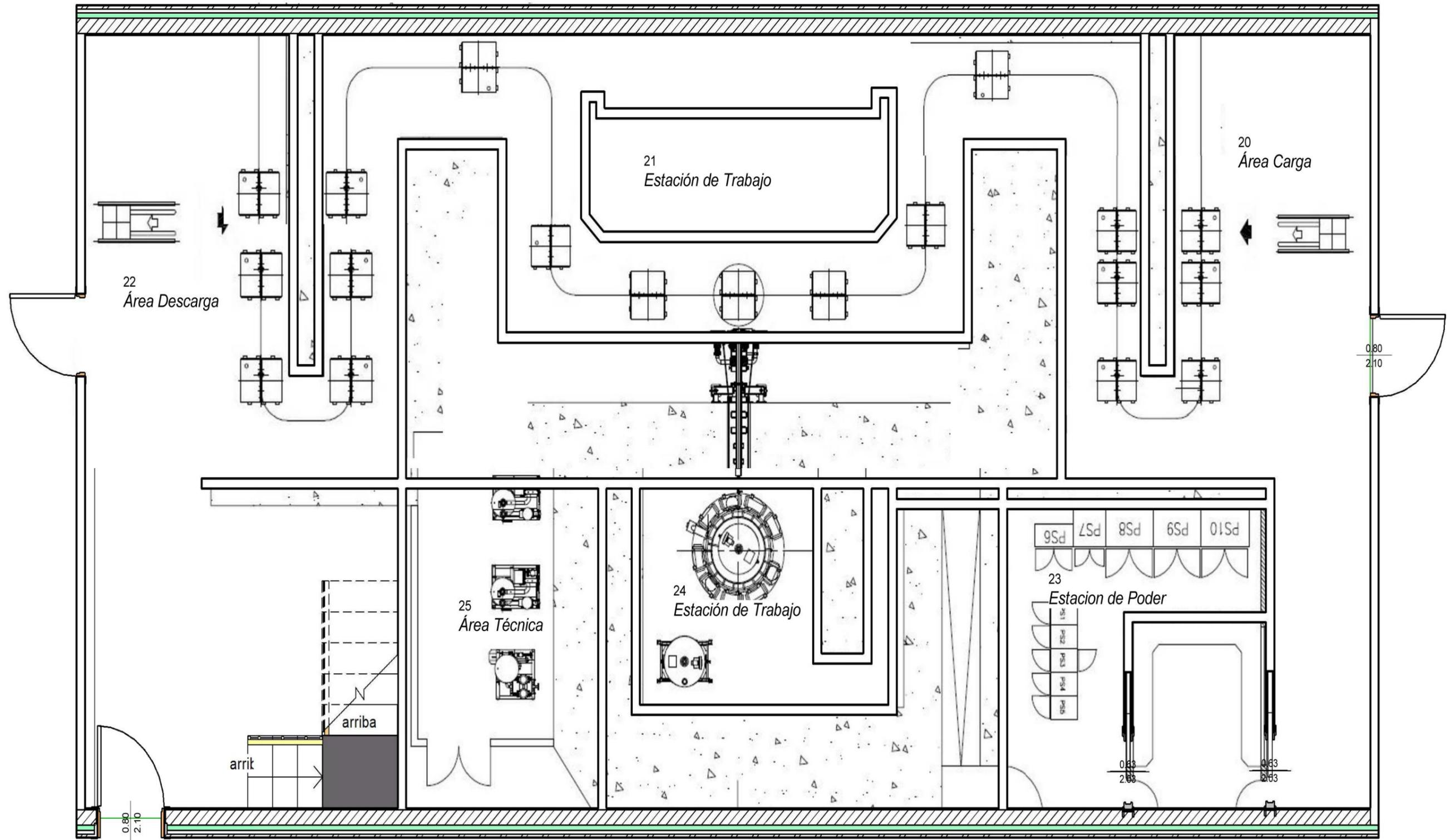
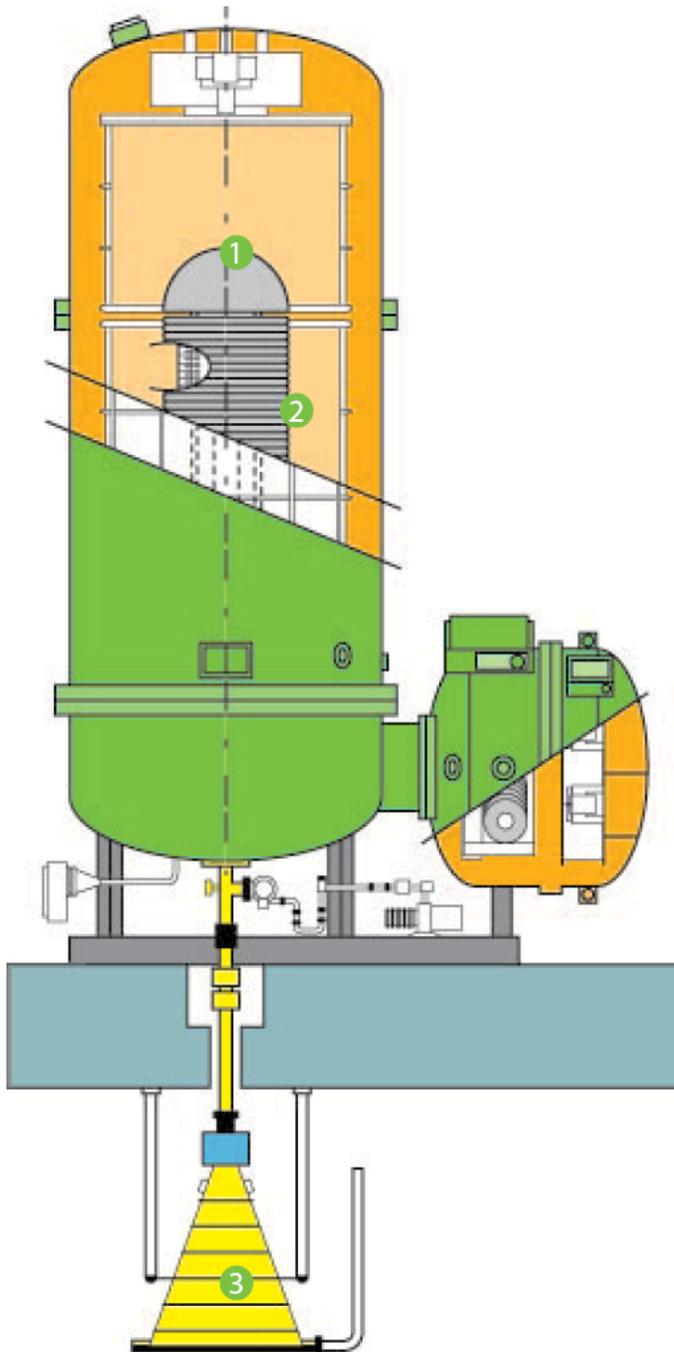


Fig.A.7.5 Dynamitron



Fuente de Electrones

Electrones generados por un filamento caliente, en una fuente de electrones.



Manga del Tubo

Un gradiente de voltaje atrae los electrones de la fuente y los acelera a través de la manga del tubo.

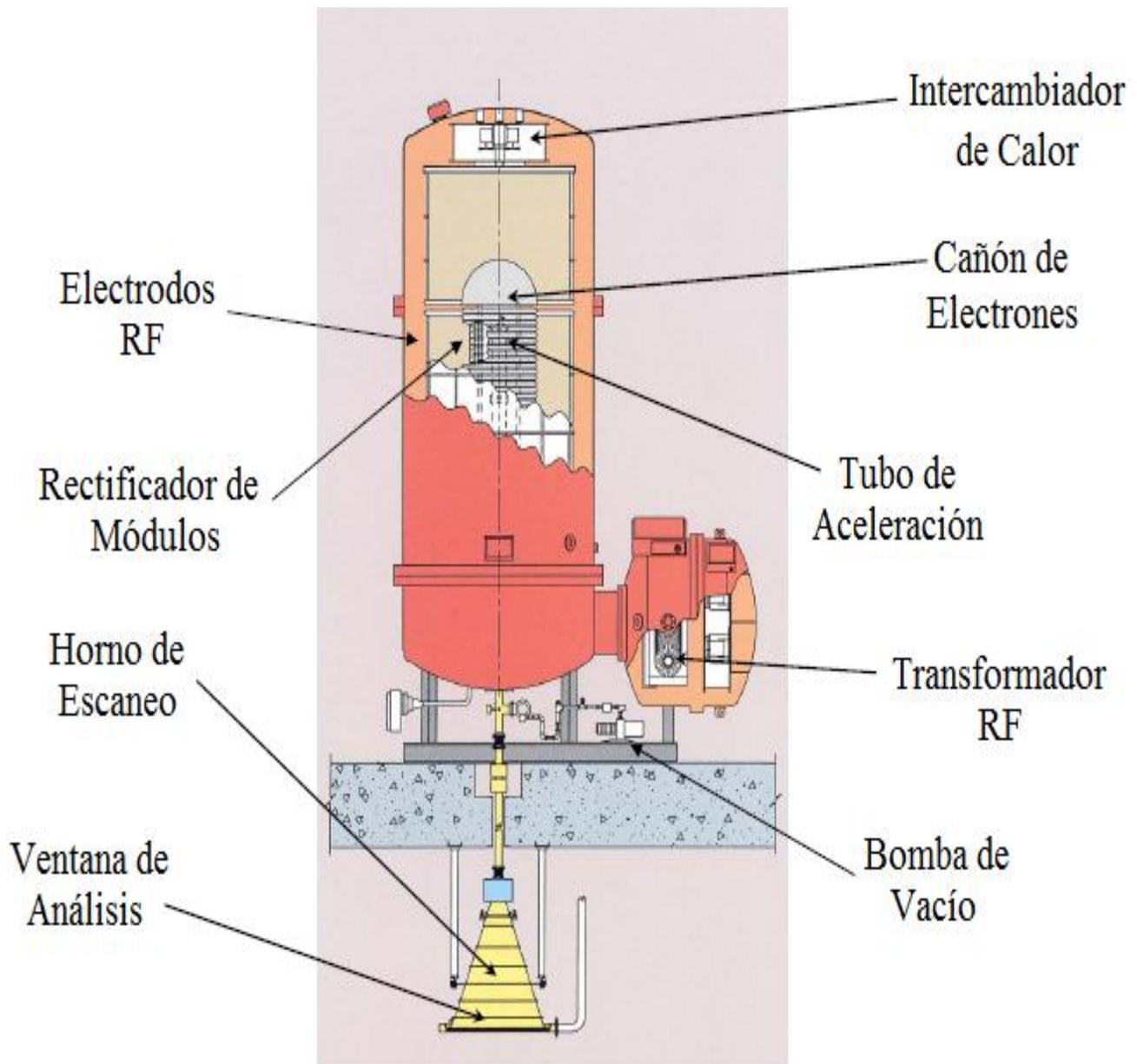


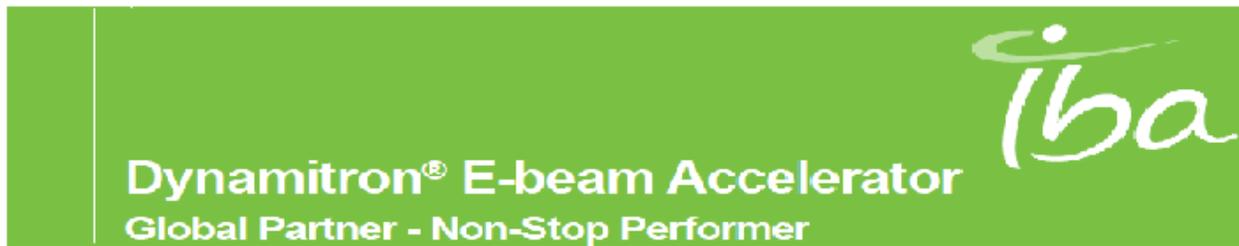
Ventana de Análisis

A medida que el haz de electrones de alta tensión pasa desde el tubo de rayo a través del imán de exploración, un campo magnético oscilante barre el haz de un lado a otro a través de la ventana de análisis.

Los electrones pasan a través de la lámina metálica de la ventana de análisis e irradian los productos que pasan por debajo.

El enorme número de electrones generados y el voltaje de aceleración, producen reacciones directamente rápidas sobre las moléculas dentro del producto que se irradia.





Key Benefits

Large Capacity

Throughput of the Dynamitron® is incredibly large thanks to its capability to generate power as high as 25 kW continuously.

Compact Design

Since the Dynamitron® has very low stored energy, the chance of spark damage is minimal. Even when sparking does occur, the unit may be quickly restarted and returned to normal operation. Because of their low stored energy, all Dynamitron® are highly compact when compared with other systems.

Reliable Operation

The basic DC circuit used in the Dynamitron® ensures smooth and reliable operation at high voltages. This design avoids the use of large capacitors, which are particularly vulnerable to spark damage at voltages above 1 MeV.

Production Traceability

Historical production data is stored in the dynamitron® control system making instantaneous data recall possible

Operating Principles

The Dynamitron® works on the same principle as a television tube but with a high accelerating voltage : from 500 kV to 5 MeV.

Anexo A.8
Planificación y programación de actividades

Tabla A.8.1 Actividades del proyecto

Actividad	Código de Actividad
Análisis de la demanda del método	A
Definición del tamaño de la planta	B
Definición de los equipos de proceso	C
Distribución de las áreas de la planta	D
Análisis económico de la instalación y puesta en marcha de la planta	E
Licitación del diseño de la planta	F
Recepción y selección de la empresa	G
Obtención del permiso de construcción	H
Construcción de la planta	I
Compra y transporte de los equipos	J
Instalación de los equipos	K
Reclutamiento del personal	L
Compra y transporte de los insumos	M
Capacitación del personal	N
Pruebas iniciales	O

Tabla A.8.2 Actividades del proyecto y su duración normal

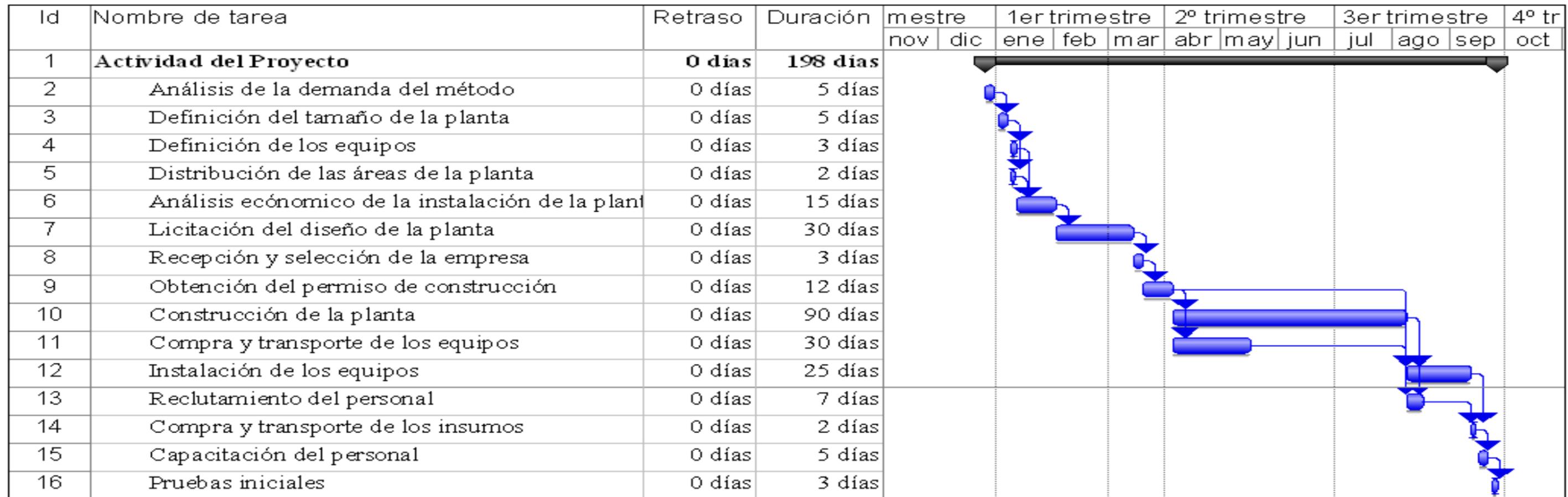
Código de Actividad	Duración normal (días)	Actividad inmediata anterior
A	5	-
B	5	A
C	3	B
D	2	B
E	15	C, D
F	30	E
G	3	F
H	12	G
I	90	H
J	30	H
K	25	I, J
L	7	I, J
M	2	K, L
N	5	M
O	3	N

Tabla A.8.3 Determinación del camino crítico y cálculo de tiempos

Código de Actividad	Duración normal (días)	Inicio más temprano	Inicio más tarde	Finalización más temprano	Finalización más tarde	Holgura (H)
A	5	0	0	5	5	0
B	5	5	5	10	10	0
C	3	10	10	13	13	0
D	2	10	10	12	13	0
E	15	13	13	28	28	0
F	30	28	28	58	58	0
G	3	58	58	61	31	0
H	12	61	61	73	73	0
I	90	73	73	163	163	0
J	30	73	73	103	163	60
K	25	163	163	188	188	0
L	7	163	163	170	188	18
M	2	188	188	190	190	0
N	5	190	190	195	195	0
O	3	195	195	198	198	0

La duración del proyecto es de 198 días en total. Las actividades A, B, C, E, F, G, H, I, K, M, N, O conforman el camino crítico.

Figura A.8.1 Diagrama de ruta crítica



Proyecto: Project1
Fecha: jue 01/03/12

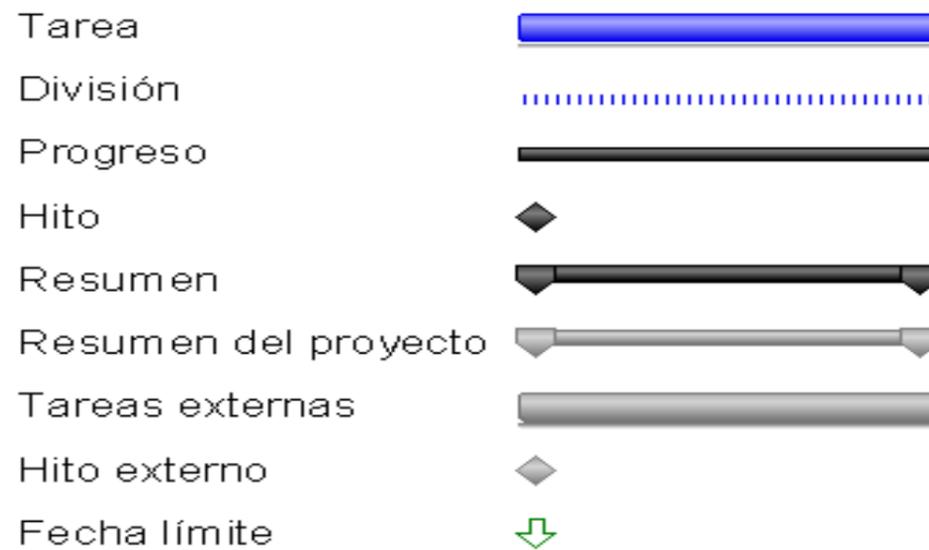
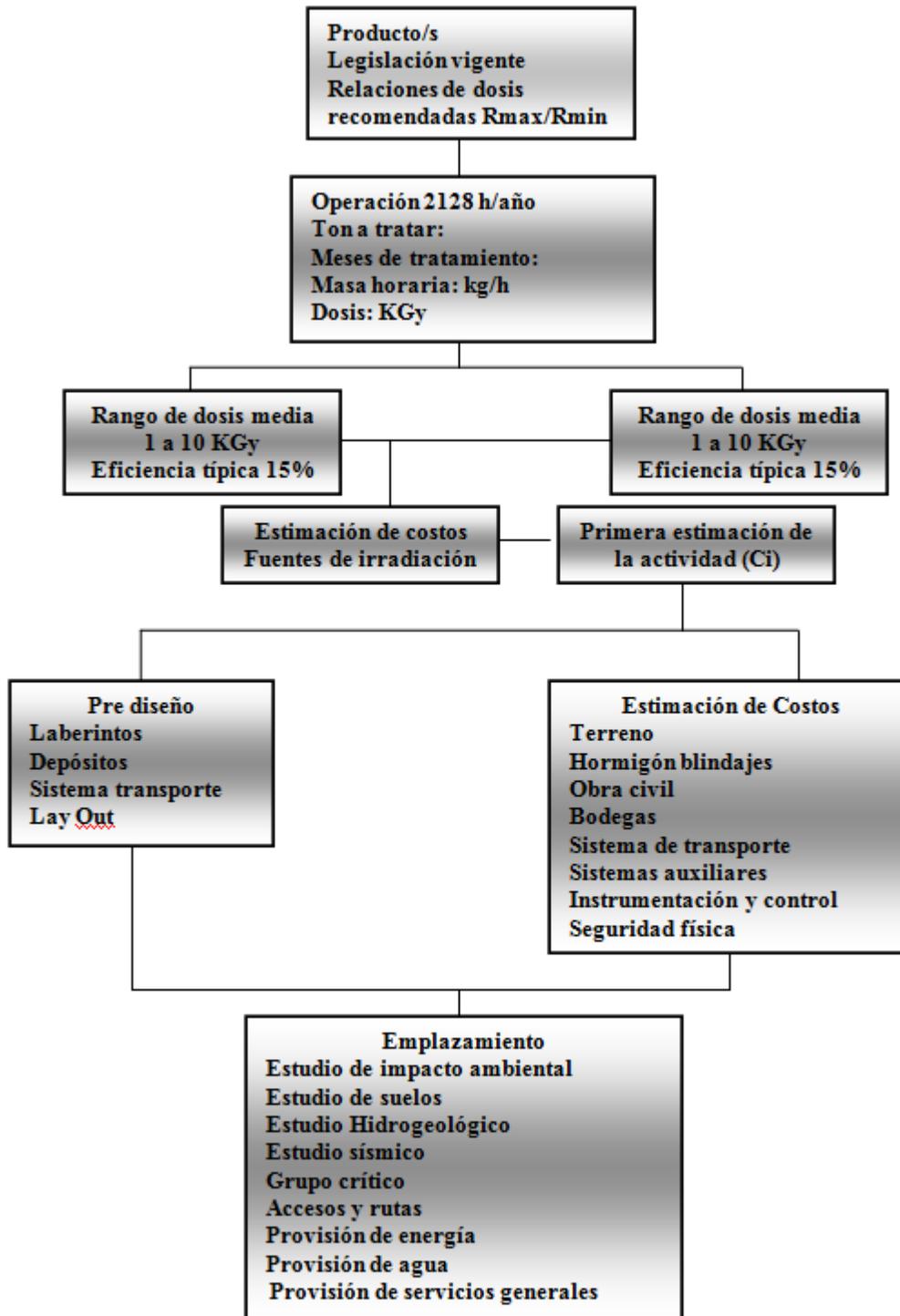
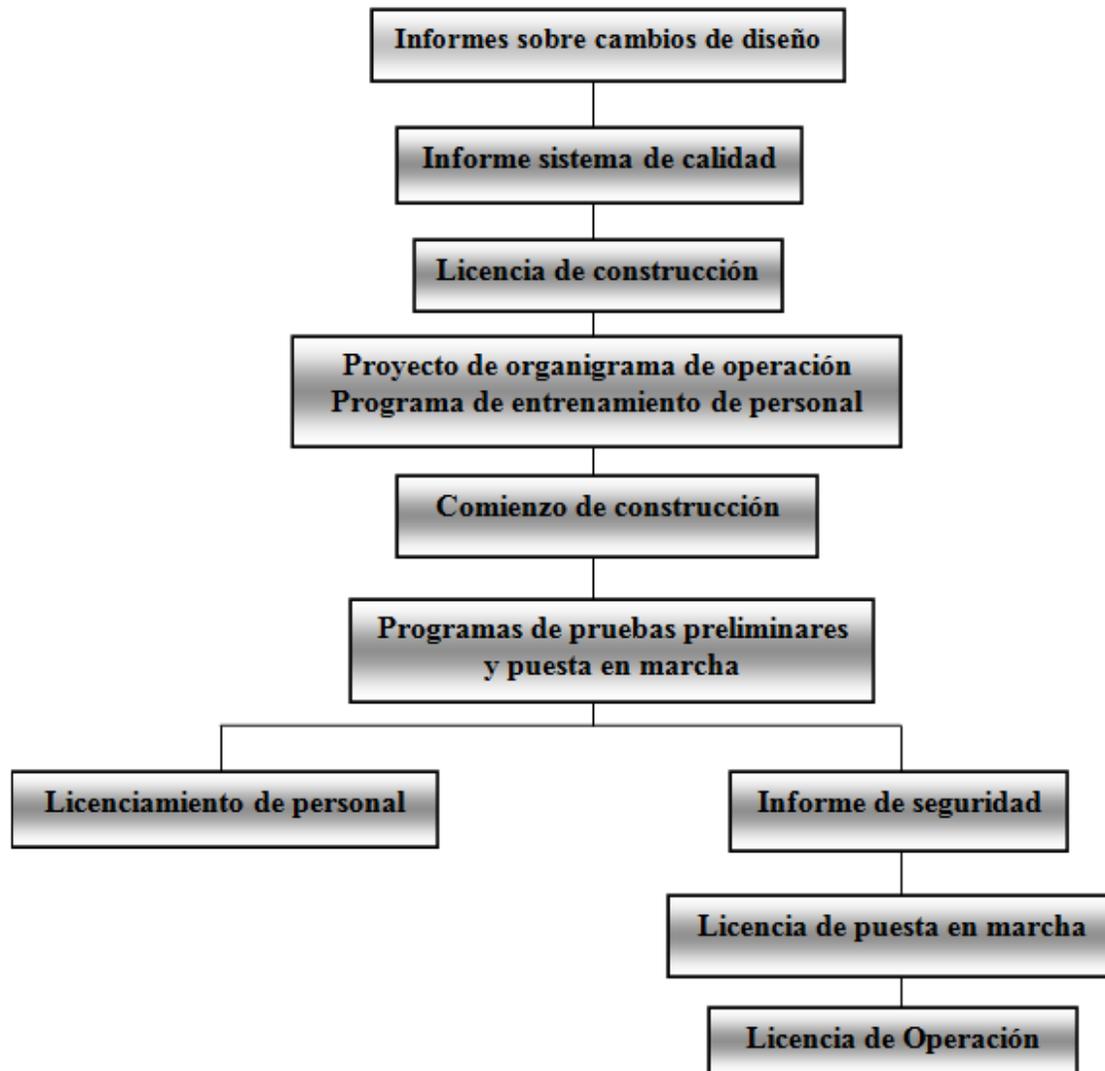


Figura A.8.2 Diseño de planta de irradiación



**Figura A.8.3 Documentación y requisitos hasta la puesta en marcha
Requisitos del ARN**



**Anexo A.9
Cotización**

IBA Industrial in a nutshell



Dynamitron® E-beam Accelerator
Global Partner - Non-Stop Performer

Quotation

Standard Dynamitron® Models 3MeV	
Accelerator and x-ray target:	US\$ 3.1 M
Conveyor and process control system:	US\$ 1.6 M
Radiation shield and ancillary equipment:	US\$ 1.5 M
Total:	US\$ 6.2 M

*These costs include installation and shipping to destination.
Other models may be available on request.*

Gord Ashfield
Vice President, Sales & Marketing, Americas
IBA Industrial
Tel: (631) 903-7365
www.iba-industrial.com

IBA Industrial Locations

Europe - Belgium - Louvain-la-Neuve Americas - USA - New York Asia - China - Beijing
Tel.: +32 10 47 58 92 Tel.: +1 631 254 6800 Tel.: +86 10 8080 9288
E-mail: industrial.eu@iba-group.com E-mail: industrial.us@iba-group.com E-mail: industrial.china@iba-group.com

Copyright IBA 2010 - all rights reserved. IBA is a registered trademark of IBA SA. While all care has been taken to ensure that the information contained in this publication is correct, we accept no responsibility for any inaccuracy and reserve the right to modify this information. Technical specifications are based on standard operating conditions and may be subject to variations.

ANEXO B
SECCIÓN FINANCIERA

Anexo B.1
Activos tangibles de la empresa

Tabla B.1.1 Costo de los equipos y accesorios de proceso

Equipo	Cant.	Costo Unitario (US\$)	5% Fletes (US\$)	Costo total puesto en planta (US\$)
Carretilla Pesadora PCE-PTS 1	2	1,444.00	76.00	3,040.00
Equipo Montacargas	2	24,415.00	1,285.00	51,400.00
Accelerator and x-ray target	1	3,100,000.00	-----	3,100,000.00
Conveyor and process control system	1	1,600,000.00	-----	1,600,000.00
Radiation shield and ancillary equipment	1	1,500,000.00	-----	1,500,000.00
Total:				6,254,440.00

Cotización: IBA Industrial, www.todoequipo.com, www.mercadolibre.com

Tabla B.1.2 Costo del mobiliario para oficinas de la empresa

Mobiliario	Total Requerido	Costo Unitario (US\$)	Costo Total (US\$)
Computadora	10	450.00	4500.00
Impresora	7	60.00	420.00
Teléfono Sencillo	10	10.60	106.00
Escritorio Ejecutivo	10	142.50	1425.00
Sillas de Escritorio	10	29.03	290.30
Archivero	7	142.50	997.50
Fotocopiadora	1	500.00	500.00
Aire acondicionado	8	600.00	4800.00
Papeleras	11	2.80	30.80
Sillas de Espera	25	7.00	175.00
Televisor	6	400.00	2400.00
DVD	6	60.00	360.00
Camioneta (de segunda)	1	7000.00	7000.00
Total			23,004.60

Cotización: Librería Gonder, Auto lote "el Chele", Almacenes Tropigas.

Tabla B.1.3 Costo de Equipos de Laboratorio

Equipos	Total Requerido	Costo Unitario (US\$)	Costo Total (US\$)
Contador Geiger	3	440.00	1320.00
Bancos para mesa de análisis	3	3.00	9.00
Mesa para análisis físico químico	1	18.00	18.00
Horno	1	450.00	450.00
Agarradero o soporte	3	45.00	135.00
pH-metro	1	380.00	380.00
Probetas (25ml, 50ml, 100ml)	1	13.75	13.75
	1	14.45	14.45
	1	17.10	17.10
Botella de Polietileno para agua Destilada (Paquete de 6)	1	22.30	22.30
Beakers (50ml, 100ml) (Paquete de 12)	1	113.28	113.28
	1	120.00	120.00
Matraces Erlenmeyer (Paquete de 12)	1	46.01	46.01
Matraces Volumétricos (25ml, 50ml, 100ml, 250ml)	1	21.52	21.52
	1	27.82	27.82
	1	26.56	26.56
	1	29.19	29.19
Gabachas	3	19.50	58.50
Extintor PQ y CO ₂ de 10 lb	1	139.50	139.50
	1	139.50	139.50
Refractómetro (45-82°Brix)	1	210.00	210.00
Termómetro (0-200 °C)	2	8.30	16.60
Tubos de Ensayo (Caja de 1000)	1	57.00	57.00
Agarradero o soporte	3	45.00	135.00
Total			3,520.08

Cotización: www.colepamer.com

Tabla B.1.4 Costo de accesorios para baños

Accesorios	Total Requerido	Costo Unitario (US\$)	Costo Total (US\$)
Inodoro	9	50.08	450.72
Lavamanos	9	36.93	332.37
Total			783.09

Cotización: Ferretería Lugo

Tabla B.1.5 Gastos de oficina

Accesorio	Unidades por Caja	Cantidad Anual	Costo Unitario (U\$)	Costo Total Anual (U\$)
Resma de Papel (Xerox)	7	12	4.49	377.16
Caja de Lapicero	12	2	1.80	3.60
Engrapadora	1	17	2.75	46.75
Caja de Grapas	5000	6	1.25	7.50
Caja de Folders	100	20	6.75	135.00
Saca grapas	1	17	0.60	10.20
Caja de Clips Normal	100	5	0.35	1.75
Reglas Plásticas	1	17	0.20	3.40
Tijeras	1	17	2.25	38.25
Set de Marcadores Acrílicos + Borrador	20	1	9.00	9.00
Caja Marcadores Permanentes	24	1	10.00	10.00
Tóner para Impresora Láser	1	12	13.00	156.00
Cartucho para Impresora a Color	1	6	22.10	132.60
Tóner para Fotocopiador	1	4	27.50	110.00
Adhesivos	1	10	0.60	6.00
Calculadoras	1	8	14.95	119.58
Correctores	1	34	0.75	25.50
Almohadilla para Sello	1	4	2.50	10.00
Total:				1,202.29

Cotización: Librería Gon Per.

Anexo B.1.1

Costo del terreno y obras civiles

Según el estudio técnico, el área requerida para la instalación de la empresa es de 360.58 m² (516 Vrs²), y el costo del terreno en donde se ha previsto localizar la planta es de US\$ 16,500.00.

La superficie a construir se detalla a continuación:

- a) Nave industrial
 - Área de proceso: 80 m²
 - Área de control de calidad: 10 m²
 - Área de almacén de insumos: 8 m²
 - Área de almacén de producto terminado: 20 m²
 - Área de recepción de productos: 20 m²
 - Área de empaque: 15 m²
 - Área de mantenimiento: 8 m²
 - Sanitarios y vestidores (operarios): 14 m²

- b) Oficinas
 - Gerencia general: 20 m²
 - Gerencia de finanzas: 15 m²
 - Gerencia de RRHH: 15 m²
 - Recepción: 22 m²
 - Sanitarios: 7 m²

- c) Estacionamiento: 35.8 m²
- d) Comedor: 30 m²
- e) Área de vigilancia: 8 m²
- f) Cerca perimetral: 360.58 m²

Tabla C.1.1.1 Costo de obras civiles

Departamento	Área Requerida (m ²)	Costo por m ² (US\$)	Costo Total (US\$)
Nave industrial	175	460.00	80,500.00
Oficinas administrativas	79	460.00	36,340.00
Estacionamiento	35.8	138.00	4,940.40
Comedor	30	460.00	13,800.00
Vigilancia	8	460.00	3,680.00
Cerca perimetral	360.58	138.00	49,760.04
Sub-Total			189,020.44
Imprevistos (2%)			3,780.4088
Total			192,800.85

Cotización: Constructora D'GuerreroIngs, S.A.

Anexo B.1.2

Cálculo de los activos diferidos

La suma de los costos de activos fijos de producción, mobiliario de la empresa y costo del terreno y obras civiles es de US\$ 6,480,176.65 de los cuales se considera un porcentaje de dicha cantidad para algunos de los activos diferidos. (*Evaluación de proyectos, Baca Urbina*)

Planeación e integración del proyecto = 6,487,745.45 x 3% = 194,632.36

Ingeniería del proyecto = 6,254,440.00 x 3.5% = 218,905.40

Supervisión del proyecto = 6,487,745.45 x 1.5% = 97,316.18

Administración del proyecto = 6,487,745.45 x 0.5% = 32,438.73

Tabla B.1.2.1 Activos diferidos

Concepto	Costo (US\$)
Planeación e integración del proyecto	194,632.36
Ingeniería del proyecto	218,905.40
Supervisión del proyecto	97,316.18
Administración del proyecto	32,438.73
Total	543,292.67

Fuente: Urbina G., Evaluación de proyectos, IV Edición

Anexo B.1.3

Análisis de precios

Tabla B.1.3.1. Costos de perecederos de exportación

Productos	Enero a Diciembre 2011		
	Peso Bruto (Ton)	Valor Fob. (US\$)	Precio Unit. (US\$/Ton)
Frutas frescas	177,574.32	114,569,691.16	645.19
Legumbres y hortalizas	77,728.86	22,843,615.14	293.9

Tabla B.1.3.2. Cálculo de precios

	US\$	Porcentaje Aplicable	US\$		US\$	Porcentaje Aplicable	US\$	
Costos de Producción	1,909,939.11	0.003%	50		Costos de Producción	1,909,939.11	0.007%	125
Costos Administrativos	124,062.44	0.02%	25		Costos Administrativos	124,062.44	0.05%	62.50
US\$/Ton	939.09	2.66%	25		US\$/Ton	939.09	6.65%	62.50
Total (US\$/Ton. Irradiada)			100		Total (US\$/Ton. Irradiada)			250

Anexo B.2
Costos de operación

Anexo B.2.1
Costo de producción

Cálculo de los envases por año

Los envases a utilizarse, son cajas de cartón enceradas, para darle mayor seguridad a los alimentos que serán exportados, una vez que se les haya aplicado la dosis de radiación en la planta.

Tabla B.2.1.1 Costo de insumos

Insumos	Costo Unitario (US\$)	2012	2013	2014	2015	2016
Cajas de cartón	0.3	644,416.50	646,156.44	647,901.06	649,650.42	651,404.46
Etiquetas	0.1	214,805.50	215,385.48	215,967.02	216,550.14	217,134.82
Total (US\$)		859,222.00	861,541.92	863,868.08	866,200.56	868,539.28

Fuente: <http://spanish.alibaba.com>

Cálculo energético por área de la planta

Producción

El equipo ha utilizarse para aplicar la radiación, es un acelerador de rayos x, con el nombre de Dynamitron, tiene un gasto energético de 25 Kw por hora, y el equipo operara las 8 horas laborales, entonces el consumo energético es de $25 \text{ Kw} \times 8 \text{ h} = 200 \text{ Kw/día}$.

El alumbrado del área de producción está compuesto por 11 lámparas de 0.025 Kw, las cuales se utilizaran las 8 horas laborales, esto es, $0.025 \text{ Kw} \times 11 \times 8 \text{ h} = 2.2 \text{ Kw/día}$.

La consola que controla las bandas transportadoras, tiene un gasto energético de 4.5 Kw, esto es, $4.5 \text{ Kw} \times 8 \text{ h} = 36 \text{ Kw/día}$.

En el área de producción se contara con 4 computadoras, considerando que una computadora consume 0.15 Kw y permanecerá encendida durante las 8 horas laborales, se tiene $0.15 \text{ Kw/h} \times 8 \text{ h} \times 4 \text{ computadoras} = 4.8 \text{ Kw/día}$.

Administración

Una computadora consume 0.15 Kw/h, considerando que esta permanecerá en uso las ocho horas laborales, y en esta área se cuenta con 6 computadoras, se tiene, $0.15 \text{ Kw/h} \times 8 \text{ h} \times 6 \text{ computadoras} = 7.2 \text{ Kw/día}$.

Se utilizaran 10 lámparas en toda el área administrativa, cada lámpara consume 0.025 Kw, estas iluminaran las 8 horas laborales, esto es, $0.025 \text{ Kw/h} \times 8 \text{ h} \times 10 \text{ lámparas} = 2 \text{ Kw/día}$.

Área perimetral

Se utilizaran 8 lámparas de 0.025 Kw para iluminar por las noches la planta (12h).

$0.025 \text{ Kw} \times 8 \text{ lámparas} \times 12 \text{ h} = 2.4 \text{ Kw/día}$.

Tabla B.2.1.2 Costo de energía eléctrica

Área	Descripción	Kw/día	Kw/año
Producción	Dynamitron, 11 lámparas, bandas transportadoras, 4 computadoras	243	73,872
Administrativa	6 computadoras, 10 lámparas	9.20	2,796.80
Perimetral	Iluminación (8 lámparas)	2.40	729.60
Total		43.62	77,398.40

El costo energético es de US\$ 0.09 / Kw (tarifa de energía industrial), por tanto el costo total anual de electricidad asciende a **US\$ 6,965.86**

Cálculo del costo de agua

Por seguridad e higiene se ha dispuesto de 1.0 m³ de agua por día, destinados para lavar los equipos de proceso después de cada uso, que equivale a 1000 litros.

Por otro lado es indispensable que cada trabajador de planta cuente como máximo con 25 litros de agua potable por día, esto es $0.022 \text{ m}^3 \times 33 \text{ trabajadores} = 0.75 \text{ m}^3/\text{día}$.

Tabla B.2.1.3 Costo de agua

Descripción	Cantidad	m ³ /día	m ³ /año
Lavado de equipos de proceso	Todas las Bandas transportadoras	1.0	304
Personal de la planta	33	0.75	228
Total		1.75	532

Según la tarifa industrial de ENACAL que es de US\$ 0.917 por m³, el costo anual de agua es de **US\$ 487.84**

Tabla B.2.1.4 Costo de mano de obra directa con deducciones

	Gerente de Proceso	Operarios	Jefe Control de Calidad	Analistas de Calidad	Operarios de Mantmtto.	Jefe de Bodega	Ayudantes de Bodega
Cantidad	1	4	1	2	2	1	4
Salario Mensual	28,200.00	12,925.00	12,925.00	10,575.00	10,575.00	12,925.00	7,050.00
Salario Anual	338,400.00	155,100.00	155,100.00	126,900.00	126,900.00	155,100.00	84,600.00
INSS Anual (6.25%)	21,150.00	9,693.75	9,693.75	7,931.25	7,931.25	9,693.75	5,287.50
Salario Bruto Anual	317,250.00	145,406.25	145,406.25	118,968.75	118,968.75	145,406.25	79,312.50
Sobre Exceso	300,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	75,000.00
	17,250.00	45,406.25	45,406.25	18,968.75	18,968.75	45,406.25	4,312.50
Porcentaje Aplicable	25%	15%	15%	15%	15%	15%	10%
	4,312.50	6,810.94	6,810.94	2,845.31	2,845.31	6,810.94	431.25
Impuesto Base	37,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	0.00
IR Anual	41,812.50	9,310.94	9,310.94	5,345.31	5,345.31	9,310.94	431.25
IR Mensual	3,484.3750	775.91	775.91	445.44	445.44	775.91	35.94
(+) Aguinaldo	28,200.00	12,925.00	12,925.00	10,575.00	10,575.00	12,925.00	7,050.00
(+) Vacaciones (30 días)	33,394.74	15,305.92	15,305.92	12,523.03	12,523.03	15,305.92	8,348.68
Salario Anual (C\$)	337,032.24	164,326.23	164,326.23	136,721.46	136,721.46	164,326.23	94,279.93
Salario Anual (US\$)	14,341.80	6,992.61	6,992.61	5,817.93	5,817.93	6,992.61	4,011.91
Total (US\$)	14,341.80	27,970.42	6,992.61	11,635.87	11,635.87	6,992.61	16,047.65
TOTAL: 95,616.82 US\$							

Tabla B.2.1.5 Costo administrativos con deducciones

	Gerente General	Gerentes (Finanzas y RRHH)	Contador / Publicista	Secretarias	Recepcionista	Personal de Limpieza - Chofer	Guardia de Seguridad
Cantidad	1	2	2	2	1	4	6
Salario Mensual	35,250.00	28,200.00	11,750.00	6,580.00	5,405.00	5,170.00	5,170.00
Salario Anual	423,000.00	338,400.00	141,000.00	78,960.00	64,860.00	62,040.00	62,040.00
INSS Anual (6.25%)	26,437.50	21,150.00	8,812.50	4,935.00	4,053.75	3,877.50	3,877.50
Salario Bruto Anual	396,562.50	317,250.00	132,187.50	74,025.00	60,806.25	58,162.50	58,162.50
Sobre Exceso	300,000.00	300,000.00	100,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	96,562.50	17,250.00	32,187.50	-	-	-	-
Porcentaje Aplicable	25%	25%	15%	0%	0%	0%	0%
	24,140.63	4,312.50	4,828.13	-	-	-	-
Impuesto Base	37,500.00	37,500.00	2,500.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IR Anual	61,640.63	41,812.50	7,328.13	-	-	-	-
IR Mensual	5,136.72	3,484.38	610.68	-	-	-	-
(+) Aguinaldo	35,250.00	28,200.00	11,750.00	6,580.00	5,405.00	5,170.00	5,170.00
(+) Vacaciones (30 días)	41,743.42	33,394.74	13,914.47	7,792.11	6,400.66	6,122.37	6,122.37
Feridos (9 días)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,673.42
Transporte y Alimento (365 días)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54,750.00
Salario Anual (C\$)	411,915.30	337,032.24	150,523.85	88,397.11	72,611.91	69,454.87	127,878.29
Salario Anual (US\$)	17,528.31	14,341.80	6,405.27	3,761.58	3,089.87	2,955.53	5,441.63
Total (US\$)	17,528.31	28,683.59	12,810.54	7,523.16	3,089.87	11,822.11	32,649.78
TOTAL (US\$) 114,107.35							

Tabla B.2.1.6 Depreciación y amortización de activos fijos y diferidos

Concepto	Valor	%	2011	2012	2013	2014	2015	VS
Equipos producción	6,254,440.00	10	625,440.00	625,440.00	625,440.00	625,440.00	625,440.00	3,127,240.00
Computadoras	4,500.00	20	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	0
Vehículo	7,000.00	20	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	0
Obra civil	192,800.85	5	9,311.60	9,311.60	9,311.60	9,311.60	9,311.60	146,242.85
Mobiliario de oficina	11,504.60	20	2,300.92	2,300.92	2,300.92	2,300.92	2,300.92	0
Equipos de laboratorio	3,520.08	10	352.00	352.00	352.00	352.00	352.00	1,760.08
Inversión diferida	543,292.67	10	54,329.27	54,329.27	54,329.27	54,329.27	54,329.27	271,646.32
Total			694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79	694,033.79	3,546,889.25

Al valor de salvamento se le adiciona el costo inicial del terreno, ya que este bien mantiene su valor a través del tiempo. Por tanto el valor de salvamento de la empresa es de $3,546,889.25 + 17,500.00 = \text{US\$ } 3,564,389.25$

Anexo B.2.2

Gasto de combustible (producción)

El gasto de combustible dentro del área de producción es el requerido por el equipo montacargas y carretilla pesadora PCE-PTS 1, que según los cálculos el gasto de diesel es 1 galón por día, siendo el precio actual de este por galón de US\$ 5.65

Costo anual = 2 montacargas x 1 galón x 304 días operables x US\$ 5.65 = **US\$ 3,435.20**

Gasto de combustible (administración)

El gasto de combustible dentro del área de administración es el requerido por el vehículo, que según los cálculos el gasto de diesel es 3 galón por día, siendo el precio actual de este por galón de US\$ 5.65

Costo anual = 1 vehículo x 3 galón x 304 días operables x US\$ 5.65 = **US\$ 5,152.80**

Anexo B.2.3

Mantenimiento

El costo de mantenimiento preventivo se considero como el 4 % del valor de los equipos de proceso. (*Baca Urbina, 2001*)

Costo de mantenimiento anual = $0.04 \times (6,254,440.00) = \text{US\$ } 250,177.60$

En este costo va incluido, la recarga del haz de electrones del Dynamitron.

Anexo B.2.4
Otros costos

Este rubro incluye gastos para productos de limpieza, equipos de limpieza, uniformes de trabajo, entre otros.

Otros costos = 300.00 US\$ * 12 meses = **US\$ 3,600.00**

Anexo B.2.5
Costo de Producción

Tabla B.2.5.1 Consolidado del costo de producción anual (US\$)

Año	Insumos	Energía	Agua	Mano de obra	Combustible	Mantenimiento	Depreciación	TOTAL
2012	859,222.00	6,965.86	487.84	95,616.82	3,435.20	250,177.60	694,033.79	1,909,939.11
2013	861,541.92	6,965.86	487.84	95,616.82	3,435.20	250,177.60	694,033.79	1,912,259.03
2014	863,868.08	6,965.86	487.84	95,616.82	3,435.20	250,177.60	694,033.79	1,914,585.19
2015	866,200.56	6,965.86	487.84	95,616.82	3,435.20	250,177.60	694,033.79	1,916,917.67
2016	868,539.28	6,965.86	487.84	95,616.82	3,435.20	250,177.60	694,033.79	1,919,256.39

Costo de Administración

Tabla B.2.5.2 Consolidado del costo de administración anual (US\$)

Año	Salarios Admón.	Combustible Admón.	Gastos de Oficina	Otros Costos	TOTAL
2012	114,107.35	5,152.80	1,202.29	3,600.00	124,062.44
2013	114,107.35	5,152.80	1,202.29	3,600.00	124,062.44
2014	114,107.35	5,152.80	1,202.29	3,600.00	124,062.44
2015	114,107.35	5,152.80	1,202.29	3,600.00	124,062.44
2016	114,107.35	5,152.80	1,202.29	3,600.00	124,062.44

Anexo B.2.6
Costo de Operación

Tabla B.2.6.1 Consolidado de costo de operación anual (US\$)

Año	Costo Producción	Costo administrativos	TOTAL
2012	1,909,939.11	124,062.44	2,034,001.55
2013	1,912,259.03	124,062.44	2,036,321.47
2014	1,914,585.19	124,062.44	2,038,647.63
2015	1,916,917.67	124,062.44	2,040,980.11
2016	1,919,256.39	124,062.44	2,043,318.83

Anexo B.3

Cálculo del capital de trabajo requerido

Se considerarán algunos factores importantes para dicho cálculo, que son:

- a) Costo de un día de existencia de materia prima por ser perecedera
 $\text{US\$ } 57,808,002.95 / 304 \text{ días operables} = \text{US\$ } 190,157.90$

- b) Costo de un día de existencia de productos terminados por ser perecederos
(Producción diaria del 2012) x (costo unitario)
 $(107,402.75 \text{ unidades/año}) \times (1 \text{ año}/304 \text{ días}) \times (\text{US\$ } 100) = \text{US\$ } 35,330.00$

- c) Costo de productos en proceso
(Producción diaria) x (costo unitario)
 $353.30 \text{ ton/día} \times \text{US\$ } 100 = \text{US\$ } 35,330.00$

- d) Dinero disponible para efectuar un mes de pagos acreditados al costo de operación de la empresa.
(Costo operativo de 2012) / 12 meses
 $(\text{US\$ } 2,034,001.55) / 12 \text{ meses} = \text{US\$ } 169,500.13$

Total de capital de trabajo requerido = $190,157.90 + 35,330.00 + 35,330.00 + 169,500.13 = \text{US\$ } 430,318.03$