

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

ESCUELA DE POSGRADO EN CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS

**LA TEORIA DE LAS RESTRICCIONES COMO METODOLOGIA DE
GESTION PARA LA OPTIMIZACION Y EL MEJORAMIENTO
CONTINUO DE LA PRODUCTIVIDAD.**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE (MBA) MAGISTER
EN GERENCIA EMPRESARIAL.**

ING. ESPECIALISTA II MARCELO AUGUSTO UZCATEGUI ANDRADE

DIRECTOR: DR. HUGO BANDA (PhD)

Quito, Mayo 2007

DECLARACION

Yo, Ing. Marcelo Augusto Uzcátegui Andrade, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por normatividad institucional vigente.

Ing. Marcelo Uzcátegui Andrade.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Ing. Marcelo Uzcátegui Andrade, bajo mi supervisión.

Dr. Hugo Banda (PhD)

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento personal en primer lugar al Departamento de Ciencias Nucleares por el apoyo inicial recibido en el desarrollo del presente proyecto y muy especialmente al Dr. Hugo Banda por su valiosa guía en la Dirección del mismo.

DEDICATORIA

El presente trabajo esta dedicado a la memoria del Dr. Edgar Uzcátegui Andrade (PhD), primer profesional graduado por la Escuela Politécnica Nacional en llegar a tan alta distinción científica, en segundo lugar a mi esposa la Tlga. Elizabeth Venegas por haberme proporcionado el impulso inicial y por haber sido el soporte de mi familia durante todos estos años de sacrificio, trabajo y dedicación, así como también a mis dos pequeños hijos Christian y David Uzcátegui.

CONTENIDO

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 Reseña histórica del proyecto ECU 08-014 “Radiation Technology”	1
1.2 La teoría de las restricciones (TOC).....	2

CAPITULO 2

DIAGNOSTICO ORGANIZACIONAL Y DEL SECTOR

2.1 El Sector Industrial.....	13
2.2 La Cadena de valor del laboratorio.....	18
2.3 Análisis FODA.....	24
2.4 Estadísticas generales de los ingresos percibidos por el Acelerador en los últimos años y meses hasta el 2006.....	38

CAPITULO 3

APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA TEORIA DE LAS RESTRICCIONES EN LA GESTION DE OPTIMIZACION DEL THROUGHPUT Y EL MEJORAMIENTO CONTINUO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ACELERADOR DE ELECTRONES.

3.1 Identificación de las variables e insumos de entrada del sistema de producción.	67
3.2 Marco Teórico Conceptual.....	71
3.3 Análisis de cada uno de los parámetros involucrados en la Dosis Absorbida.....	78
3.4 Medición real de la Dosis Absorbida.....	80
3.5 Medición de velocidad en función del voltaje aplicado al motor del transportador central.....	84
3.6 Análisis de las restricciones o cuellos de botella que podrían presentar los transportadores 1 y 3 de entrada y salida de producto.....	88
3.7 Identificación de los 3 dineros de la TOC aplicadas al servicio que presta el Acelerador de Electrones.....	90

CAPITULO 4

ENFOQUE GENERAL DE LA PROBLEMÁTICA, PLANTEAMIENTO DEL OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESTRATEGICOS, DESARROLLO DE LOS PLANES OPERATIVOS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO.

4.1 Resumen general de la problemática.....	120
4.2 Objetivo general.....	121
4.3 Objetivos estratégicos.....	121
4.4 Desarrollo del Plan Operativo para cada uno de los objetivos específicos como una solución general a la problemática del throughput.....	122

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

5.1 Reflexiones generales.....	175
5.2 Cuatro pilares clave.....	177
5.3 Recomendaciones.....	178
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	180
ANEXOS.....	182

RESUMEN

El Presente proyecto de titulación tiene como propósito fundamental la aplicación directa de la filosofía de la “Teoría de la Restricciones” y el “Método Científico” con el fin de lograr a corto y largo plazo un incremento del Throughput (ingresos), como también de la productividad y la mejora continua en los servicios de extensión que desarrolla el laboratorio del Acelerador de Electrones de la EPN.

Para esto se realizó una investigación general del Sector industrial especialmente en el campo de la descontaminación de alimentos y la esterilización de insumos médicos, como también un verdadero análisis situacional del laboratorio (mediante el análisis de la matriz FODA) a partir de algunos años atrás hasta la presente fecha.

La investigación continua con la ayuda ineludible de una herramienta fundamental como es la “Estrategia Competitiva” de Michael Porter, analizada básicamente en lo que respecta de las “Actividades Primarias” y la “Cadena de valor” de la facilidad, y complementada con un verdadero análisis de la “Fijación estratégica de Precios”.

Seguidamente se analiza la problemática en general y se establecen un Objetivo general y varios Objetivos Estratégicos, se presentan varias soluciones para poder llevar adelante los Objetivos estratégicos con la implementación de Planes Operativos a corto, mediano y largo plazo.

Y como complemento a todo el trabajo de investigación se ha desarrollado un software en EXCEL para poder llevar adelante la logística de entrada y la fijación de precios para cualquier tipo de servicio por parte de la facilidad.

Finalmente y en especial para los laboratorios que hacen extensión en la EPN, se recomienda seguir una metodología de carácter general a fin de que puedan adoptarla, con la seguridad de que con su aplicación práctica, logren encontrar donde se encuentran sus verdaderos cuellos de botella, y puedan solucionar grandes problemas.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 RESEÑA HISTORICA DEL PROYECTO ECU 08-14 “RADIATION TECHNOLOGY”.

Desde 1991, la Escuela Politécnica Nacional puso en funcionamiento a la disposición de la industria Ecuatoriana los servicios de esterilización y descontaminación de alimentos, mediante la instalación de un acelerador de electrones, a través del proyecto ECU 08-14 “**Tecnología de Radiaciones**” propuesto por el Instituto de Ciencias Nucleares de la EPN y con el financiamiento directo del Organismo Internacional de Energía Atómica.

Este acelerador de características ELU-6U de 7 Mev (megaelectrón-voltios) de energía nominal, ha venido operando sin mayores inconvenientes durante estos últimos 16 años, uno de los problemas que tuvimos que enfrentar es que la tecnología diseñada y desarrollada para esta facilidad era aproximadamente de la era espacial Rusa, es decir que los estándares tecnológicos respondían a los europeos con 380 V y 50 Hz de frecuencia, lo cual constituía un serio problema para una facilidad que consumía una potencia de 60 KVA. Además se tuvo que diseñar y construir por parte de la Politécnica el BUNKER donde iba a estar el cuarto de radiación, el mismo que debía tener un espesor en las paredes de por lo menos 1,5 m, para evitar que emisiones secundarias de radiación puedan salir al exterior y especialmente al cuarto de control y al área de carga y descarga de producto en donde se encuentra el operador del acelerador y los obreros que realizan el montaje de productos en el transportador externo.

Es importante recalcar que todo el diseño de ingeniería civil del BUNKER como de los sistemas adicionales de control tales como ventilación y extracción de aire, torre de enfriamiento de agua, sistemas electromecánicos como el cerrado y abierto de

puertas, compresión de aire, tomacorrientes, encendido de luces, circuito cerrado de televisión, bombas de circulación de agua, manejo del transportador central para variación de velocidad del transportador central, etc., fueron diseñados y construidos por la Escuela Politécnica Nacional con el personal de ingenieros del acelerador y con tecnología industrial puramente Ecuatoriana, lo cual nos hace merecedores de una alta eficiencia en el manejo de nueva tecnología.

La instalación del acelerador de electrones tuvo una duración de aproximadamente un año en donde, después de haber estado embodegado durante 10 años en las instalaciones de la mecánica de San Bartolo (perteneciente a la Escuela Politécnica Nacional) al sur de Quito, fue traído en piezas y en módulos separados mediante el sistema de transportación de trailer.

Una vez transportado hasta las instalaciones de la EPN y conjuntamente con los expertos soviéticos y la contraparte técnica ecuatoriana, se procedió a la instalación pieza por pieza, modulo por módulo de la compleja y demorada instalación del acelerador, la misma que concluyo un año después, con la puesta en operación, y con un tiempo de corrido interrumpido de 24 horas “run time”.

Después de un par de meses de entrenamiento al personal técnico ecuatoriano, el complejo sistema del acelerador de electrones, paso a manos de la Escuela Politécnica Nacional, y desde entonces ha prestado el servicio a la industria de alimentos, hospitales, clínicas, fundaciones, etc, especialmente con dos tipos de servicio, el de descontaminación de especerías, a las industrias procesadoras de alimentos y el servicio de esterilización de toda clase de insumos médicos, para los hospitales, clínicas, centros de salud, y empresas de fabricación de guantes, batas quirúrgicas, etc.

1.2 LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

La Teoría de las restricciones fue descrita por primera vez por Eliyahu Goldratt al principio de los 80 y desde entonces ha sido ampliamente utilizada en la industria. Es un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto

para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar. Está basada en el simple hecho de que los procesos multitarea, de cualquier ámbito, solo se mueven a la velocidad del paso más lento. La manera de acelerar el proceso es utilizar un catalizador de ese paso más lento y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo. En la descripción de esta teoría estos factores limitantes se denominan **restricciones o "cuellos de botella"**.

Por supuesto las restricciones pueden ser un individuo, un equipo, una pieza de un aparato o una política local, o la ausencia de alguna herramienta o pieza de algún aparato.

La idea medular es que en toda empresa hay, por lo menos, una restricción. Si así no fuera así, generaría ganancias ilimitadas. Siendo las restricciones factores que bloquean a la empresa en la obtención de más ganancias, toda gestión que apunte a ese objetivo debe gerenciar focalizándose en las restricciones. Lo cierto es que TOC es una metodología sistémica de gestión y mejora continua de una empresa. En pocas palabras, se basa en las siguientes ideas:

La Meta de cualquier empresa con **fines de lucro es ganar dinero de forma sostenida**, esto es, satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas. Si no gana una cantidad ilimitada es porque algo se lo está impidiendo: sus restricciones.

Contrariamente a lo que parece, en toda empresa existen sólo unas pocas restricciones que le impiden ganar más dinero. Restricción no es sinónimo de recurso escaso. Es imposible tener una cantidad infinita de recursos, muchas veces lo que le impide a una organización alcanzar su más alto desempeño en relación a su Meta, son en general criterios de decisión erróneos.

1.2.1 COMO MEJORAR LA PRODUCCION CON LA TOC.

La Teoría de las Restricciones desarrollada a partir de su "Programa de Optimización de la Productividad", parte del análisis de que la meta es ganar dinero, y para hacerlo es necesario elevar el throughput; pero como este está limitado por los cuellos de botella, E. Goldratt concentra su atención en ellos.

Producir para lograr un aprovechamiento integral de la capacidad instalada, lleva a la planta industrial en sentido contrario a la meta si esas unidades no pueden ser vendidas. La razón dentro del esquema de E. Goldratt es muy sencilla: se elevan los inventarios, se elevan los gastos de operación y permanece constante el throughput; exactamente lo contrario a lo que se definió como meta. E. Goldratt sostiene que todo el mundo cree que una solución a esto sería tener una planta balanceada (figura 1.1), entendiendo por tal, una planta donde la capacidad de todos y cada uno de los recursos está en exacta concordancia con la demanda del mercado.



Figura 1.1

Esta pareciera ser la solución ideal, cada recurso genera costos por una capacidad de 100 unidades, que se absorben plenamente porque cada recurso necesita fabricar 100 unidades que es la demanda del mercado.

A partir de esta teórica solución, las empresas intentan por todos los medios balancear sus plantas industriales, tratando de igualar la capacidad de cada uno de los recursos con la demanda del mercado. Pero que pasaría si tenemos un recurso productivo 1 que esta fabricando 150 unidades y la demanda de mercado se mantiene en 100. (ver Fig. 1.2)



Figura 1.2

Suponiendo que sea posible, deberíamos disminuir la capacidad de producción del recurso productivo uno, de 150 unidades a 100 unidades. De esta manera,

disminuyen los gastos de operación y supuestamente permanecen constantes los inventarios y el throughput.

Pero según E. Goldratt todo esto constituye un gravísimo error. Igualar la capacidad de cada uno de los recursos productivos a la demanda del mercado implica inexorablemente perder throughput y elevar los inventarios.

Las razones expuestas son las siguientes: E. Goldratt distingue dos fenómenos denominados

Eventos Dependientes: Es un evento o una serie de eventos deben llevarse a cabo antes de que otro pueda comenzar. Para atender una demanda de 100 previamente es necesario que el recurso productivo numero dos fabrique 100 unidades y antes que este, es necesario, que lo mismo haga el recurso productivo numero uno.

Fluctuaciones Estadísticas: suponer que los eventos dependientes se van a producir sin ningún tipo de alteración es una utopía. Existen fluctuaciones que afectan los niveles de actividad de los distintos recursos productivos, como ser: calidad de la materia prima, ausentismo del personal, rotura de máquinas, corte de energía eléctrica, faltante de materia prima e incluso disminución de la demanda(ver Fig. 1.3)

La combinación de estos dos fenómenos, genera un desajuste inevitable cuando la planta está balanceada, produciendo la pérdida de throughput y el incremento de inventarios.



Figura 1.3

Se puede señalar entonces que TOC se está aplicando con éxito en muchos países y en todos los aspectos de la actividad empresarial: Operaciones (bienes y servicios), Supply Chain Management, Gestión de Proyectos, Toma de Decisiones, Marketing y

Ventas, Gestión Estratégica y Recursos Humanos. No cabe la menor duda de que con la identificación y adecuada gestión de las restricciones se consiguen mejoras significativas en poco tiempo.

Para lograr la meta más rápidamente es necesario romper con varios paradigmas. Los más comunes son:

Operar el sistema como si se formara de “eslabones” independientes, en lugar de una cadena. Tomar decisiones, entre ellas la fijación de precios, en función del costo contable, en lugar de hacerlo en función de la contribución a la meta (Throughput). Requerimientos de una gran cantidad (océanos) de datos cuando se necesitan de pocos relevantes. Copiar soluciones de otros sistemas en lugar de desarrollar soluciones propias en base a metodologías de relaciones lógicas de “**efecto-causa-efecto**”.

La continuidad en la búsqueda de la mejora requiere de un sistema de medición y de un método que involucre y fomente la participación del personal. Para definir el sistema de medición se requiere definir el set de indicadores de meta. En TOC, la meta de una empresa es ganar dinero ahora y siempre. La medición de la meta se realizará a través de los indicadores; **Throughput (T), Inventarios (I), y Gastos Operativos (GO)**.

El método recomendado por TOC es el **Socrático**, el cual fomenta la participación del personal, el desarrollo de soluciones propias, y el trabajo en equipo. TOC favorece la aplicación de metodologías que impliquen el desarrollo del “know how”, en lugar de la utilización de consultores externos.

1.2.2 ENFOQUE SISTEMÁTICO DE LA TOC

a) Identificar las restricciones del sistema: una restricción es una variable que condiciona un curso de acción. Pueden haber distintos tipos de restricciones, siendo las más comunes, las de tipo físico: maquinarias, materia prima, mano de obra, Gerencia, etc.

b) Explotar las restricciones del sistema: implica buscar la forma de

obtener la mayor producción posible de la restricción.

c) **Subordinar todo a la restricción anterior:** todo el esquema debe funcionar al ritmo que marca la restricción (tambor).

d) **Elevar las restricciones del sistema:** implica encarar un programa de mejoramiento del nivel de actividad de la restricción. Ej. Tercerizar

e) **Si en las etapas previas se elimina una restricción volver al paso a:**

1.2.3 COMO IDENTIFICAR LAS RESTRICCIONES.

- **Recurso cuello de botella.:** es aquel cuya capacidad es menor o igual a la demanda que hay de él.

- **Recurso no cuello de botella:** es aquel cuya capacidad es mayor que la demanda que hay de él.

Los cuellos de botella no son ni negativos ni positivos, son una realidad y hay que utilizarlos para manejar el flujo del sistema productivo. Según E. Goldratt, y en esto coincidimos, lo que determina la capacidad de la planta es la capacidad del recurso cuello de botella. **La clave consiste en aprovechar al máximo los cuellos de botella; una hora perdida en este tipo de recursos es una hora perdida en todo el sistema productivo. Los cuellos de botella deben trabajar prioritariamente en productos que impliquen un aumento inmediato del throughput y no en productos que antes de convertirse en throughput serán inventarios. Pero ocuparse de los cuellos de botella no implica descuidar aquellos que no lo son, porque dejarlos fabricar libremente aumenta los inventarios y los gastos de operación innecesariamente.**

La clave de TOC es que la operación de cualquier sistema complejo consiste en realidad en una gran cadena de recursos inter-dependientes (máquinas, centros de trabajo, instalaciones) pero solo unos pocos de ellos, los cuellos botella (llamados restricciones) condicionan la salida de toda la producción. Reconocer esta interdependencia y el papel clave de los cuellos de botella es el primer paso que las

compañías que implementan la TOC, tienen que dar para crear soluciones simples y comprensibles para sus complejos problemas.

En el lenguaje de TOC, los cuellos de botella (restricciones) que determinan la salida de la producción son llamados Drums (tambores), ya que ellos determinan la capacidad de producción (como el ritmo de un tambor en un desfile).

1.2.4 TIPOS DE RESTRICCIÓN Y LA FILOSOFÍA DE LOS TRES DINEROS.

Restricción es cualquier elemento que limita al sistema en el logro de su meta de generar dinero.

Todo sistema o empresa tiene restricciones.

Restricción de Mercado: La demanda máxima de un producto está limitada por el mercado. Satisfacerla depende de la capacidad del sistema para cubrir los factores de éxito establecidos (precio, rapidez de respuesta, etc.).

Restricción de Materiales: El Throughput se limita por la disponibilidad de materiales en cantidad y calidad adecuada. La falta de material en el corto plazo es resultado de mala programación, asignación o calidad.

Restricción de Capacidad: Es el resultado de tener equipo con capacidad que no satisface la demanda requerida de ellos.

Restricción Logística: Restricción inherente en el sistema de planeación y control de producción. Las reglas de decisión y parámetros establecidos en éste sistema pueden afectar desfavorablemente en el flujo suave de la producción.

Restricción Administrativa: Estrategias y políticas definidas por la empresa que limitan la generación de Throughput.

Restricción de Comportamiento: Actitudes y comportamientos del personal. La actitud de “estar ocupado todo el tiempo” y la tendencia a trabajar lo fácil.

Por lo anterior, "La Meta" de las empresas normalmente se expresa en alguna relación con la generación de utilidades. Esta META normalmente se expresa como Rendimiento Efectivo de la Inversión (REI), que significa: qué tanto rinde el dinero invertido en la empresa por encima del costo normal del dinero (bancos). Si la empresa está en la bolsa de valores, el medidor de la meta es Valor Económico Agregado (VEA) que es una versión más estricta que el "REI" ya que considera el rendimiento por acción.

Para el medidor de "La Meta" que tomaremos como el "REI" necesitamos primero definir algunos parámetros, por lo que hablaremos de "Los 3 Dineros":

1 El Dinero Generado o "TRUPUT" (T), que es el diferencial entre la "Venta Neta" (Ingresos) y el "Costo de los Insumos 100% Directos", por el período de tiempo que se trata (normalmente por mes).

2 El Dinero Invertido por el sistema o "INVENTARIO" (I), que comprende el valor de todos los activos y de los inventarios al costo de sus materias primas 100% directas, incluso las cuentas por cobrar.

3 El Dinero Gastado por el sistema o "GASTOS OPERATIVOS" (GO), que comprende:

todo el dinero gastado, incluyendo: sueldos, salarios, desperdicios, energía, depreciaciones, impuestos y todo lo demás.

Dados estos 3 dineros, que normalmente comprenden todos los dineros operativos de una empresa, podemos definir la meta de la siguiente forma:

UTILIDAD = T-GO

RENTABILIDAD = (T-GO)/I en otras palabras (ROI)

Dada la ecuación de rentabilidad, si la empresa tiene una rentabilidad del 35% anual y el banco está prestando al 25% anual, entonces el "Rendimiento Efectivo de la Inversión" REI = 10%.

No importan los nombres que E.Goldratt haya utilizado para los parámetros. Lo importante es saber qué entiende por cada uno de ellos.

Throughput (T).- es la velocidad a la cual el sistema genera dinero a través de las ventas o servicios. Una unidad producida y no vendida no genera Throughput. En la forma más general:

T = Ventas (Ingresos reales) – materia prima- servicios a terceros.

Inventario (I) .- es todo el dinero que se ha invertido en el sistema, en comprar cosas que se espera vender, o tiene la posibilidad de vender aunque no sea su objetivo. Se incluye el valor residual de los bienes de uso. En formula.

I = Activos Totales.

Gastos de Operación (GO).- Es todo el dinero que el sistema gasta para obtener el producto terminado y vendido es decir para transformar el inventario en throughput.

GO=gastos fijos + gastos variables+desperdicios+energía+depreciaciones+etc.

En síntesis, E. Goldratt define: un parámetro para el dinero que ingresa (throughput), otro para el dinero que permanece inmovilizado (inventario), y finalmente un parámetro para el dinero que sale (gastos de operación).

A partir de esto, entiende que se avanza en términos de la meta, en la medida que se aumente el throughput y se disminuyan los inventarios y los gastos de operación, poniendo especial énfasis en la relación que existe entre los parámetros; de esta manera:

GANANCIA NETA = THROUGHPUT- GASTOS DE OPERACIÓN

ROI = GANANCIA NETA/INVENTARIOS (ACTIVOS TOTALES).

Y sobre estas relaciones se concluye: si aumenta el throughput y no se modifican desfavorablemente los inventarios y los gastos de operación, se aumenta la ganancia neta, el retorno sobre el capital invertido y el flujo de caja; lo mismo ocurre si bajan los gastos de operación y no se modifican desfavorablemente el throughput y los inventarios; en cambio si bajan los inventarios y no se modifican desfavorablemente el throughput y los gastos de operación, solamente se afecta el retorno sobre el capital invertido y el flujo de caja, permaneciendo inalterable la ganancia neta.

1.2.5 CONCLUSIONES Y VENTAJAS EN LA APLICACION DE LA TOC

1. En primer lugar la Meta principal es ganar dinero hoy, pero seguir ganando también mañana y si es posible mucho más.
2. Necesitamos medidas para saber que tan bien lo estamos haciendo para el alcance de la meta principal. Una vieja máxima del control de procesos dice: “**no puedes controlar lo que no puedes medir**”. Entonces si la meta es tener más ingresos, la medición debe realizarse en función del ingreso.
3. Dentro de las medidas tradicionales son: esta la **Ganancia neta** que es el monto generado menos el gasto, y el **Retorno de la inversión.(ROI)** la relación de la ganancia sobre el monto de lo invertido en la empresa en un período de tiempo. Ni la Ganancia ni el ROI son medidas que nos ayuden particularmente a determinar el impacto sobre las decisiones de optimización de la producción, porque contablemente el Balance de Resultados y el Balance General son conocidos normalmente en el lapso de un año y son expresados como cifras monetarias puramente frías, en el sentido de que no se ha escudriñado mucho más internamente en las Actividades primarias de la empresa y mucho más allá aquellas que se encuentran íntimamente relacionadas con el aumento del ingreso dentro del proceso de Operaciones.
4. La gran pregunta: Cuál será la consecuencia sobre mi ganancia y mi ROI si decido trabajar horas extras en uno o varios recursos, o cambiando algunos de los parámetros de producción la semana que viene ?

5. Cuando una empresa no esta ganando dinero o esta perdiendo. Cuál es la medida que típicamente se toma para cambiar esta tendencia, evidentemente bajar los Gastos operativos, es mas sencillo bajar los gastos operativos que incrementar los ingresos o (T). Aumentar el (T) es el resultado de que en la empresa se trabaje conjuntamente para dar servicio de calidad y a tiempo oportuno. De ahí que cortar los gastos es solo una táctica a corto plazo, que tendrá consecuencias impredecibles a largo plazo.
6. Una estrategia a largo plazo es focalizar sobre el (T) ingreso debido a que es la mejor manera de aumentar el ingreso Neto y mejorar continuamente el estado de la Compañía. Así es que nuestra decisión en el desarrollo del presente trabajo se encuentra en maximizar el (T) o ingreso o el Throughput del Laboratorio, además de ver otros factores para el aumento de la productividad.

CAPITULO 2

DIAGNOSTICO ORGANIZACIONAL Y DEL SECTOR.

2.1 EL SECTOR INDUSTRIAL.

2.1.1 INDUSTRIA DE ALIMENTOS

Durante décadas en el Ecuador y en los países del área andina, prácticamente hasta la presente fecha se han venido llevando los procesos de esterilización y descontaminación para la industria alimenticia y farmacéutica, mediante técnicas convencionales.

Así tenemos por ejemplo en la descontaminación de especerías se utilizan procesos físico-químicos para bajar la carga microbiana, como también secados al sol del producto en grandes áreas, de tal manera que la radiación solar (básicamente infrarroja y ultravioleta), penetre directamente en el producto a descontaminarse produciendo un considerable descenso en cierto tipo de microorganismos tales como bacterias, hongos que presentan esta sensibilidad a este tipo de radiación.

Actualmente la tecnología esta haciendo uso de una nueva forma de descontaminación de alimentos mediante el uso de pulsos de luz, tal como lo manifiesta la revista europea AZTI-Tecnalia.

“Los Pulsos de Luz, es una nueva tecnología de descontaminación de alimentos, basada en la aplicación de destellos de luz con una banda espectral comprendida entre 200 y 1000 nm. Los resultados obtenidos hasta la fecha en sistemas modelo, muestran el interés de esta tecnología, ya que se han observado reducciones microbianas importantes con tratamientos muy cortos (menos de un segundo). La optimización de esta tecnología y la descripción detallada de los efectos de este proceso sobre los productos pesqueros, podrían permitir en un futuro su aplicación para mejorar la calidad y seguridad de estos productos, así como prolongar su vida útil.”

Sin embargo esta nueva tecnología de lo que se conoce no se la esta aplicando actualmente en nuestro país, por lo que los métodos convencionales aparentemente siguen siendo los más eficaces para ciertos productores de tipo artesanal.

Adicionalmente en Ecuador la mayoría de empresas de alimentos realizan la descontaminación de especerías mediante el uso de hornos a medianas temperaturas, a excepción de ciertas empresas que han venido trabajando con nosotros durante algunos años y que son las que conocen a ciencia cierta las bondades que presta el Acelerador de Electrones.

2.1.2 INDUSTRIA DE LA MEDICINA.

Dentro de este campo, la gran mayoría de hospitales y clínicas en general, al menos en la ciudad de Quito, y con seguridad en el resto del País, realizan sus procesos de esterilización mediante la aplicación de métodos tradicionales. Básicamente existen actualmente 3 métodos importantes de esterilización: el uso de uso de autoclaves, óxido de etileno y recientemente la tecnología de plasma ha implementado el uso del peróxido de hidrógeno.

2.1.2.1 Autoclaves.

Una autoclave es un dispositivo que sirve para esterilizar material médico o de laboratorio, utilizando vapor de agua a alta presión y temperatura para ello. La utilización de una autoclave inactiva todos los virus y bacterias, aunque recientemente se ha llegado a saber de algunos microorganismos, así como los [priones](#), pueden soportar las temperaturas de autoclave.

Las autoclaves funcionan permitiendo la entrada o generación de vapor de agua pero restringiendo su salida, hasta obtener una presión interna de 103 [kiloPa](#), lo cual provoca que el vapor alcance una temperatura de 121 [grados centígrados](#). Un tiempo típico de [esterilización](#) a esta [temperatura](#) y [presión](#) es de 15 minutos.

2.1.2.2 Oxido de Etileno.

El ciclo automático de esterilización tiene una duración variable entre 2 y 4 horas en función de la temperatura de trabajo y consta fundamentalmente de: prehumidificación y acondicionamiento de la presión, entrada de gas, eliminación

forzada del gas y vacíos posteriores. Su uso es muy cuestionado debido principalmente a la toxicidad que presenta, habiéndose propuesto algunos sistemas alternativos como el plasma gas o el ácido peracético, aunque no puedan considerarse sustitutos al 100% del óxido de etileno.

El óxido de etileno es un irritante cutáneo y de las mucosas, el contacto directo con el cual puede producir quemaduras químicas y reacciones alérgicas. La intoxicación aguda por OE puede producir, según la intensidad de la exposición, irritación en los ojos, nariz, garganta y sequedad de boca, problemas gastrointestinales (náuseas, vómitos), neuralgias y cefaleas. Los síntomas aparecen después de un período de latencia de algunas horas, no habiendo señales de alarma durante la exposición. Encefalopatías, polineuritis y otros trastornos neurológicos también han sido descritos como producto de intoxicaciones crónicas por OE. La confrontación entre los estudios hechos con animales y los datos epidemiológicos disponibles han determinado la consideración del OE como una sustancia que puede causar cáncer y alteraciones genéticas hereditarias, aunque muchas veces, sus efectos pueden estar enmascarados por la presencia en el ambiente de otros contaminantes genotóxicos.

2.1.2.3 Peróxido de Hidrógeno

El sistema de esterilización por plasma de peróxido de hidrógeno, utiliza una sinergia descubierta entre el peróxido de hidrógeno y gas plasma a baja temperatura para inactivar microorganismos en forma rápida y remover residuos peligrosos. Al término del proceso de esterilización con esta tóxicos en los artículos esterilizados. Esta tecnología es particularmente útil para la esterilización de instrumentos termolábiles y sensibles a la humedad dado que la temperatura de esterilización de baja humedad. El tiempo total del proceso es menor a una hora (45 a 55 minutos).

2.1.2.4 Acelerador de electrones

En el caso de los procesos de esterilización con radiaciones ionizantes (caso particular del acelerador de electrones) el constante bombardeo de los electrones de alta energía producirá en cualquier tipo de ser viviente, humano, bacterias, virus, etc

la destrucción total o parcial de las moléculas de ADN y ARN, las cuales representan genéticamente los elementos fundamentales de la vida misma.

En el caso de los seres inferiores, el ataque de la radiación ionizante es casi de inmediato, produciendo la ruptura de las cadenas de ADN y la subsiguiente incapacidad de reproducción y finalmente la muerte. Esta es la forma en que se llega a esterilizar los implementos médicos.

En los seres superiores tales como los animales y el hombre, los efectos producidos dependiendo de la dosis de radiación que haya recibido pueden ser de tipo estocástico, es decir aleatorio, y además dependen del tipo de radiación recibida (Dosis Equivalente) como también del órgano o tejido del cuerpo (Dosis Efectiva) que haya recibido dicha dosis de radiación, produciéndose los efectos completamente al azar, de los cuales el ser humano podría reaccionar de manera diferente al de los microorganismos, pudiéndose bajo ciertas condiciones favorables, reestablecer casi en su totalidad la parte del cuerpo que ha sido expuesta, o por el contrario la posibilidad de cambiar la estructura genética y la consecuente degeneración de órgano o tejido expuesto degradando su estructura celular en un tumor maligno (cualquier tipo de cáncer), e inclusive la probabilidad de muerte bajo grandes exposiciones de radiación, tales como las que emiten las fuentes de Cobalto 60.

2.1.3 DIFERENCIAS FUNDAMENTALES ENTRE LOS METODOS TRADICIONALES PARA LA ESTERILIZACIÓN Y DESCONTAMINACION DE ALIMENTOS Y LA UTILIZACIÓN DE RADIACION BETA DE UN ACELERADOR DE ELECTRONES.

- En primer lugar estamos trabajando con tecnología de punta dentro de los usos pacíficos de la Energía Atómica y con un sistema de radiación totalmente controlado en comparación con la utilización de radioisótopos tales como las fuentes de Cobalto 60 que igualmente se utilizan para tales propósitos.
- Si bien es cierto que la inversión inicial puede ser muy alta pues un acelerador moderno totalmente computarizado y de última tecnología, bordea los 3

millones de \$, no perdamos de vista que a la EPN no le costo un solo centavo, pues se lo obtuvo a través del proyecto ECU- 014 “**Radiation Technology**”y con el financiamiento del Organismo Internacional de Energía Atómica.

- La dosis absorbida (Energía por unidad de masa) entregada al producto, puede ser monitoreada a través de un método simple mediante el uso de un calorímetro de agua (como veremos más adelante), además estamos en condiciones de controlar cualquier valor de dosis de radiación de 0,2 KGy hasta infinito (teóricamente), pues únicamente depende de la velocidad que tengamos en el transportador central del producto.
- Mediante el sistema de transportación de muestras en el área de carga y descarga de producto el procesamiento del producto es totalmente continuo, ya que el haz de electrones es emitido también en forma continua.
- Esto permite que se puedan procesar grandes cantidades de producto, es decir una producción de servicio a gran escala, ya que el acelerador está en capacidad de operar por lo menos las 8 horas diarias.
- Los procesos de esterilización y descontaminación son mucho más efectivos pues utilizamos radiaciones ionizantes directamente en la estructura genética de los microorganismos mediante la ruptura molecular de las cadenas de ADN.
- Los procesos anteriores necesitan una gran demanda de tiempo, hasta que el producto quede completamente esterilizado, 15 minutos para los autoclaves, y de 3 a 4 horas por ejemplo en óxido de etileno y de 1 hora el caso de la utilización del peróxido de hidrógeno. etc
- Con el acelerador de electrones el paso de una caja a ser esterilizada de dimensiones 40x50x25 cm solamente toma un tiempo aproximado de 1 min.
- Los procesos tradicionales tienen un margen de temperatura relativamente elevadas 50, 60, 121 °C que para algunos implementos médicos y algunos materiales producen cambios en sus estructura físico química. La elevación de la temperatura con el uso de radiación BETA tiene máximo 7°C.

- Es un tipo de industria que se le implemento “tardíamente” en Ecuador que además es el único país en Latinoamérica, ya que en el resto del mundo en países desarrollados tales como Canadá, EE UU, Japón, Suecia, Dinamarca, etc. Este tipo de servicio a la industria se lo ha venido desarrollando desde más de 35 o 40 años atrás.
- En el campo de la descontaminación, la tecnología tradicional presenta desventajas tales como altas exposiciones de tiempo, cambios en el sabor natural del producto y en el campo de la esterilización altos rangos de temperatura que para ciertos productos como los fabricados en látex cambian las propiedades físico-químicas, produciendo un deterioro y disminuyendo el tiempo de vida útil del producto terminado, etc.

2.2 LA CADENA DE VALOR DEL LABOTARORIO.

2.2.1 ACTIVIDADES PRIMARIAS.

2.2.1.1 Logística de entrada. Actividades relacionadas con la recepción, almacenaje y control de los insumos necesarios para fabricar el producto, como manejo de materiales, almacenamiento, control de inventario, programa de los vehículos y devoluciones a los proveedores.

La entrada de transporte para los productos no es en forma directa y es en cierta manera sinuosa ya que los vehículos tienen que darse la vuelta por las instalaciones del CIAP (Laboratorio de polímeros) con una vía totalmente angosta en la cual solamente puede pasar un solo vehículo. Este considero que es un gran problema y una tremenda debilidad de la facilidad, puesto que causa verdaderas molestias a los usuarios y, definitivamente camiones grandes exigen tremenda maniobrabilidad para llegar hasta el lugar mismo de recepción de producto.

El almacenaje se hace en el área de carga y descarga de producto, esto se lo hace manualmente, es decir caja por caja. Cuando el acelerador esta en funcionamiento,

se ha optado por regla general también proceder a irradiar el producto recientemente llegado, de lo contrario se lo almacena hasta el siguiente día.

En la recepción del producto existe un pequeño gran problema que demanda un poco de tiempo y es en el sentido de la manipulación individual de las cajas en lugar de utilizar un pequeño montacargas de pié (no de vehículo) que perfectamente podría deambular por el área. Con esto se lograría manejar lotes de de 50, 100, 150 cajas simultáneamente, en forma más eficiente.

Con algunas empresas hemos tenido muchas veces serios problemas en el sentido de que ellas utilizan demasiadas veces las mismas cajas de cartón para irradiar nuevo producto, esto es un tremendo problema ya que la radiación va deteriorando periódicamente las mismas y si estas son reutilizables, llegan un momento en que vienen rotas, optando algunas veces en devolver algunas cajas de ese lote, pero todavía no se ha tomado ninguna política sobre el manejo de este tipo de materiales. Otra gran debilidad.

El control de inventario se lo hace a través de la secretaría del laboratorio, en donde algunas empresas (no todas) nos remiten el tipo de producto, número de cajas, peso de cada una de las cajas, y dosis de irradiación solicitada, entonces se procede a la contabilización de las mismas y se verifican algunos datos, pero muy pocas veces se hace la verificación del peso y de nuevas dimensiones de las cajas, lo que ha provocado de lo que me he podido dar cuenta es que poco a poco algunos clientes de manera suspicaz y astuta, han ido incrementando poco a poco el peso original de su producto, o las dimensiones de las cajas, sin que hasta el momento se haya tomado decisiones sobre este asunto por parte de la jefatura del Laboratorio. La devolución a los clientes se ha producido en caso extremos en donde las características del producto tales como peso, dimensiones, tipo de producto, etc. no cumplen con las normas establecidas para proceder a su irradiación, para lo cual se les solitita empaquetar el producto con la nueva información proporcionada, o definitivamente no se los irradia cuando no estamos seguros de que la potencialidad del haz de electrones sea efectiva en el producto.

2.2.1.2 Operaciones. Actividades relacionadas con la transformación de los insumos en el producto final, como mecanización, embalaje, montaje, verificación, control de calidad, impresión y operaciones en general.

Este punto considero que es el más importante de la toda cadena de valor ya que es el punto en donde se puede tener control más directo sobre el mismo. Además este punto posee su propia cadena de valor.

Una vez que el acelerador se encuentre en condiciones operativas de procesar el producto, que son una serie de procedimientos completamente establecidos tanto tecnológicos como de personal (que formarían una nueva cadena de valor estrictamente técnica), esta actividad se la puede describir de la siguiente manera: Si las cajas de cartón del producto, poseen las dimensiones adecuadas para que el producto sea irradiado, se las coloca en el transportador primario ubicado en el área de carga y descarga de producto, , el producto es llevado hacia el cuarto de irradiación en donde se empata el transportador primario con un nuevo transportador controlado por un motor de corriente continua y de velocidad variable. Una vez que se han establecido las condiciones de energía de salida del haz de electrones y se mantengan los parámetros constantes de operatividad del acelerador, entonces se procede a irradiar el producto por debajo del haz de electrones el mismo que es barrido en forma vertical emanando una cierta cantidad de energía en los determinados productos. De esta manera la “dosis absorbida” (energía por unidad de masa usualmente expresada en KGy “Kilograys”) de radiación que reciben los insumos médicos o los condimentos a irradiarse solamente está en función de la velocidad variable del transportador central.

Durante la etapa de radiación pueden existir una cantidad de problemas técnicos, muy pequeños (tales como el atoramiento de una caja dentro de los transportadores) hasta de considerable magnitud como fallas de un módulo eléctrico) que hacen parar la producción del servicio. Algunas veces muchas de las cajas de los usuarios se han atorado en las partes curvas del transportador o a veces por sobrepeso de producto los motores del transportador se han parado, de ahí que resulta tremendamente importante el que se verifique las condiciones de peso y medida de las cajas (cosa

que no se la hace muy usualmente), para proceder a su irradiación, especialmente con cierto tipo de producto que es nuevo.

Una vez que el producto ha sido irradiado con la dosis establecida, este entra a una nueva banda transportadora de salida desde la cámara de radiación hasta el área de carga y descarga de producto a través de un tercer transportador.

En algunas ocasiones especialmente por condiciones de peso y densidad, el material necesita ser irradiado 2 veces esto es doble lado a fin de que la carga de dosis absorbida sea distribuida uniformemente en todo el material (opción totalmente válida).

Otras veces como en el caso la empresa YAMBAL para la descontaminación de cremas faciales, el producto viene ya en los tubos etiquetados de plástico. Aquí la logística de manejo de material resulta de particular interés ya que ellos traen en unas bandejas especiales acondicionadas para el caso, pero luego para poder procesar dicho producto, la gente tiene que descargar los tubos uno por uno para luego colocarlos en las cajas de aluminio que para el caso se han elaborado con las dimensiones adecuadas (cajas estándar), entonces estos tubos son acostados en las cajas metálicas formando una sola capa (no pueden estar dos o más capas apiladas debido a la densidad del material es relativamente alta), de esta manera cada una de las bandejas de Yambal, equivale por lo menos a 5 cajas metálicas de procesamiento de producto, finalmente una vez que son irradiadas se vuelve a hacer el procedimiento inverso para el despacho final del producto. He aquí un gravísimo problema y una nueva restricción de procesamiento de material, que no se la a podido analizar dentro de los costos de radiación, dado que es una pérdida de energía eléctrica, tiempo y dinero.

Otro gran problema es que la fijación de precios desde un comienzo se la hizo más o menos con los costos de producción internacionales que para otros países Europeos estuvieron vigentes en ese tiempo (1991), sin que se haga un análisis exhaustivo de costos fijos y costos variables, costos de producción horas hombre, personal operativo, secretaría etc, además que actualmente se ha venido cobrando el servicio

de descontaminación estrictamente por peso y el de esterilización por cajas, sin que se haya tomado en ningún momento una variable importantísima que es el tiempo ni tampoco la densidad del material involucrada en la fijación de precios. Justamente esta es una de las razones por las cuales los clientes paulatinamente han incrementado el largo de las cajas y el peso de las mismas.

2.2.1.3 Logística de salida. Actividades relacionadas con la reunión, almacenamiento y distribución física del producto a los compradores, como almacenaje de los productos terminados, manejo de materiales, organización de los vehículos de repartos.

Esta actividad resulta ser de menor importancia, puesto que una vez que el producto sale de la banda transportadora de salida, se procede a almacenarlo en otro cuarto aledaño al área de carga y descarga, ahí permanece uno a máximo dos días dependiendo de la situación, hasta que el vehículo de la empresa decida retirarlo.

En algunas ocasiones, justamente porque nunca se ha elaborado un manual de procedimientos para cada una de estas logísticas, recuerdo cierto tipo de material, una vez que fue irradiado en fundas plásticas y no se por que razón, nunca lo vinieron a retirar, permanecieron por lo menos 1 año como una 50 fundas de perejil, arrumadas en el área de carga y descarga con altos grados de contaminación para el laboratorio, cuando vinieron a retirar, nunca se les cobró bodegaje, más los daños y perjuicios que pudo haber ocasionado la nueva contaminación del material, justamente debido a la mala administración del laboratorio, perdiendo otra vez dinero.

2.2.1.4 Marketing y ventas. Actividades relacionadas con el desarrollo de un motivo que justifique la compra del producto y con la motivación de los compradores para que lo compren, como la publicidad, promoción, venta, ofertas, selección del canal de distribución y precios.

1.-En 1991 una vez que se firmaron los protocolos de aceptación del acelerador y entonces la facilidad paso a operar a manos nuestras, y aprovechando la visita del Dr. Zimeck (científico Polaco) se realizaron vistas puerta a puerta en los principales hospitales y clínicas de Quito. Recuerdo que se visitaron al Hospital Metropolitano, Hospital Baca Ortiz, Hospital Militar, Hospital Eugenio Espejo, Maternidad Isidro Ayora, Hospital Izquieta Pérez, entre los principales, como igualmente algunas clínicas importantes, tales como la Clínica Pichincha, Clínica Pasteur, Clínica de la mujer entre otras.

La apreciación que yo pude experimentar es que básicamente en las clínicas de Quito, no existía mayor interés en utilizar los servicios de esterilización, debido a que en su propia infraestructura hacían uso de los autoclaves y eventualmente el uso del óxido de etileno, para todo lo que es material reutilizable como mantas, batas, instrumentos de cirugía, etc. no necesitaban sacar el producto a irradiar fuera de sus propias instalaciones, además creo que alrededor de un 90 % de los insumos médicos esterilizados, los importaban de exterior, ya sea de la China o Estados Unidos, esto en todo tipo de materiales descartables, como guantes de quirúrgicas, mangueras, catéteres, agujas hipodérmicas, etc.

2.-En enero 17 y 18 de 1996, la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología SENACY, conjuntamente con FUNDACYT, realizaron las **“Primeras jornadas de vinculación Empresa-Universidad”** la cual bajo el lema: “Innovar para competir” se dictaron una serie de charlas y conferencias en el auditorio de las Cámaras de Pichincha por parte de las más importantes Universidades y Escuelas Politécnicas del país, además hubo una participación activa de las universidades.

En esta oportunidad el laboratorio del acelerador puso en circulación un pequeño folleto con las bondades que presta esta facilidad como una medida de reactivar su prestación de servicios y como un medio interesante para promocionar nuevamente el espíritu con el cual había nacido, el servicio a la industria de la esterilización y de alimentos, sin embargo una de las graves falencias que presenta dicho folleto esta justamente en la presentación de su **“mezcla de marketing”** al no incorporar los precios de cada uno de los servicios al sector productivo, como también una buena promoción que debía habérselo hecha por

radio y televisión, aprovechando justamente esta tribuna y plataforma tecnológica y de gran impulso en que se desarrollaron las jornadas.

2.2.2 ACTIVIDADES SECUNDARIAS

Enmarcadas dentro de lo que es Infraestructura de la empresa, Dirección de Recursos Humanos, Desarrollo de Tecnología y Realización, son puntos importantísimos para el desarrollo estructural de la Escuela Politécnica Nacional, y de sus laboratorios pero están fuera del alcance de operatividad que como laboratorio de extensión del Acelerador de Electrones lo pueda realizar, razón por la cual escapan también del propósito de el presente proyecto.

2.3 ANALISIS FODA

2.3.1 FORTALEZAS

- Utilización de una tecnología de punta a nivel nacional y latinoamericano.
- Tiempos rápidos de esterilización y descontaminación.
- Producción a gran escala.
- Incrementos de temperatura en el material muy bajos en comparación con otros servicios.
- Medianamente posicionado en el mercado nacional con estos 2 tipos de servicio.
- Sistema de radiación totalmente controlado.
- Procesamiento del producto sin necesidad de la manipulación de la mano del hombre.
- Inversión de capital inicial sin costo para la EPN.
- Métodos sencillos de control de dosis absorbida.
- Gran versatilidad en el manejo del rango de dosis absorbida.
- Procesamiento del servicio realizado en forma continua.

- Métodos de esterilización y descontaminación más eficaces por utilización de radiación ionizante.
- Pocas o ninguna “barrera para el ingreso.”
- Gran “diferenciación del servicio” por el tipo de facilidad.
- Alto período de depreciación de equipo debido a su alta tecnología.
- Gran curva de aprendizaje, experiencia y Knowhow.
- Ejecución de varios proyectos a nivel nacional e internacional.
- Firma de convenios nacionales e internacionales que incluyen visitas científicas y el aprovechamiento para la actualización de conocimientos.

2.3.2 DEBILIDADES

- No se pueden esterilizar ciertos insumos médicos tales como instrumental quirúrgico y cierto tipo de polímeros.
- Personal técnico único y altamente especializado de operación, para ser reemplazado.
- Ponderables riesgos a la larga para el personal ocupacionalmente expuesto.
- Altos riesgos de trabajo en caso de accidente, incendios, sabotaje, etc. en la planta.
- Costos cambiantes al pasar de una tecnología a otra.
- Costos fijos relativamente elevados en el personal operativo.
- Nunca se ha hecho una fijación estratégica de precios y análisis de costos.
- Falta de una infraestructura técnica en la reparación de equipos.
- Dificil acceso de los clientes a las instalaciones de la planta.
- Grandes problemas en la logística de recepción de producto.
- Falta de control de inventario en las características físicas del producto.
- Falta de un manual de procedimientos para inventarios.
- Falta de liderazgo.
- Mala administración del laboratorio.
- Falta de un plan adecuado de marketing desde un inicio.

- Falta de gestión de recursos humanos en entrenamiento, selección contratación de nuevo personal, becas, etc.
- Falta de registros de irradiación personales del personal ocupacionalmente expuesto los cuales deben estar a cargo del inspector de seguridad.
- Falta de registros de manejo contable y manejo de recursos propios. Todo pasa a través de la EPN.
- No existen aparatos nuevos de monitoreo de radiación externa, los que había están viejos y dañados.

2.3.3 OPORTUNIDADES

- Inexistencia de competidores potenciales en el mercado al mismo nivel tecnológico.
- Para el servicio de esterilización no existen temporadas altas ni bajas.
- Inexistencia de competidores potenciales en el campo de la descontaminación (analizado anteriormente).
- Como el laboratorio pertenece a la universidad existen oportunidades de desarrollar proyectos de investigación para la industria ecuatoriana.
- Aprovechamiento del proyecto EPN-PL USDA-480 para el mejoramiento continuo del Laboratorio.
- Oportunidad para mejorar la mentalidad orgánica del laboratorio enfocada a la apertura de la ventaja competitiva.
- Oportunidad para una nueva reestructuración interna eliminando los cuellos de botella que existen actualmente.
- Oportunidad para el desarrollo de una fijación estratégica de precios acorde a los parámetros de la logística operativa de I acelerador.
- Apertura de nuevos nichos de mercado para las nuevas industrias productoras en el campo, agrícola, ganadero y pesquero. (a futuro) con el proyecto EPN-PL USDA-480.

- Apertura de nuevos servicios de conservación de alimentos para los empresarios exportadores. (a futuro).

2.3.4 AMENAZAS

- Actual inexistencia de proveedores para las partes de repuesto legítimas.
- Ente burocrático de la Escuela Politécnica Nacional muy lento como de los Organismos de Control estatal de las radiaciones ionizantes.
- Nueva tecnología de esterilización en algunos Centros del País mediante el uso de Peróxido de hidrógeno aunque en menor escala.
- Largos tiempos de espera (acelerador parado) en el mantenimiento y reparación por parte de los proveedores de repuestos y equipos.
- Posibles elevaciones paulatinas de las tarifas del consumo eléctrico por parte del CONELEC.
- Usos alternativos por parte de los clientes del acelerador a la fuente de Cobalto 60 del mismo Departamento. (Si esta es fuese nuevamente recargada.)
- Factores ambientales que influyen en las temporadas de siembra y cosecha.

MICROAMBIENTE									RESULTADOS	RESULTADOS	
AREAS DEL LABORATORIO	FORTALEZAS			DEBILIDADES			IMPACTO			POSITIVOS	NEGATIVOS
	Alta	media	baja	Alta	media	baja	alto	medio	bajo	(producto)	(producto)
Area Administrativa											
Falta de un manual de procedimientos para recepción e inventario de producto					3		5				15
Carencia total de Liderazgo por parte de la Jefatura.				5			5				25
Mala Administración del laboratorio				5			5				25
Falta de gestión en RR HH.				5			5				25
Area tecnológica											
Tecnología de punta a nivel nacional y latinoamericano	5						5			25	
Sistema de radiación totalmente controlado	5						5			25	
Métodos sencillos de control de dosis absorbida		3						1		3	
Gran versatilidad de manejo de rango de Dosis Absorbida	5						5			25	
Alto Período de depreciación de equipo por Alta Tecnología	5						5			25	
Curva de Aprendizaje, experiencia y Knowhow laboratorio multidisciplinario	5						5			25	
Personal Técnico y único altamente especializado para ser reemplazado.				5			5				25
Altos riesgos de trabajo en caso de accidentes, incendios, sabotaje, etc.				5			5				25
Falta de infraestructura técnica en la reparación de equipos.					3		5				15
Falta de registros de irradiación personal				5			5				25
Area Financiera											
Inversión inicial de capital sin mayores costos para la EPN.	5						5			25	
Costos cambiantes al pasar de una tecnología a otra.					3		5				15
Costos fijos relativamente elevados en el Personal Operativo				5			5				25
Manejo financiero y contable a través de la EPN				5			5				25
Area de Marketing											
Posicionamiento medio en el mercado local con estos servicios		3						3		9	
Pocas o ninguna barrera para el ingreso	5						5			25	
No existe Area de marketing ni se han elaborado planes de Mercadotecnia				5			5				25
Area de Servicio											
Tiempo rápidos en esterilización y descontaminación	5						5			25	
Incrementos de temperatura muy bajos en comparación con otros servicios		3						1		3	
Procesamiento del producto sin la manipulación del hombre		3						3		9	
Procesamiento de servicio realizado en forma continua.	5						5			25	
Eficacia del servicio por la utilización de la Radiación Ionizante	5							3		15	
Diferenciación del servicio por el tipo de facilidad	5							3		15	
No se pueden esterilizar cierto tipo de insumos					3			3			9
Difícil acceso de los clientes a las instalaciones de la Planta						1		3			3
Pequeños problemas en la logística de recepción de producto						1		3			3
Area de producción											
Producción a gran Escala	5						5			25	
Altos riesgos para el personal ocupacionalmente expuesto en producción				5			5				25
Gestion de proyectos											
Realización de varios proyectos de Titulación para estudiantes y profesionales	5							3		15	
Ejecución de proyectos a a nivel Internacional con OIEE, EE UU	5						5			25	
Convenios nacionales e internacionales, visitas Científicas, etc		3							1	3	
TOTALES										372	310
PORCENTAJE										54.55%	45.45%
PONDERACION											
Alto (5)											
Medio (3)											
Bajo (1)											

Figura 2.1

MACROAMBIENTE										RESULTADOS	RESULTADOS
FACTOR	OPORTUNIDAD			AMENAZA			IMPACTO			POSITIVOS	NEGATIVOS
	Alta	media	baja	Alta	media	baja	alto	medio	bajo	(producto)	(producto)
Factores Económicos generales											
Posibles alzas paulatinas en los servicio deEnergía Eléctrica.				5			5				25
Factores Ambientales											
Temporadas de siembra y cosecha.					3			3			9
Para esterilización no existen temporadas altas ni bajas	5						5			25	
Factores orgánicos Internos de la EPN											
Ente burocratico de control y procedimientos muy lentos				5			5				25
Oportunidad para mejorar la mentalidad orgánica idel departamento	5						5				25
Oportunidad para una fijación estratégica de precios	5						5				25
Factores Tecnológicos y de mercado											
Inexistencia de proveedores de repuestos legítimos				5			5				25
Desarrollo de nuevos proyectos de investigación	5						5			25	
Aprovechamiento de proyectos para mejoramiento continuo		3					5			15	
Inexistencia de competidores potenciales en descontaminación	5						5			25	
Apertura de nuevos servicios y nichos de mercado	5						5			25	
Tiempos de espera de reparaciones relativamente largos				5			5				25
Competidores en general											
Bajo nivel de Competidores potenciales(esterilización)		3					5			15	
Bajo de Competidores potenciales(descontaminación)		3					5			15	
Inversión Extranjera y aparecimiento de Competidores						1	5				5
Nueva tecnología de esterilización con peroxido de H2						1			1		1
Fuente de Cobalto 60'					3				1		3
TOTALES										145	168
PORCENTAJE										46.33%	53.67%
PONDERACION											
Alto (5)											
Medio (3)											
Bajo (1)											

Figura 2.2

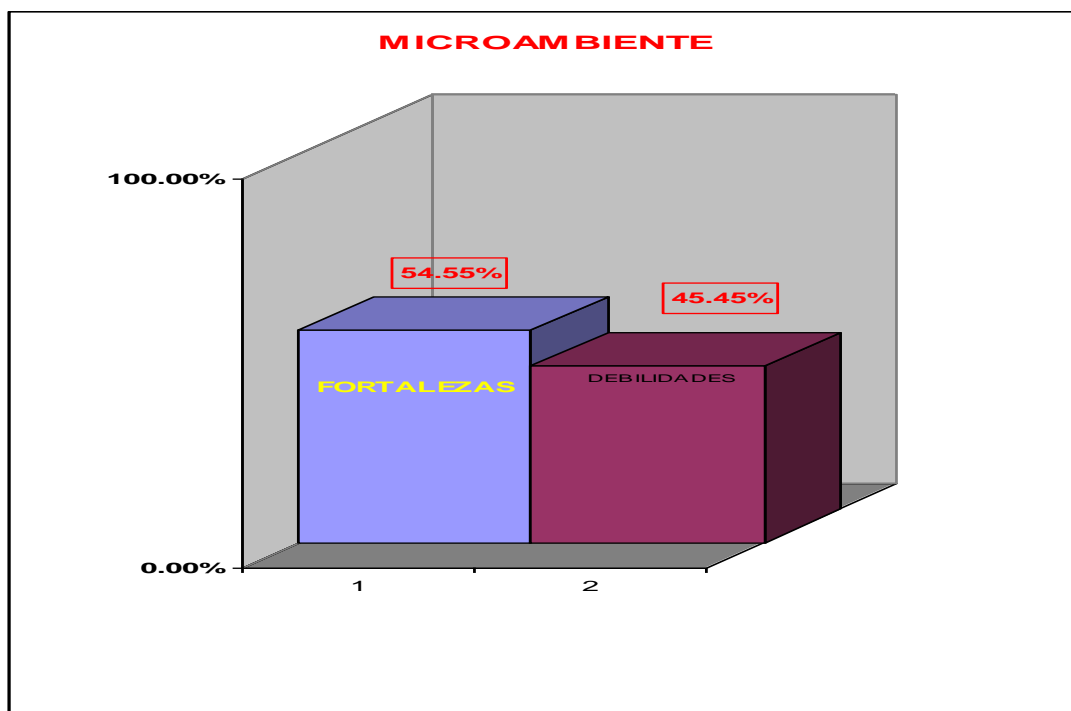


Figura 2.3

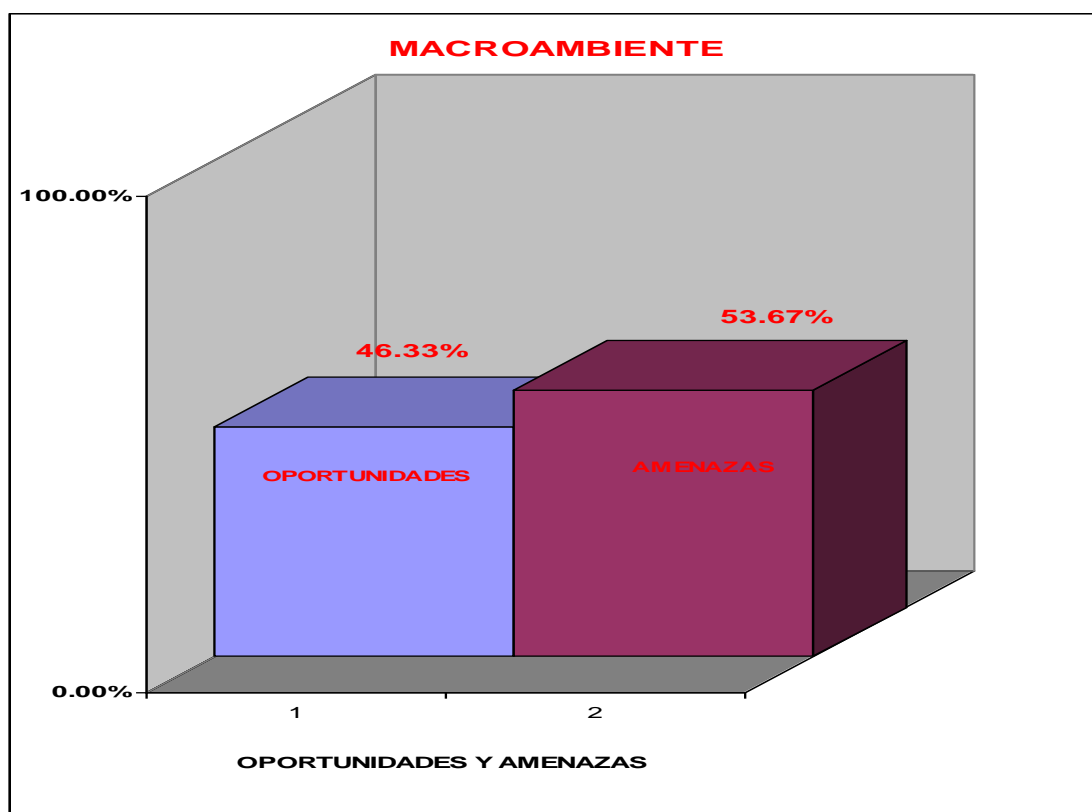


Figura 2.4

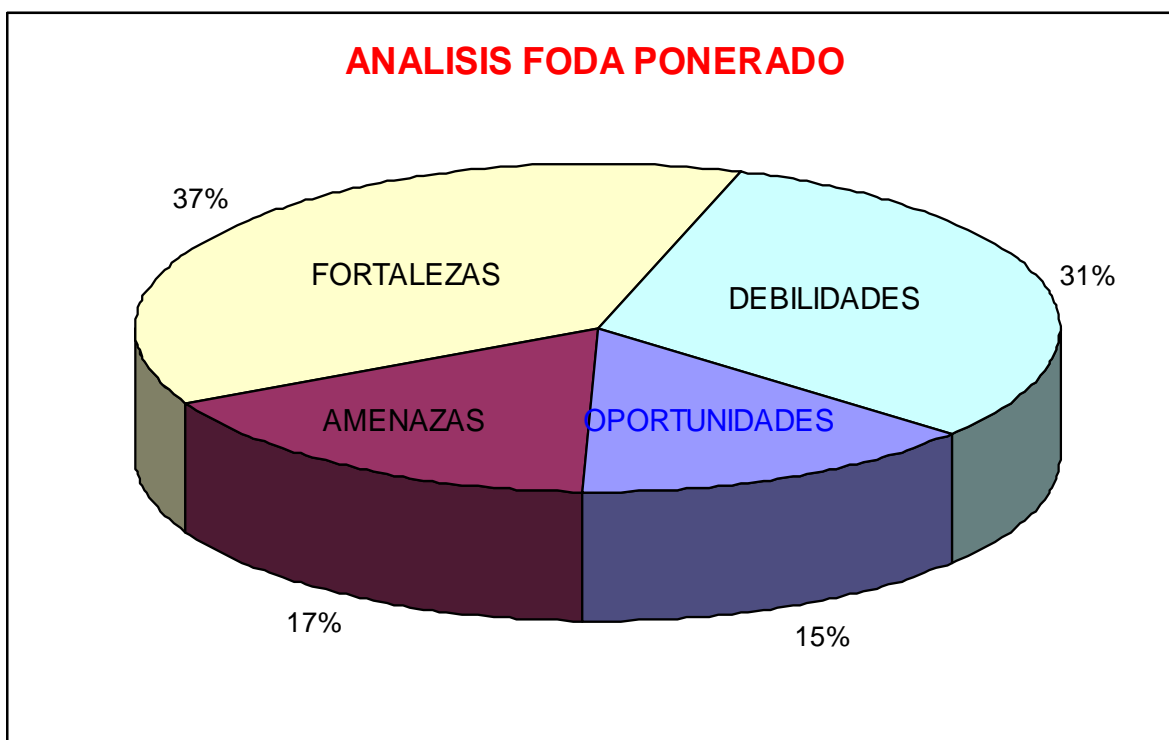


Figura 2.5

2.3.5 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES:

Este análisis FODA ponderado me lleva a la conclusión de que el MICROAMBIENTE del laboratorio representa el 68 % de todo el universo FODA, y un 32 % se encuentra representado por el MACROAMBIENTE externo a la empresa . Además dentro de las características del laboratorio poseemos como fortalezas un 37% en contraposición con las debilidades que representan un 31 %, esto nos da la medida de que realmente a pesar de que el laboratorio ha venido prestando servicio de extensión por mas de 15 años, aun no se han perdido las características inherentes del mismo que lo han permitido permanecer como líder tecnológico en estos servicios de extensión. Entre lo más importante podemos citar:

1. La tecnología de punta a nivel Nacional y latinoamericano.

2. Un sistema de radiación totalmente controlado, ya que no es una fuente de radiación continua, ni abarca peligro alguno cuando el sistema se encuentra apagado.
3. La gran versatilidad en el manejo de dosis absorbida, tanto para descontaminación, esterilización, preservación de alimentos, flores y otros insumos de los exportadores.
4. Alto período de depreciación del equipo, es decir que con las nuevas adaptaciones tecnológicas que se vayan implementando en el acelerador, más todas sus partes de repuestos, mas el cambio de ciertas partes del acelerador al estándar occidental, el trabajo del mismo tiene realmente para largo, posiblemente unos 15 o 20 años más de producción.
5. La curva de aprendizaje, y el Knowhow nos hace realmente muy competitivos, a nivel nacional y Latinoamericano, debido a que justamente desde la iniciación del laboratorio al servicio de la industria Ecuatoriana, el OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) prácticamente declaró a nuestro Laboratorio, como un “Departamento Piloto” a nivel latinoamericano, tal es así que cada cierto tiempo (una vez por año) siempre recibimos visitas del exterior y especialmente de Colombia, Perú, México, Chile ,Argentina, Brasil, etc, quienes vienen a recibir cursos de especialización en radiaciones ionizantes en la EPN, lo cual es un orgullo para le Escuela y el Departamento.
6. Además representa un laboratorio multidisciplinario en el sentido de que ha proporcionado los medios adecuados para la elaboración de proyectos de titulación en muchas especialidades, siempre pensando en la mejora continua del mismo.
7. Otra cosa importante es que la inversión inicial de capital fue prácticamente sin ningún costo para la Escuela.
8. Además las barreras de ingreso no existen ni existieron nunca, debido al gran posicionamiento del laboratorio, de todas maneras es importante considerar que el mismo ha venido trabajando para la empresa prácticamente con un margen de producción relativamente bajo, y podría resultar un poco complicado, volver a tener un nuevo posicionamiento con una nueva imagen

corporativa externa, lo cual involucraría la inversión de capital en la búsqueda de nuevos nichos de mercado y el de una campaña agresiva de marketing.

9. Finalmente podemos citar que la capacidad sobredimensionada del laboratorio nos permitirá producir en un futuro a gran escala, y de llevar adelante nuevos proyectos con el Laboratorio de participación nacional que involucre la participación activa de varios sectores sociales, tecnológicos, Universidades, productores, exportadores, etc., lo cual nos da una gran Fortaleza.

Ahora tampoco podemos perder de vista nuestras Debilidades que si bien representan un 31 % ponderado, son muy representativas al momento de la reorganización interna del laboratorio. Entre las más importantes podemos citar:

1. En la parte Orgánica una carencia total de liderazgo por parte de las jefaturas del Departamento, seguida de una mala administración del mismo como también la falta de gestión del Talento Humano, para poder entrenar y especializar a nuevos profesionales jóvenes. Si bien es cierto que la experiencia y el Knowhow que poseemos actualmente nos permiten tener una gran fortaleza, no es menos cierto que ella pudiera en cualquier momento convertirse en una gran debilidad, en el supuesto de que a cualquiera de nosotros (2 personas) que estamos involucradas directamente con la operación del acelerador podríamos estar ausentes o en el exterior, y la situación podría volverse catastrófica si desde ya la Jefatura del Departamento no pone cartas en el asunto para reclutar y entrenar nuevo talento humano con liderazgo para los nuevos retos del futuro. Muchas de las corporaciones se han ido a pique justamente por este punto de Liderazgo y falta de visión de nuevas perspectivas de auto regeneración.
2. Otra gran debilidad del laboratorio son los costos Fijos completamente elevados y la rotación de cartera que es en algunos casos terribles, con clientes que deben por el servicio prestado más allá de un año calendario.
3. A esto también se suma la falta de los registros cronológicos de dosis Efectiva de cada unos de los miembros del personal ocupacionalmente

expuesto del Departamento, debido a que las radiaciones ionizantes son de tipo acumulativo, y algunos de los aparatos medidores de radiación se encuentran ya dañados u obsoletos, entonces se tendría que realizar compras por parte del departamento de nuevos equipos y calibrarlos. (tramite que recientemente se lo esta haciendo).

4. Nunca se ha realizado un análisis de costeo ABC total el cual me indique si nuestro Balance de resultados es adecuado o no para que el laboratorio pueda seguir prestando sus servicios en las condiciones que posee actualmente, como tampoco se ha hecho una fijación estratégica de precios, a fin de poseer una ventaja comparativa.
5. Otra gran debilidad del laboratorio es el no haber hecho un gran estudio de mercadotecnia realizado en forma profesional y oportuna. Este tipo de situaciones también ha hecho tambalear a las empresas que por más de una década han permanecido relativamente estables en su producción de servicio y normalmente tienen grandes problemas al aparecer con una nueva imagen corporativa, después de muchos años de haber estado anquilosadas con productividades menores del 30 %, como ha sido nuestro caso.

En la parte del MACROAMBIENTE las amenazas constituyen el 17% del análisis FODA ponderado, lo cual no es mayormente significativo, pero lo podríamos resumir como:

1. El proyecto por parte del CONELEC del alza paulatina del servicio de la energía eléctrica. Esto afectaría directamente a los costos variables que presenta el acelerador (que representan más del 90% de este tipo de costos), si bien es cierto que actualmente la energía eléctrica en el país es todavía barata pues tenemos un promedio de 5 a 7 centavos de dólar por Kilovatio hora, de ahí que muchas de las empresas comercializadoras de energía eléctrica se quejan que prácticamente están trabajando a pérdida, a más de que el porcentaje de contrabando de energía eléctrica es relativamente considerable, especialmente en algunas de las comercializadoras de la Costa.

2. La lentitud en los procedimientos de los entes burocráticos de control del estado y de la Escuela Politécnica Nacional también constituye otro grave problema, hasta la fecha no dan los permisos para poder realizar los trámites de importación de una nueva fuente de Cobalto 60 proveniente de Francia. Otro gran problema es la falta de equipo adecuado para monitoreo de las radiaciones, en el departamento solamente existe una persona encargada de la protección radiológica pero únicamente mediante el monitoreo de dosímetros de película que se los cambia una vez al mes. Pero esta situación no garantiza el chequeo continuo cuando las instalaciones se encuentran en funcionamiento. Lastimosamente no existen importadores para este tipo de equipos en general en el País. Además la situación se complica porque la EPN pudiera haber importado estos equipos directamente del proveedor norteamericano si ya se hubiese firmado el TLC Andino con EE UU.
3. La inexistencia de proveedores legítimos es un serio problema a largo plazo. Actualmente el Laboratorio cuenta con varios de los repuestos importantísimos y a mi modo de ver irremplazables sin los cuales no podría operar el acelerador (magnetrones, cátodos, bombas de vacío). Afortunadamente el cambio de cualquiera de ellos se lo realiza en un tiempo promedio de 5 años para los dos primeros y de 15 años para los últimos. Aparte de estos ítems hay en existencia cientos de otras partes para repuesto, muchas de ellas se encuentran ya envejecidas y posiblemente ya no trabajen igual, pienso que el resto de repuestos de la parte eléctrica y electrónica puede ser reemplazado con lo que poseemos en el mercado. A esto se suma la falta de inexistencia de un laboratorio especializado que esté en capacidad de reparar a tiempo un daño grave en el acelerador, por lo cual se tienen que enviar su reparación a otras empresas especialistas en el ramo, quedando todo el complejo totalmente paralizado.
4. Finalmente debería acotar que la inversión extranjera con la firma de uno o varios TLC (ahora con pocas probabilidades de hacerse efectiva) podrían instalarse en el país y en otras universidades centros de tecnología para usos industriales de las Radiaciones Ionizantes con tecnologías mucho más

avanzadas y con tiempos de procesamiento aun menores dado que ahora se están fabricando aceleradores especialmente en Canadá con potencias 10 veces mayores a que posee la EPN, y esto obviamente podría constituir el apareamiento de altos Competidores Potenciales, aunque las probabilidades son relativamente bajas.

5. Finalmente si la misma fuente de Cobalto 60 propia del departamento fuera recargada, se convertiría en una verdadera amenaza al tratar de ser mas competitivos en los precios de los servicios, y teóricamente se llevarían nuestros clientes (alguna vez paso este inconveniente con uno de los nuestros)

Al respecto de las OPORTUNIDADES en el análisis FODA ponderado, estas constituyen el 15 % de todo el análisis, aunque no representan un porcentaje elevado y muy favorable para la apertura del laboratorio al medio externo sin embargo creemos que lo más relevante de ellas radica en:

1. Una gran oportunidad es el saber que para los servicios de esterilización de productos médicos no existen temporadas altas ni bajas como en la producción de alimentos, pues todo el mundo siempre estará con similares probabilidades de estar expuesto a una serie de enfermedades, accidentes, etc al menos mucho más en nuestro país en las condiciones de salud de población actuales.
2. Realmente el verdadero enfoque del servicio lo encontramos en las empresas procesadoras de condimentos. El país es rico en una gran variedad de especies alimenticias, algunas únicas provenientes de la Costa, Sierra y el Oriente Ecuatoriano, y es allá en donde debemos desarrollar nuestro nuevo mercado a fin de extender el servicio a otras ciudades del País pero especialmente en estos dos sectores con sistemas ecológicos totalmente distintos y particulares, de lo cual igualmente el sector exportador podría tener grandes oportunidades.

3. Además la facilidad, debida a su gran versatilidad tecnológica nos brinda la oportunidad de llevar adelante una serie de proyectos enfocados a una nueva tecnología y a la mejora continua del laboratorio.
4. El tercer punto fundamental que es un puntal comercial para un nuevo futuro del laboratorio estaría enfocado en la industria Agro exportadora de productos alimenticios y pesqueros, campo que no se lo ha desarrollado en el país pero la perspectiva esta abierta con la ejecución ya en marcha del proyecto PL-EPN 480- USDA.
5. Finalmente considero también de suma importancia el momento crucial que esta atravesando el laboratorio y sobre la marcha del presente proyecto de titulación, es una gran oportunidad para el Departamento y el Laboratorio en particular ponerlo inmediatamente en marcha como un deber de responsabilidad para realizar un escrutinio interno a nivel de la estructura orgánica y provocar aunque sea en lo más mínimo un cambio de mentalidad de las jefaturas del Departamento y del Laboratorio.

2.3.6 EN RESUMEN:

Observando el gráfico de pastel del análisis FODA ponderado concluimos que:

1. Poseemos grandes Fortalezas (37%) que a pesar de las condiciones de trabajo y de servicio durante 15 años, el laboratorio no se encuentra desactualizado ni ha permanecido obsoleto, por el contrario posee tremenda potencialidad para abrir nuevos y mejores mercados en un futuro cercano para llegar a ser más competitivo.
2. Que el macroambiente de Oportunidades y Amenazas juntos equipara prácticamente en porcentaje a las Debilidades del laboratorio (31%), lo que me ratifica que todo lo expuesto anteriormente en el análisis general de la problemática del Acelerador, se encuentra en la estructura general interna del mismo.
3. Que no se justifica y tampoco sería una solución a la problemática que vive actualmente el Laboratorio, el abrir nuevos nichos de mercado en forma

inmediata, sin primero establecer una verdadera estructura orgánica de procedimientos y funcionalidad que hagan incrementar radicalmente nuestras fortalezas. Con esto no quiero decir que en un futuro mediano se tengan que realizar nuevas y actualizadas actividades de marketing dirigidas y enfocadas al nuevo crecimiento de la agro exportación cuyo sector según las estadísticas ha crecido en el presente año en forma significativa.

4. Que dentro de las grandes debilidades que posee la Planta, las de mayor jerarquía se encuentran justamente en la estructura orgánica interna del laboratorio y dentro de la misma en la “cadena de valor” de las actividades primarias, que son justamente las que están fallando y no permite que el acelerador sea más productivo y pueda generar mayores ingresos.
5. Que los “Estatutos de la Escuela Politécnica Nacional” no permiten cambios trascendentales en la estructura orgánica del Departamento y mucho menos en la de algunos Laboratorios que como el Acelerador hacen extensión de servicio a la industria Ecuatoriana, y que por lo tanto el alcance del presente proyecto de titulación se hallaría completamente limitado.
6. Que la mejor manera de solucionar los problemas de la cadena de valor interna de una empresa que posee una serie de actividades ligadas una tras otra en una secuencia lógica de procedimientos y procesos es la famosa “teoría de las restricciones” planteada por Eliyahu Goldratt.

2.4 ESTADÍSTICAS GENERALES DE LOS INGRESOS PERCIBIDOS POR EL ACELRADOR EN LOS ÚLTIMOS AÑOS Y MESES HASTA EL 2006.

A continuación veamos los ingresos del laboratorio en los últimos años (2003 a 2005) y de los meses de Octubre 2005 a marzo del 2006, datos proporcionados por la secretaría del laboratorio. Ver **ANEXO 1**

**INGRESOS POR SERVICIO DE IRRADIACION CORRESPONDIENTE
A LOS AÑOS 2003- 2004 Y 2005**

Meses	Año 2003	Año 2004	Año 2005
ENERO	5246.90	2845.17	4133.48
FEBRERO	1051.79	2389.10	2951.34
MARZO	758.40	1669.17	1427.40
ABRIL	1443.43	2035.14	2196.33
MAYO	1762.45	2348.18	4916.84
JUNIO	931.26	2577.48	894.28
JULIO	936.90	3478.73	1977.40
AGOSTO	1877.89	2432.07	1498.55
SEPTIEMBRE	163.25	1465.20	1906.25
OCTUBRE	895.33	1565.15	3845.10
NOVIEMBRE	861.65	3936.66	2658.07
DICIEMBRE	1028.07	479.25	3477.44
Subtotal US\$	16957.32	27221.3	31882.48
IVA	2034.88	3266.56	3825.90
Total US\$	18992.20	30487.86	35708.38

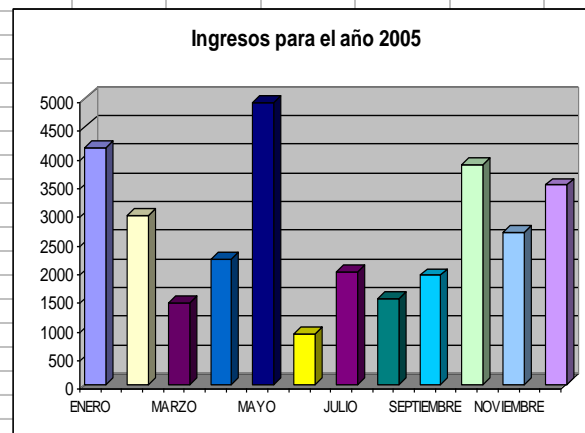
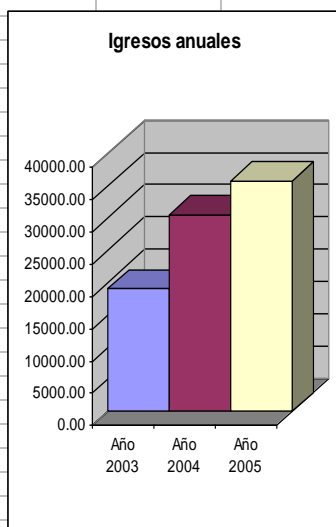
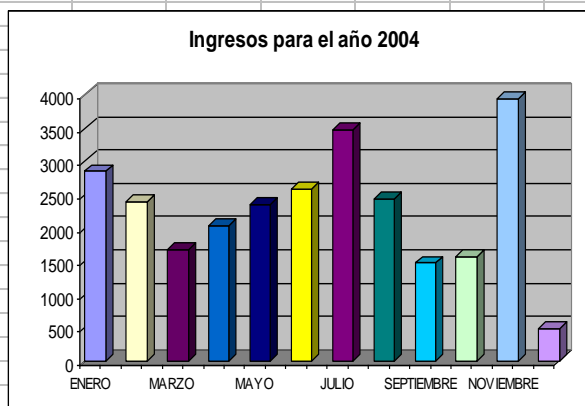
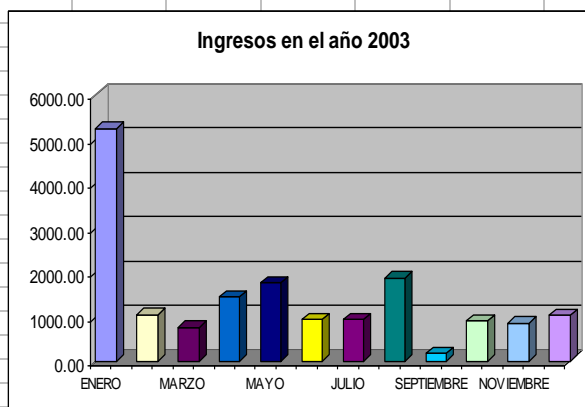


Figura 2.6

En primer lugar observamos que los ingresos del laboratorio a partir del año 2003 hasta la fecha se han ido incrementando paulatinamente con un crecimiento del 60.52 % del año 2003 al año 2004, y un crecimiento del 17.12 % desde el año 2004 hasta el 2005. Además se puede observar que no existen meses especiales en el año en los que se concentre más la irradiación de productos, al parecer todos los meses son completamente dispares, es decir podría depender de la temporada que se tenga la siembra y cosecha de productos en la Sierra. Además cabe indicar que en estas tablas se encuentra mezcladas tanto las irradiaciones de descontaminación de especería como de esterilización de productos médicos por lo cual sería muy difícil catalogar la diferencia de ingresos entre los dos servicios. De todas maneras el máximo ingreso que hemos tenido ha sido en el año 2005 con un monto de 35.708,38 USD que resulta ser un ingreso muy bajo para todo el período de un año, sabiendo la capacidad instalada del acelerador.

Para un análisis más exhaustivo nos vamos a permitir analizar los datos de los últimos seis meses, los mismos que han sido tomados de los registros de secretaría del Acelerador.

2.4.1 INGRESOS GENERALES DEL MES DE OCTUBRE DEL 2005

TRABAJOS DE IRRADIACIÓN REALIZADOS DURANTE EL MES DE OCTUBRE DEL AÑO 2005								
Fecha	Usuarios	Detalle de los materiales	Cantidad	Costo Unitario (US\$)	Costo total (US\$)	Ingresos por descontaminación	Ingresos por esterilización	
04/10/2005	Alimec	Irradiación de diferentes condimentos.	458 kg	0,40 x Kg	183.20	183.20		
04/10/2005	Natualfa	Irradiación de diferentes condimentos.	65 Kg	0,50 x Kg	32.50	32.50		
04/10/2005	Life	Irradiación de cajas de frascos de material plástico.	6	2	12.00		12.00	
04/10/2005	Glomedical	Esterilización de cajas de material plástico.	17 cajas	2,0 x caja	34.00		34.00	
05/10/2005	Sr. Ramiro Taipe	Esterilización de cajas de material descartable.	2 cajas	2,0 x caja	4.00		4.00	
05/10/2005	Glomedical	Esterilización de cajas de material petri.	96	4,0 x caja	384.00		384.00	
06/10/2005	Alimec	Irradiación de diferentes condimentos.	1520 Kg	0,40 x Kg	608.00	608.00		
10/10/2005	Sr. Hugo Vega	Esterilización de equipos abdominales.	25 cajas	2,0 x caja	50.00		50.00	
10/10/2005	Provelder	Esterilización de cajas de material médico descartable.	75 cajas	2,0 x caja	150.00		150.00	
10/10/2005	Insualimco	Irradiación de diferentes condimentos.	90 Kg	0,50 x Kg	45.00	45.00		
12/10/2005	Alimec	Irradiación de diferntes condimentos.	488 Kg	0,40 x Kg	195.20	195.20		
12/10/2005	Life	Esterilización de cajas de frascos de material plástico.	43 cajas	2,0 x caja	86.00		86.00	
17/10/2005	Sr. Hugo Vega	Esterilización de cajas de material médico descartable.	169 cajas	2,0 x caja	338.00		338.00	
17/10/2005	Laresa	Irradiación de cardamomo.	20 Kg	0,50 x Kg	10.00	10.00		
17/10/2005	Sr. Ramiro Taipe	Irradiación de cajas de material médico descartable.	19 cajas	2,0 x caja	38.00		38.00	
20/10/2005	Alimec	Irradiación de comino molido.	468 Kg	0,40 x Kg	187.20	187.20		
20/10/2005	Life	Irradiación de frascos de material plástico.	41 cajas	2,0 x caja	82.00		82.00	
26/10/2005	Alimec	Irradiación de diferentes condimentos.	1200 Kg	0,40 x Kg	480.00	480.00		
26/10/2005	Laresa	Irradiación de ajo deshidratado.	25 Kg	0,50 x Kg	12.50	12.50		
27/10/2005	Alimec	Irradiación de diferentes condimentos.	620 Kg	0,40 x Kg	248.00	248.00		
27/110/05	Insualimco	Irradiación de diferentes condimentos..	835 Kg	0,50 x Kg	417.50	417.50		
27/10/2005	Industria Harinera	Irradiación de muestras de harina.			4.00	4.00		
28/10/2005	Sr. Hugo Vega	Esterilización de cajas de material médico descartable.	122 cajas	2,0 x caja	244.00		244.00	
					Subtotal USD	3845.10	2423.10	1422.00
					IVA 12%	461.41	290.77	170.64
					Total USD	4306.51	2713.87	1592.64
						TOTAL	4306.51	

**Ingresos por descontaminación y esterilización
para Octubre del año 2005**

37%
Esterilización

63%
Descontaminación

Subtotal USD	3845.10	2423.10	1422.00
IVA 12%	461.41	290.77	170.64
Total USD	4306.51	2713.87	1592.64

Figura 2.7

DESCONTAMINACION		ESTERILIZACIÓN	
Alimec	1901.60	Life	180.00
Natualfa	32.50	Glomedical	418.00
Imsualinco	462.50	Ramiro Taibe	42.00
Laresa	22.50	Sr. Hugo Vega	632.00
Industria Harinera	4.00	provelder	150.00
Subtotal	2423.10	Subtotal	1422.00
IVA 12%	290.772	IVA 12%	170.64
TOTAL PARCIAL	2713.87	TOTAL PARCIAL	1592.64
TOTAL = 4306.51			

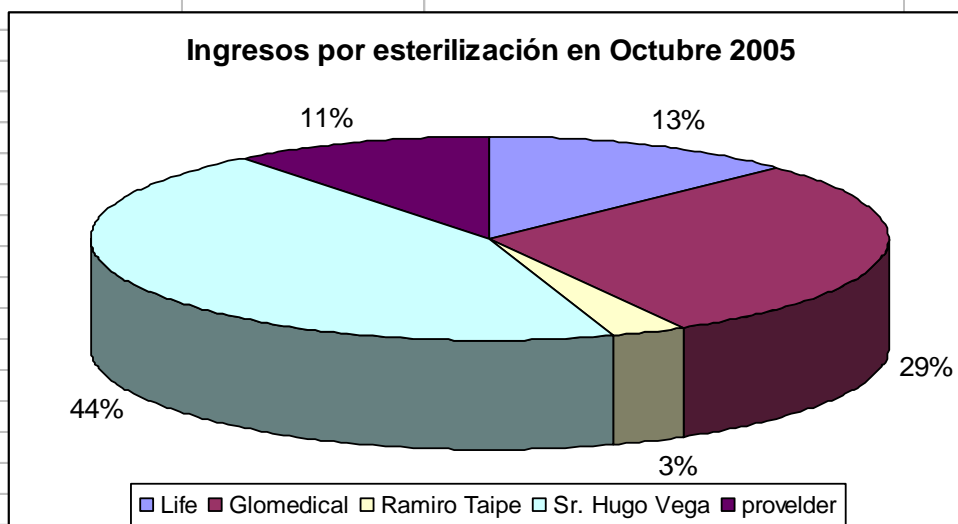
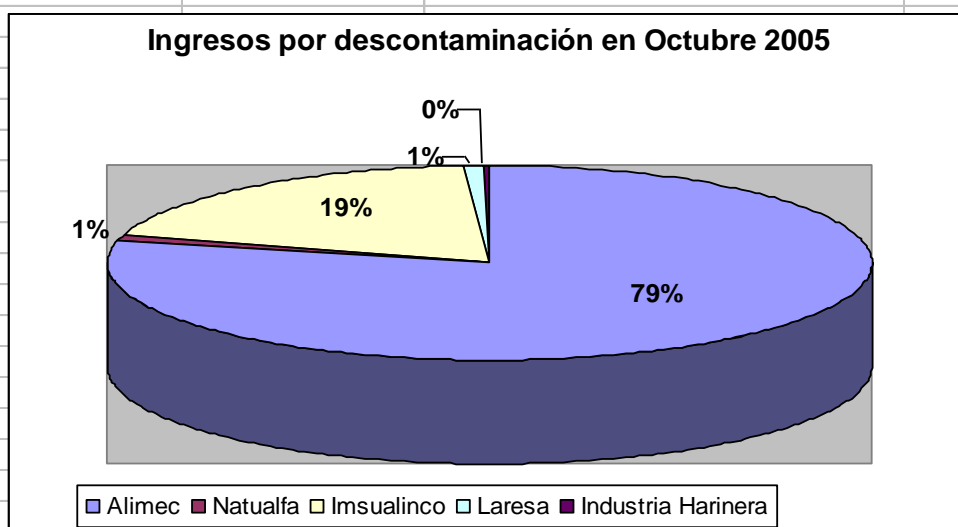


Figura 2.8

El mejor cliente en el servicio de descontaminación es ALIMEC quien comercializo en Octubre de ese año a nivel nacional los productos Mckornic con un 79 % del mercado, seguido de la empresa IMSUALINCO con un 19 %. El resto de los clientes son prácticamente irrelevantes.

En el servicio de la esterilización para el mismo período aparece el Sr. HUGO VEGA con un mercado del 44%, seguido de la empresa GLOMEDICAL con un 29 %, LIFE con un 13 % y PROVELDER con un 11%, casi en forma irrelevante las irradiaciones del Sr. RAMIRO TAIPE con apenas un 3%.

2.4.2 INGRESOS GENERALES DEL MES DE NOVIEMBRE DEL 2005.

TRABAJOS DE IRRADIACION REALIZADOS DURANTE EL MES DE NOVIEMBRE DEL AÑO 2005							
Fecha	Usuarios	Detalle de los materiales	Cantidad	Costo Unitario (US\$)	Costo total (US\$)	Ingresos por descontaminación	Ingresos por esterilización
07/11/2005	Srta. Maria Muñoz	Irradiación de muestras de harina de aveja.	muestras		4.00	4.00	
09/11/2005	Insualimco	Irradiación de diferentes condimentos (paprika, comino y achote).	825,71 Kg	0,45 por Kg	371.57	371.57	
10/11/2005	Sr. Ramiro Taipe	Irradiación de cajas de material médico descartable.	9 cajas	2,0 por caja	18.00		18.00
10/11/2005	Laresa	Irradiación de condimentos.	75 Kg	0,50 por Kg	37.50	37.50	
10/11/2005	Inst. de Diagnóstico y Tratamiento.	Irradiación de goteros plásticos.	5 cajas	2,50 por caja	12.50		12.50
01/11/2005	Provelder	Irradiación de cajas de material médico des- cartable.	173 cajas	2,0 por caja	346.00		346.00
14/11/2005	Cemefes	Esterilización de una caja de catethers. (con identificador)	1 caja	30	30.00		30.00
14/11/2005	Insualimco	Irradiación de comino.	170 Kg	0,5 por Kg	85.00	85.00	
16/11/2005	Laboratorios Life	Irradiación de frascos de material plástico.	49 cajas	2,0 por caja	98.00		98.00
16/11/2005	Laboratorios Life	Irradiación de frascos de material plástico.	116 cajas	2,0 por caja	232.00		232.00
21/11/2005	Sr. Hugo Vega	Irradiación de material médico descartable.	122 cajas	2,0 por caja	244.00		244.00
21/11/2005	Natualfa	Irradiación de productos naturales.	55 Kg	0,50 por Kg	27.50	27.50	
23/11/2005	Laboratorios Life	Irradiación de cajas de frascos de material plástico.	84 cajas	2,0 por caja	168.00		168.00
23/11/2005	Laboratorios Life	Irradiación de cajas de frascos de material plástico.	41 cajas	2,0 por caja	82.00		82.00
23/11/2005	Laboratorios Life	Irradiación de cajas de frascos de material plástico.	86 cajas	2,0 por caja	172.00		172.00
23/11/2005	Laboratorios Life	Irradiación de cajas de frascos de material plástico.	22 cajas	2,0 por caja	44.00		44.00
23/11/2005	Laboratorios Life	Irradiación de cajas de frascos de material plástico.	49 cajas	2,0 caja	98.00		98.00
25/11/2005	Sr. Ramiro Taipe	Irradiación de material médico descartable.	26 cajas	2,0 caja	52.00		52.00
25/01/2005	Laresa	Irradiación de condimentos (Ajo y cebolla).	100 Kg	0,50 Kg	50.00	50.00	
25/11/2005	Sr. Hugo Vega	Irradiación de material médico descartable.	122 cajas	2,0 caja	244.00		244.00
28/11/2005	Provelder	Irradiación de material médico descartable.	63 cajas	2,0 caja	126.00		126.00
29/11/2005	Sr. Hugo Vega	Irradiación de batas de cirujano.	60 cajas	2,0 caja	120.00		120.00
				Subtotal USD	2662.07	575.57	2086.50
				IVA 12%	319.45	69.07	250.38
				Total USD	2981.52	644.64	2336.88
						TOTAL=	2981.52

Ingresos del mes de Noviembre del 2005

78% Esterilización

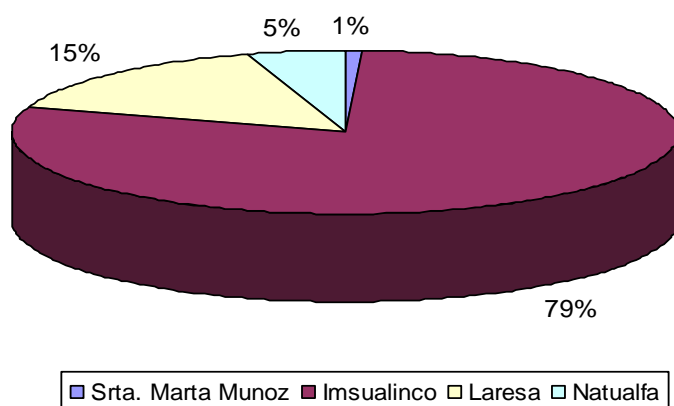
22% Descontaminación

Figura 2.9

Con un poco de sorpresa para este mes los ingresos con el servicio de esterilización ascienden al 78% en comparación con los ingresos de descontaminación, sin embargo el monto total es de 2981,62 \$, bastante menor a los ingreso del mes de Octubre, posiblemente hubo algún desfase operativo o de tipo ambiental entre los clientes que usan el servicio de la descontaminación. Más específicamente este mes lo catalogamos en el siguiente gráfico.

DESCONTAMINACION		ESTERILIZACION	
Srta. Marta Munoz	4.00	Sr.Ramiro Taipe	70.00
Imsualinco	456.57	Ist. De Diag. Y Tratamiento	12.50
Laresa	87.50	Proverdel	472.00
Natualfa	27.50	Cemefes	30.00
		Lab.LIFE	894.00
		Sr. Hugo vega	608.00
Subtotal	575.57	Subtotal	2086.50
IVA 12%	69.0684	IVA 12%	250.38
TOTAL PARCIAL	644.64	TOTAL PARCIAL	2336.88
TOTAL=		2981.52	

Ingresos por descontaminación Noviembre 2005



Ingresos por esterilización noviembre 2005

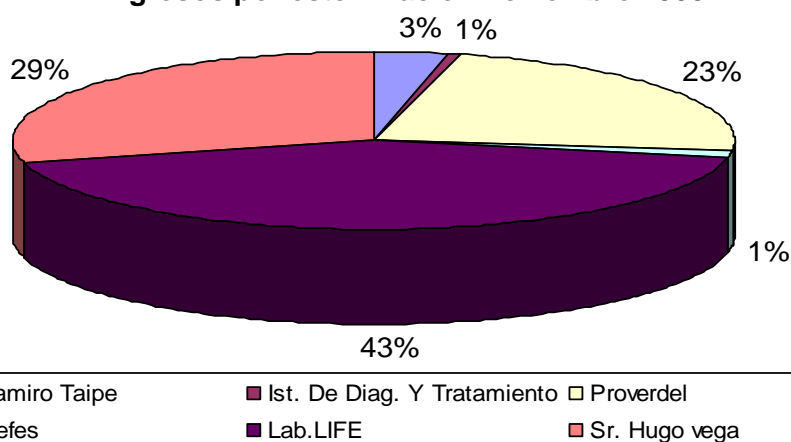


Figura 2.10

Para la descontaminación tenemos a IMSUALINCO cubriendo un mercado del 79 % seguido de un 15 % de LARESA, NATUALFA 5 % Y SRA MARTA MUÑOZ totalmente irrelevante. Cabe destacar que justamente en ese mes no existe irradiación para los productos ALIMEC, nuestro mejor cliente, razón por la cual es tan marcada la diferencia del porcentaje de entre ambos servicios. En los ingresos por esterilización tenemos con un 43% la empresa LIFE, seguida de un 29 % del Sr. HUGO VEGA y un 23 % de PROVELDER, el resto es prácticamente irrelevante. (ISTITUTO DE DIAGNOSTICO, CEMEFES, Y SR. RAMIRO TAIPE). Aquí cabe señalar que LIFE es un gran cliente en volumen pero irradia sus productos en una forma eventual y no con demasiada frecuencia, de lo que se puede observar en las tablas.

2.4.3 INGRESOS GENERALES EN EL MES DE DICIEMBRE DEL 2005.

TRABAJOS DE IRRADIACION REALIZADOS DURANTE EL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO 2005								
Fecha	Usuarios	Detalle de los materiales	Cantidad	Costo Unitario (US\$)	Costo total (US\$)	Ingresos por Descontaminación	Ingresos por Esterilización	
02/12/2005	Sra. Rosario Navarrete	Irradiación de muestras de condimentos.	muestras		4.00	4.00		
08/12/2005	Sra. Martha Chalá	Irradiación de muestras de aliños	muestras		4.00	4.00		
13/12/2005	Ing. L. Montahano	Irradiación de muestras de pulpa de fruta.	1397 caja	0,36 x caja	506.92	506.92		
12/12/2005	Ingeme	Irradiación de cajas de guantes.	5 cajas	4,0 x caja	20.00		20.00	
12/12/2005	Laboratorios Natualfa	Irradiación de productos naturales.	68 Kg	0,50 x Kg	34.00	34.00		
12/12/2005	Insualimco	Irradiación de condimentos.	95 Kg	0,5 x Kg	47.50	47.50		
13/12/2005	Laresa	Irradiación de Ajo y cebolla.	70 Kg	0,50 x Kg	35.00	35.00		
13/12/2005	Alimec	Irradiación de diferentes productos naturales.	2031 Kg	0,40 x Kg	812.56	812.56		
15/12/2005	Sr. Ramiro Taipe	Irradiación de material médico descartable.	26 cajas	2,0 x caja	52.00		52.00	
15/12/2005	Laboratorios Life	Irradiación de frascos de material plástico.	41 cajas	2,0 x caja	82.00		82.00	
20/12/2005	Provelder	Irradiación de cajas de material médico descartable.	30 cajas	2,0 x caja	60.00		60.00	
20/12/2005	Laresa	Irradiación de diferentes condimentos.	130 Kg	0,50 x Kg	65.00	65.00		
21/12/2005	Laboratorios Natualfa	Irradiación de alfalfa.	23 Kg	0,50 x Kg	11.50	11.50		
21/12/2005	Alimec	Irradiación de diferentes condimentos.	3064 Kg	0,40 x Kg	1225.60	1225.60		
22/12/2005	Ing. L. Montahano	Irradiación de pulpa de fruta.	146 cajas	0,36 x caja	52.56	52.56		
22/12/2005	Fund. Familia Salesiana.	Irradiación de cajas de hierbas medicinales.	332 cajas	1,40 x caja	464.80		464.80	
					Subtotal USD	3477.44	2798.64	678.80
					IVA 12%	417.29	335.84	81.46
					Total USD	3894.73	3134.48	760.26
						TOTAL=	3894.73	

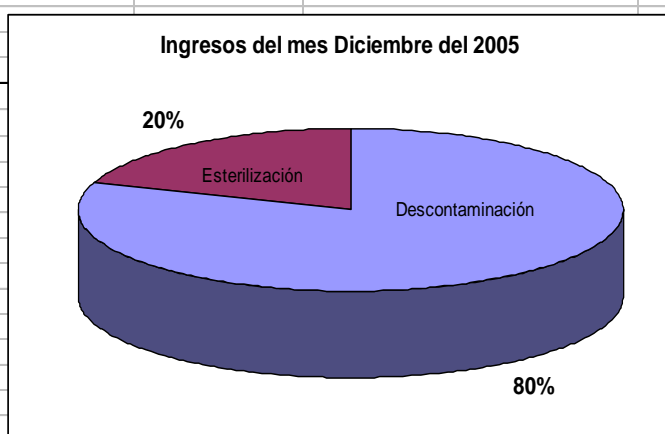


Figura 2.11

Para el mes de diciembre nuevamente tenemos que el mercado mas grande es el de la descontaminación con un 80 % frente al de la esterilización, y esto se debe a que justamente a todas las festividades que durante todo el mes de Diciembre se realizan y que son dedicadas en esencia al campo gastronómico (Navidad y Año Nuevo). Más específicamente veamos en la siguiente tabla.

DESCONTAMINACION		ESTERILIZACIÓN	
Sra. Rosario Navarr	4.00	Ingeme	20.00
Sra. Marta Chala	4.00	Sr. Ramiro Taipe	52.00
Ing. L. Montahuano	559.48	Lab. LIFE	82.00
Natualfa	45.50	Provelder	60.00
Imsualinco	47.50	Fund. Familia Salesiana	464.80
Laresa	100.00		
Alimec	2038.16		
Subtotal	2798.64	Subtotal	678.80
IVA 12 %	335.8368	IVA 12 %	81.456
Total parcial	3134.48	Total parcial	760.26
TOTAL = 3894.73			

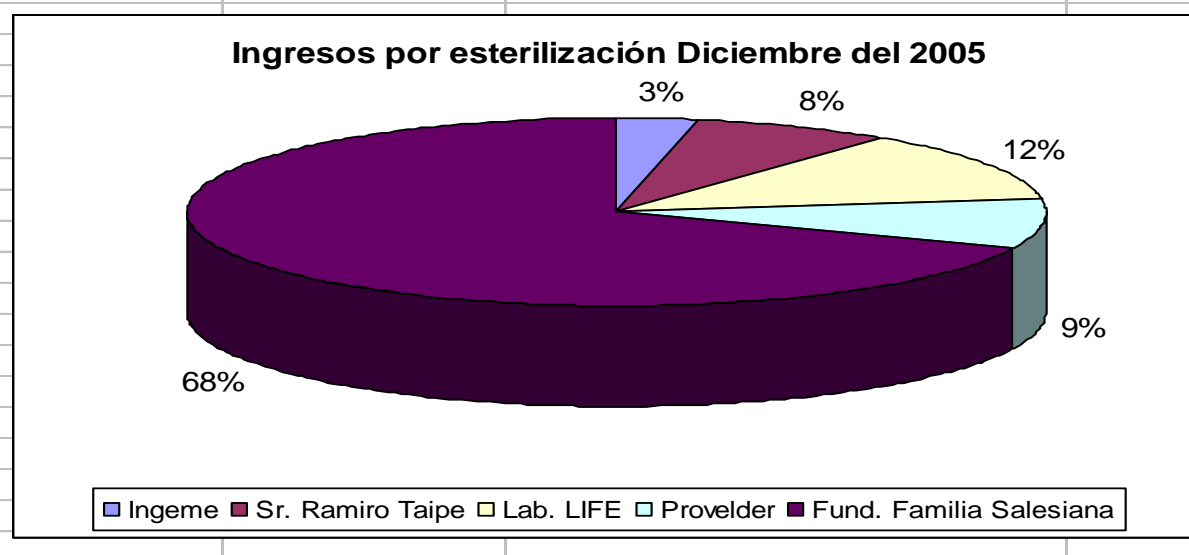
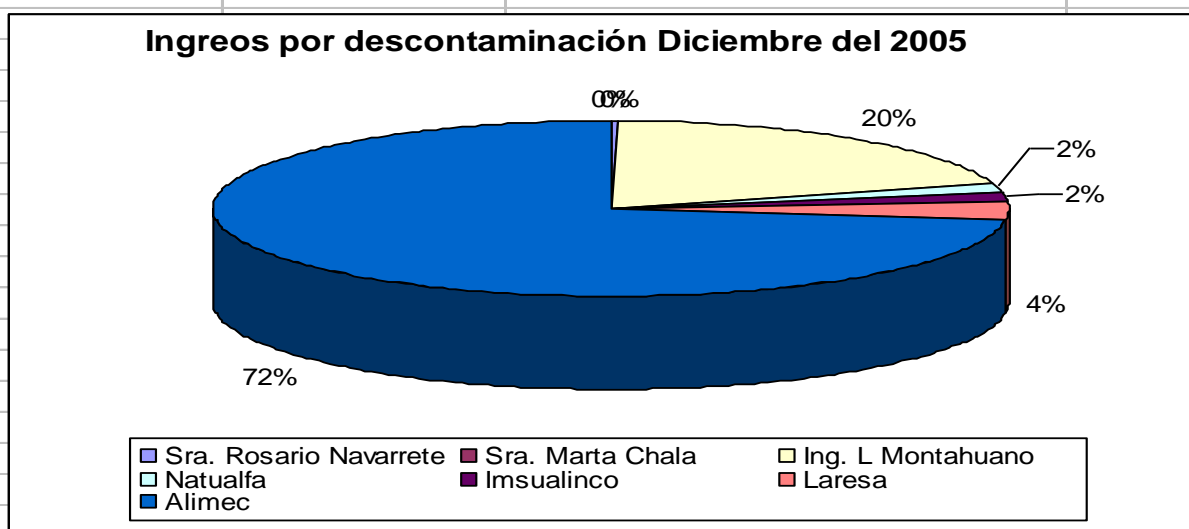


Figura 2.12

Nuevamente se puede observar a nuestro gran cliente ALIMEC abarcando un 72 % del mercado de la descontaminación, seguido de un 20 % del Ing. L MONTAHUANO, el resto es prácticamente irrelevante. Respecto de la esterilización ocupa en primer lugar la FUNDACION FAMILIA SALESIANA con un 68% del servicio, seguido de LIFE con 12%, PROVELDER 9%, Sr. RAMIRO TAIPE 8%, INGEME 3%. Veamos como cambia la situación ahora para el este año.

2.4.4 INGRESOS GENERALES EN EL MES DE ENERO DEL 2006.

TRABAJOS DE IRRADIACION REALIZADOS DURANTE EL MES DE ENERO DEL 2006								
Fecha	Trabajo realizado	Empresa	Cantidad	Costo unitario US\$	Costo total US\$	Ingresos por descontaminación	Ingresos por esterilización	
09/01/2006	Irradiación de material médico descartable.	Dr. Hugo Vega	146 cajas	2,0 x caja	292.00		292.00	
03/01/2006	Irradiación de diferentes condimentos.	Alimec S.A.	2704 Kg	0,40 x Kg	1081.60	1081.60		
03/01/2006	Irradiación de muestras de cereal (ALEN)	Dra. Pilar Códova	muestras		4.00	4.00		
04/01/2006	Irradiación de diferentes condimentos.	Alimec S.A.	698,4 Kg	0,40 x Kg	279.36	279.36		
05/01/2006	Irradiación de productos naturales.	Naturalfa	20 Kg	0,50 x Kg	10.00	10.00		
06/01/2006	Esterilización de una caja de catethers.	Cemefes			42.00		42.00	
06/01/2006	Irradiación defrascos de material plástico.	Life	41 cajas	2,0 x caja	82.00		82.00	
10/01/2006	Irradiación de condimentos.	Insualimco	188 Kg	0,50 x Kg	94.00	94.00		
17/01/2006	Irradiación de diferentes condimentos.	Alimec S.A.	1356 Kg	0,40 x Kg	542.40	542.40		
17/01/2006	Irradiación de muestras de condimentos	Ing. Moscoso	muestras		4.00	4.00		
18/01/2006	Eterilización de material médico descartable.	PROVELDER	3 cajas	2,0 x caja	6.00		6.00	
18/01/2006	Irradiación de ajo.	LARESA	50 Kg	0,50 x Kg	25.00	25.00		
18/01/2006	Irradiación de productos naturales.	Naturalfa	13 Kg	0,50 x Kg	6.50	6.50		
24/01/2006	Irradiación de condimentos.	LARESA	116 Kg	0,50 x Kg	58.00	58.00		
24/01/2006	Irradiación de diferentes condimentos	ALIMEC S.A.	3138,5 Kg	0,40 x Kg	1255.39	1255.39		
25/01/2006	Irradiación de material descartable.	Sr. Ramiro Taípe	11 cajas	2,0 x caja	22.00		22.00	
25/01/2006	Irradiación de hierbas medicinales.	Fund. Familia Salesiana	384 cajas	1,40 x caja	537.60		537.60	
30/01/2006	Irradiación de material médico.	PROVELDER	8 cajas	2,0 por caja	16.00		16.00	
					Subtotal US\$	4357.85	3360.25	997.60
					IVA	522.94	403.23	119.71
					Total US\$	4880.79	3763.48	1117.31
						TOTAL=	4880.79	

Ingresos del mes de Enero del 2006

23% Esterilización

77% Descontaminación

Subtotal US\$	4357.85	3360.25	997.60
IVA	522.94	403.23	119.71
Total US\$	4880.79	3763.48	1117.31

Figura 2.13

Para este nuevo año, la descontaminación abarca nuevamente un 77% del mercado respecto de la esterilización. Veamos como están repartidas estas magnitudes.

DESCONTAMINACION		ESTERILIZACION	
Alimec	3158.75	Hugo vega	292.00
Dra Pilar Cordova	4.00	Cemefes	42.00
Natualfa	16.50	LIFE	82
Imsualinco	94	Provelder	22.00
Ing. Moscoso	4.00	SR. Ramiro Taipe	22.00
Laresa	83.00	Fund. Familia Sal	537.60
Subtotal	3360.25	Subtotal	997.60
IVA 12%	403.23	IVA 12%	119.712
Total parcial	3763.48	Total parcial	1117.31
TOTAL=		4880.79	

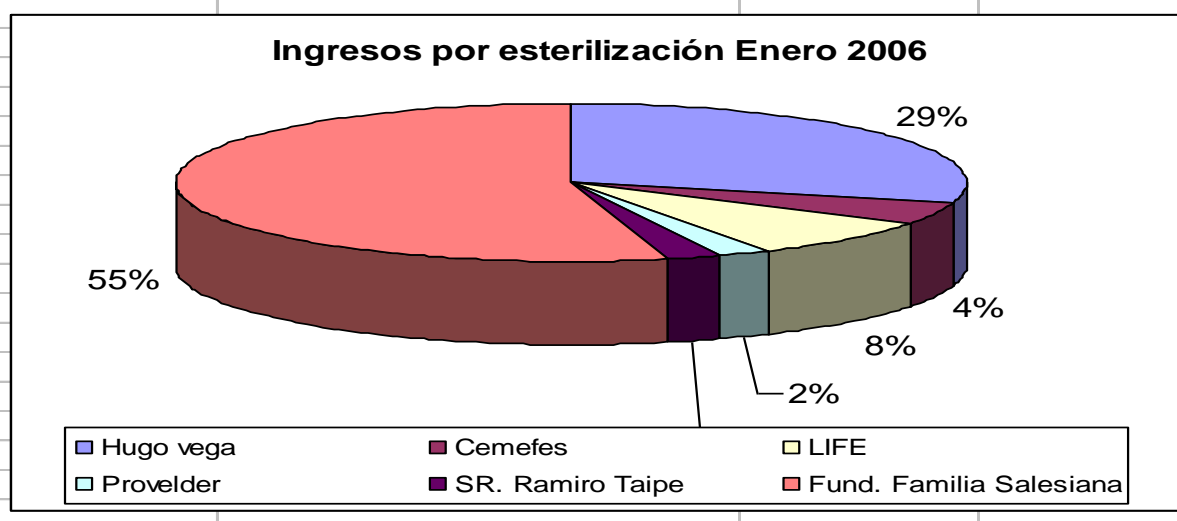
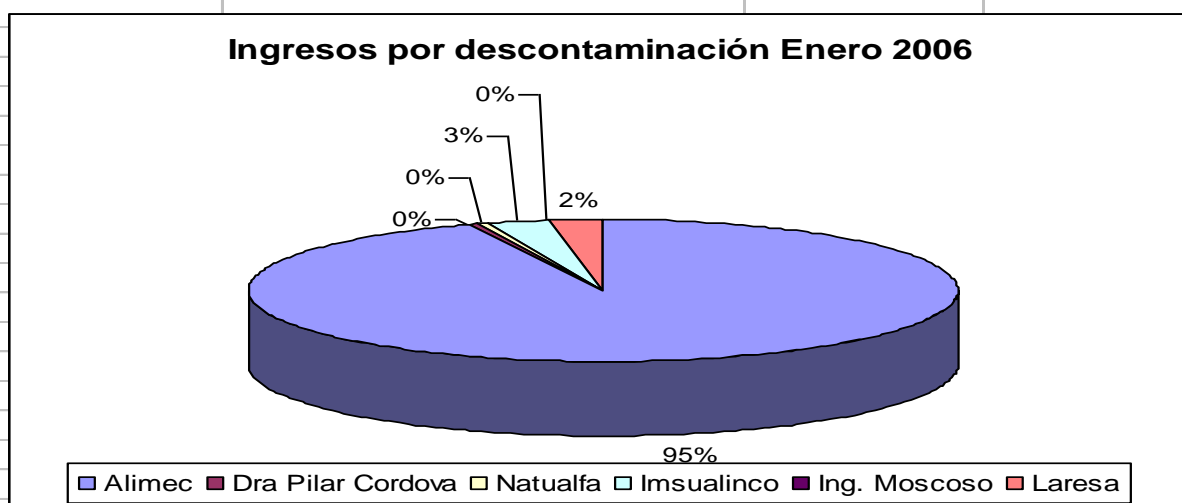


Figura 2.14

En el campo de la descontaminación ALIMEC abarca nuevamente el 95%, seguido de IMSUALINCO 3% Y LARESA 2%, el resto resulta prácticamente irrelevante.

Respecto de la esterilización la FUNDACION FAMILIA SALESIANA abarca el 55% del servicio, seguido de un 29 % de HUGO VEGA, 8% de LIFE y 4% de CEMEFES, PROVELDER Y RAMIRO TAIPE ocupan cada uno un 2%.

2.4.5 INGRESOS GENERALES PARA EL MES DE FEBRERO DEL 2006

TRABAJOS DE IRRADIACION REALIZADOS DURANTE EL MES DE FEBRERO DEL 2006								
Fecha	Trabajo realizado	Empresa	Cantidad	Costo unitario US\$	Costo total US\$	Ingresos por descontaminación	Ingresos por esterilización	
03/02/2006	Irradiación de 48 Kg de productos natura	Natutalfa	48 Kg	0,50 x Kg	24.00	24		
6/02/06	Irradiación de 4 cajas de material médico	Sr. Ramiro Taipe	4 cajas	2,0 x caja	8.00		8	
07/02/2006	Irradiación de 904 Kg de diferentes cond	ALIMEC	904 Kg	0,40 x Kg	361.60	361.6		
15/02/2006	Irradiación de 2344 Kg de condimentos.	ALIMEC	2344 Kg	0,40 x Kg	937.60	937.6		
16/02/2006	Irradiación de 11 cajas de insumos méd	Dr. Francisco Bar	11 cajas	2,0 x caja	22.00		22	
21/02/2006	Irradiación de 1935 unidades de crema correspondiente a 65 cajas metálicas.	Yanbal	65 cajas	1,50 x caja	97.50		97.5	
22/02/2006	Esterilización de 5 cajas de guantes.	Ingeme	5 cajas	4,0 x caja	20.00		20	
09/02/2006	Irradiación de 823 Kg de condimentos.	Insualimco	823 Kg	0,50 x Kg	411.50	411.5		
23/02/2006	Irradiación de 14 cajas de material médico descartable.	Sr. Ramiro Taipe	14 cajas	2,0 x caja	28.00		28	
23/02/2006	Irradiación de 294 Kg de diferentes con	Laresa	294 Kg	0,50 x Kg	147.00	147		
24/02/2006	Irradiación de 2682 Kg de diferentes cor	ALIMEC	2682 Kg	0,40 x Kg	1072.80	1072.8		
					Subtotal USD	3130.00	2954.50	175.50
					IVA	375.60	354.54	21.06
					Total USD	3505.60	3309.04	196.56

Ingresos para el mes de febrero del 2006	
6%	94%
Esterilización	Descontaminación

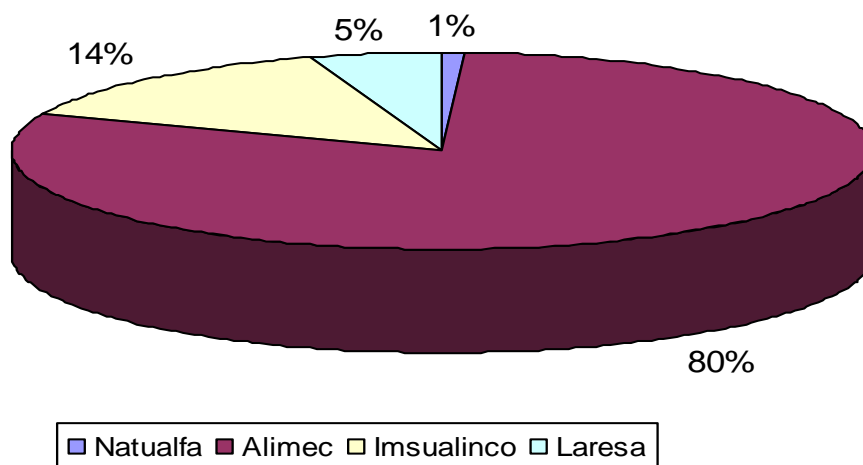
TOTAL=	3505.60
---------------	----------------

Figura 2.15

En este mes en particular el servicio de descontaminación ocupa el 94 % con respecto al 6 % de los ingreso por esterilización. Más específicamente:

DESCONTAMINACION		ESTERILIZACION	
Natualfa	24	Sr. Ramiro Taipe	36
Alimec	2372	Dr. Francisco Bar	22
Imsualinco	411.5	Yambal	97.5
Laresa	147	Ingeme	20
Subtotal	2954.5	Subtotal	175.5
IVA 12%	354.54	IVA 12%	21.06
Total parcial	3309.04	Total parcial	196.56
TOTAL= 3505.6			

Ingreso por descontaminación Febrero del 2006



Ingresos por esterilización Febrero del 2006

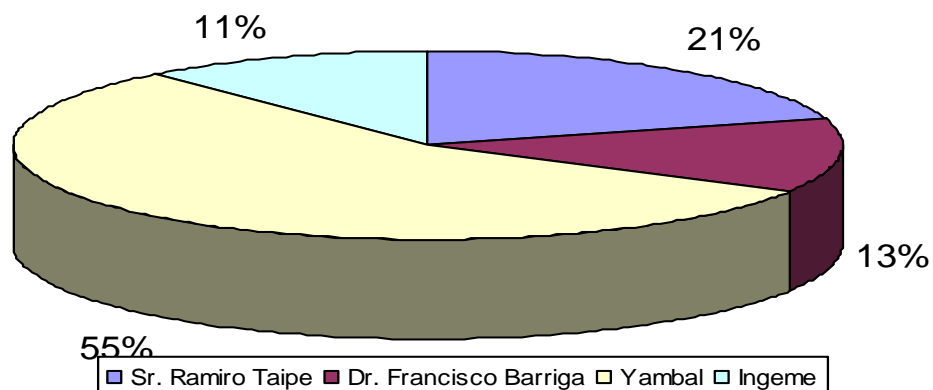


Figura 2.16

Nuevamente nuestro gran cliente ALIMEC abarca el 80 % nuestro mercado en la descontaminación, seguido del 14% de IMSUALINCO y en menor importancia 5% de LARESA y apenas 1% de NATUALFA.

En esterilización tenemos en particular en este mes a YAMBAL con 55% de lo ingresos, seguido de 21 % del RAMIRO TAIPE, 13 % del Dr. FRANCISCO BARRIGA Y 11% DE INGEME.

2.4.6 INGERSOS GENERALES PARA EL MES DE MARZO DEL 2006.

TRABAJOS DE IRRADIACION REALIZADOS DURANTE EL MES DE MARZO DEL 2006							
Fecha	Trabajo realizado	Empresa	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)	Ingresos por descontaminación	Ingresos por esterilización
01/03/2006	Irradiación de material descartable.	Sr. Hugo Vega	62 cajas	2,0 por caja	124.00		124
03/03/2006	Irradiación de diferentes condimentos	Alimec	2404,4 Kg	0,40 x Kg	961.76	961.76	
03/03/2006	Irradiación de una caja de catethers. (con identificadores 33 unidades)	Cemefes			22.00		22
09/03/2006	Irradiación de ortiga y alfalfa.	Natualfa	32 Kg	0,50 x Kg	16.00	16	
09/03/2006	Irradiación de cajas de producto médico descartable.	Provelder	8 cajas	2,0 x caja	16.00		16
13/03/2006	Irradiación de cajas de frascos de material plástico.	Life	42 cajas	2,0 x caja	84.00		84
13/03/2006	Irradiación de cajas de frascos de material plástico.	Life	47 cajas	2,0 x caja	93.97		93.97
13/03/2006	Irradiación de cajas de frascos de material plástico.	Life	11 cajas	2,0 x caja	22.00		22
13/03/2006	Irradiación de cajas de frascos de material plástico.	Life	41 cajas	2,0 x caja	82.00		82
13/03/2006	Irradiación de cajas de frascos de material plástico.	Life	105 cajas	2,0 x caja	210.00		210
13/03/2006	Irradiación de muestra de harina de trigo.	Mopasa	muestras		4.00	4	
10/03/2006	Irradiación de diferentes condimentos (ají, puerro, comino y paprika).	Insualimco	1155 Kg	0,50 x Kg	577.50	577.5	
20/03/2006	Irradiación de cajas de batas de de cirujano, lote 33.	Hugo Vega	30 cajas	2,0 x caja	60.00		60
27/03/2006	Irradiación de productos naturales (alfalfa, zarzaparrilla, ajo, perejil)..	Natualfa	99 Kg	0,50 x Kg	49.50	49.5	
27/03/2006	Irradiación de cajas de material descartable (mandiles y batas).	Sr. Ramiro Taipe	20 cajas	2,0 x caja	40.00		40
27/03/2006	Irradiación de piezas: sondas y catethers.	Baca Ortiz	3 cajas	2,0 x caja	6.00		6
28/03/2006	Irradiación de cajas de material médico descartable.	Provelder	54 cajas	2,0 x caja	108.00		108
28/03/2006	Irradiación de almidón de maíz y de goma laca Shellac.	Química Ariston	300 Kg	0.45	142.50	142.5	
			15 Kg	0.5	7.50	7.5	
29/03/2006	Esterilización de cajas de guantes.	Ingeme	5 cajas	4,0 x caja	20.00		20
Subtotal US\$					2646.73	1758.76	887.97
IVA					317.61	211.05	106.56
Total USD					2964.34	1969.81	994.53
						TOTAL=	2964.34

Ingresos del mes de marzo del 2006

Categoría	Porcentaje
Descontaminación	66%
Esterilización	34%

Figura 2.17

En términos generales vemos que en este mes un 66% de los ingresos es de parte de los usuarios del servicio de descontaminación, gerente a in 34% de ingresos por esterilización.

DECONTAMINACION		ESTERILIZACION	
Alimec	961.76	Hugo vega	184.00
Natualfa	65.50	Cemefes	22.00
Mopasa	4.00	Provelder	124.00
Imsualinco	577.50	Life	491.97
Química Ariston	150.00	Sr. Ramiro Taipe	40.00
		Hospital Baca Ort	6.00
		Ingeme	20.00
Subtotal	1758.76	Subtotal	887.97
IVA 12%	211.05	IVA 12%	106.56
Total Parcial	1969.81	Total Parcial	994.53
TOTAL=		2964.34	

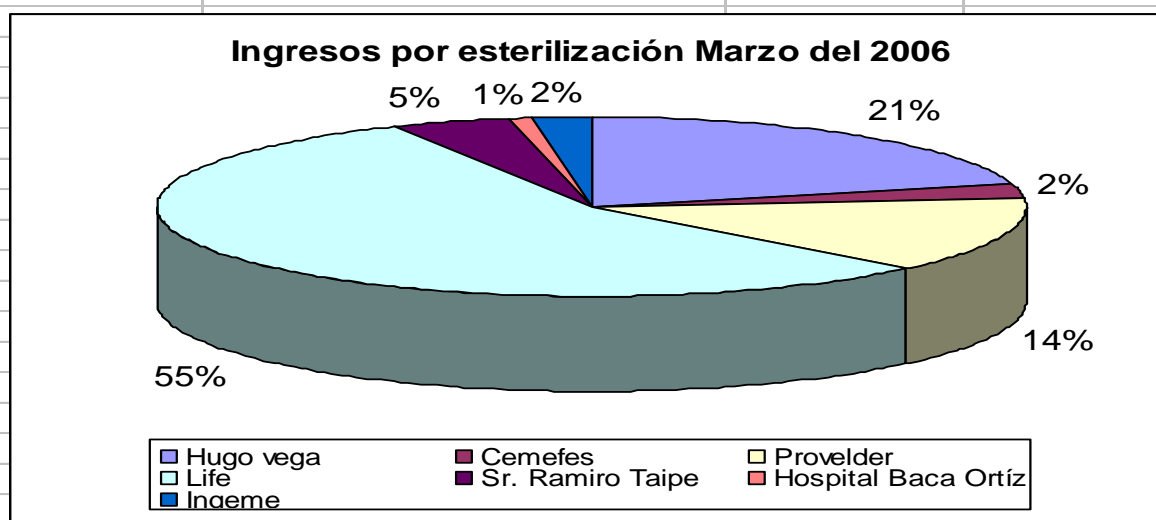
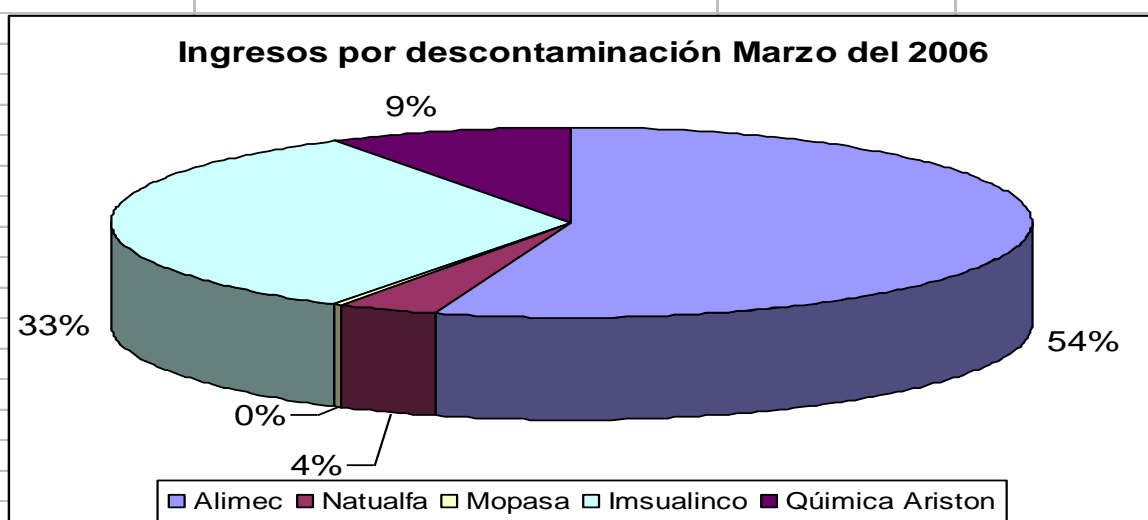


Figura 2.18

En los ingresos por descontaminación en este mes nuevamente ALIMEC posee el 54%, seguido de IMSUALINCO con el 33%, 9 % de QUIMICA ARISTON, 4% DE NATUALFA, y los ingresos de la empresa MOPASA son prácticamente irrelevantes. Para esterilización el 55% lo abarca LIFE, seguido del 21% del Sr. HUGO VEGA, 14 % DE PROVERDER, Y 5% DEL SR. RAMIRO TAIPE, el resto es irrelevante con un 5%

2.4.7 INGRESOS GENERALES DE LOS MESES DE OCT 2005 A MARZO 2006 SEIS MESES.

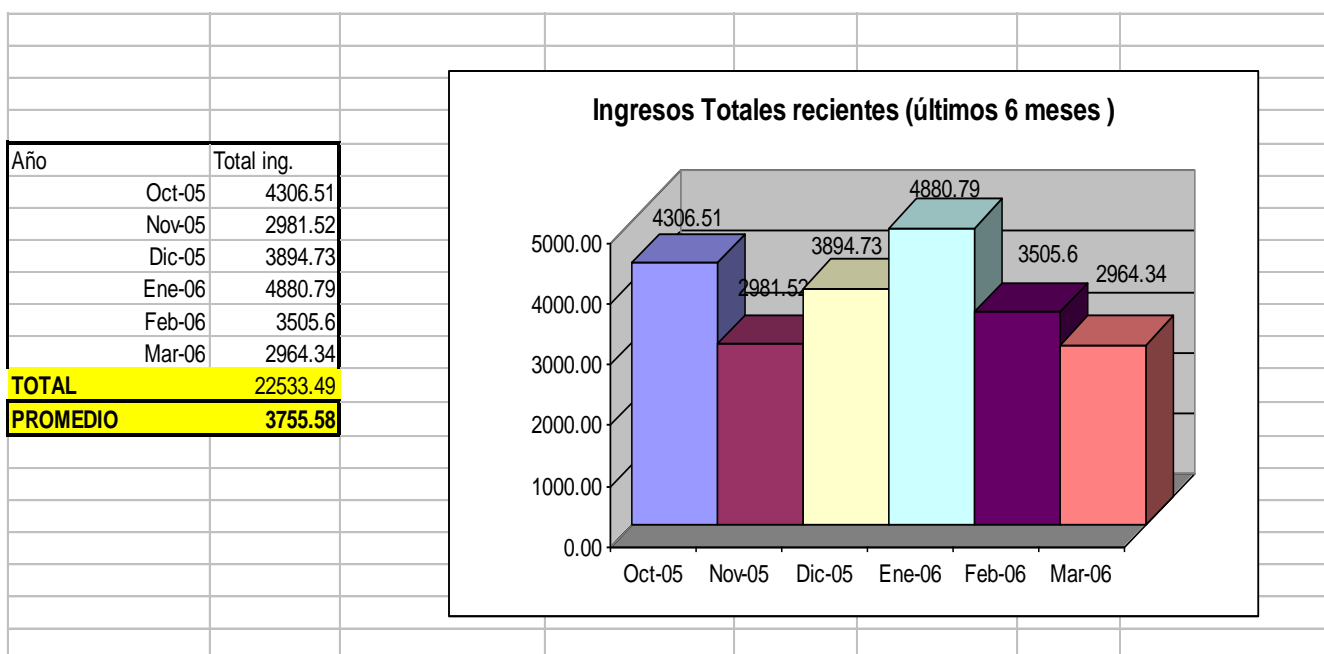


Figura 2.19

Podemos observar que en los últimos seis meses el laboratorio a percibido un total de 22533.49 \$, registrándose su máximo ingreso en el mes de Enero del presente año con 4880,79 \$.veamos ahora forma general como se ha repartido el porcentaje de estos ingresos en cada una de las categorías de servicio.

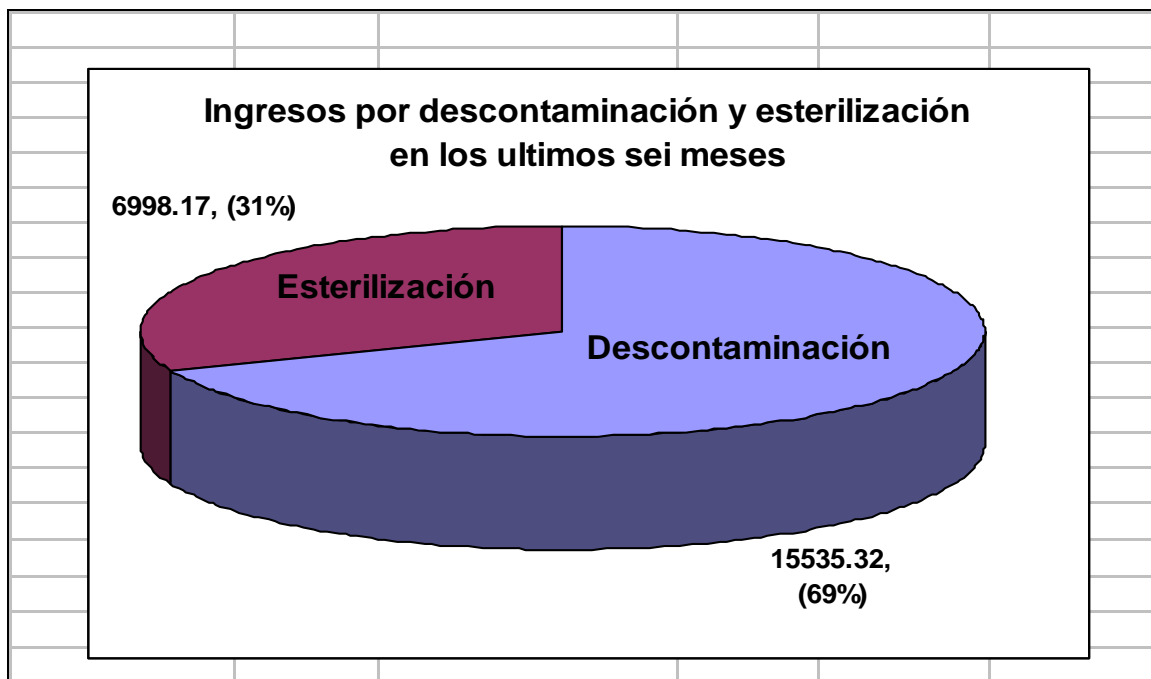


Figura 2.20

Ahora dentro de cada categoría observemos más detenidamente a los clientes.

Descontaminación		Esterilización	
Alimec	10432.27	Life	1729.97
Naturalfa	211.50	Glomedical	418
Imsualinco	2049.57	Ramiro Taipe	262.00
Laresa	440.00	Hugo Vega	1716.00
Marta Muñoz	4.00	Provelder	828.00
Rosario navarrete	4.00	Inst.de Diagn. Y trat.	12.5
Marta Chala	4.00	Cemefes	94.00
Ing. L Montahuano	559.48	Ingeme	60.00
Dra. Pilar Cordoba	4.00	Fun. Familia Sales.	1002.40
Ing. Moscoso	4.00	Dr. Francisco Barriga	22
Mopasa	4.00	Yambal	97.5
Quimica Ariston	150.00	Hosp. Baca Ortiz	6.00
Industria Harinera	4.00		
Subtotal	13870.82	Subtotal	6248.37
IVA 12%	1664.4984	IVA 12%	749.8044
Total parcial	15535.32	Total parcial	6998.17
TOTAL	22533.49		

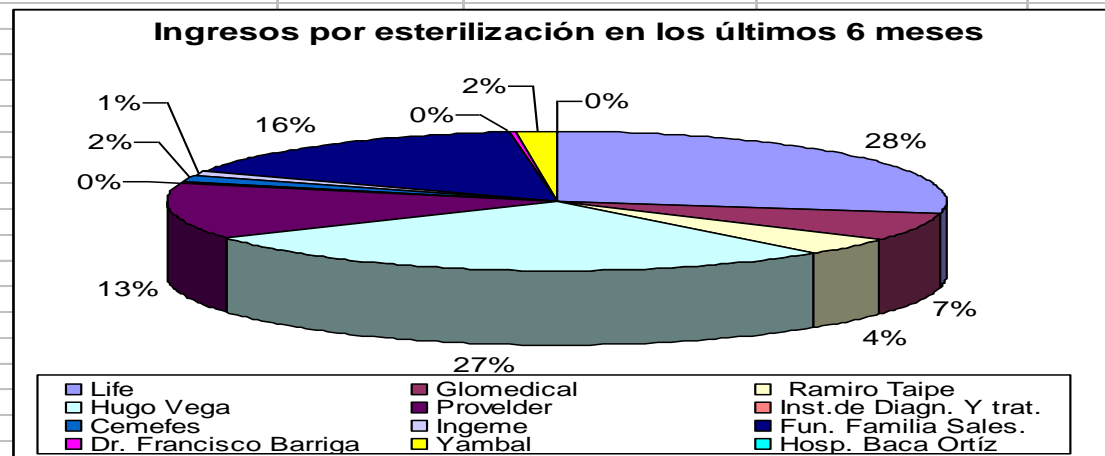
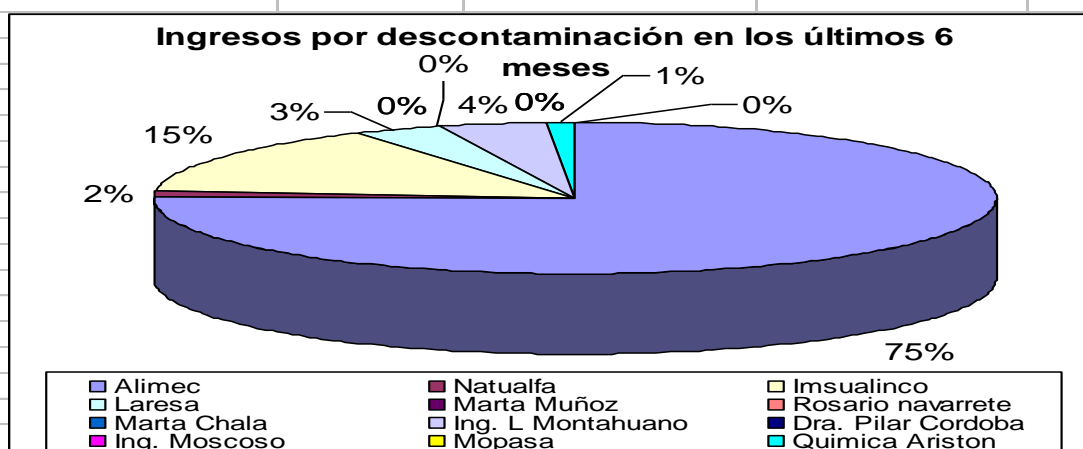


Figura 2.21

2.4.8 CONCLUSIONES:

1.- Los ingresos del acelerador con un promedio de irradiación general de 3 días por semana 4 horas por día aproximadamente ascienden a un promedio de **3.756 \$ por mes.**

2.-En la parte de la irradiación para la descontaminación de especerías, el campo de acción del Acelerador es mucho más amplio, en el sentido de que a las empresas grandes en este tipo de producción el factor tiempo y los volúmenes para la descontaminación resultan ser la parte más crítica, tal es así que el servicio de descontaminación abarca el 69 % de la producción de la planta, además que el tiempo de procesamiento de las cajas (dado que únicamente es bajar la carga microbiana a niveles aceptables para el consumo humano) no es muy crítico como en el servicio de la esterilización, razón por la cual la velocidad de procesamiento podría ser hasta 3 y 4 veces más rápida que para esterilización.

3.- El mejor cliente es la empresa ALIMEC con un 75 % del mercado de servicio del Laboratorio, seguido de otra empresa en crecimiento que es IMSUALINCO, con un 15 % del servicio, finalmente LARESA con un 3 % del servicio y NAUALFA con 2%, empresas que regularmente han venido procesando sus productos con una frecuencia regular cada semana.

4.- El resto se encuentra repartido en pequeñas empresas más de carácter personal que no han dejado mayores recursos al Laboratorio y cuya frecuencia de irradiación es muy esporádica.

5.- Dentro del campo de la esterilización encontramos a 5 grandes clientes como son: LABORATORIOS LIFE con 28 % y el Dr. HUGO VEGA con el 27 %, seguido a continuación de FUNDACION FAMILIA SALESIANA con 16 % ,PROVELDER 13% , GLOMEDICAL con 7%, Sr. RAMIRO TAIPE con 4% . Todo esto dentro del los clientes que se han mantenido con una frecuencia regular de procesamiento. El resto como el caso de YAMBAL, CEMEFES, HOSPITAL BACA ORTIZ, etc si bien es cierto que traen volúmenes medianos, su frecuencia de radiación es muy esporádica, tal como se puede ver en el pastel. El resto de clientes prácticamente son irrelevantes.

6.- Con todos los datos analizados anteriormente se comprueba una vez más lo dicho anteriormente que el **laboratorio procesa muchísimo menos de su capacidad instalada** y dentro de lo que son los insumos médicos, paquetes de esterilización de cajas petri para laboratorios Clínicos, equipo abdominal, batas y compresas, guantes quirúrgicos, recipientes de plásticos, entre otros, cremas para la piel de YAMBAL, etc.

Además esporádicamente se presta servicios a ciertas instituciones de beneficencia tales como fundaciones, instituciones de estado, el INFA, etc. para el servicio de reesterilización de productos médicos igualmente importados los cuales han pasado su fecha de caducidad, y a los que se les proporciona una dosis más baja de la normal porque se presume que en un cierto margen de confiabilidad podrían todavía estar totalmente estériles, además hay que tener cuidado de no cambiar las propiedades físicas iniciales del producto.

Con todo este panorama se observa claramente que nuestro mercado actual se encuentra restringido a:

- En el campo de la esterilización a pequeños productores que fabrican insumos médicos nada complicados y que recurren a nuestro servicio para esterilizar y luego comercializar su producto a las diferentes Clínicas y hospitales especialmente de la ciudad de Quito.
- A laboratorios que reutilizan las cajas petri y cualquier otro tipo de recipientes plásticos.
- A laboratorios que desean esterilizar cremas faciales, de manos, etc. que han sido envasadas y que por alguna situación especial sufrieron un grado de contaminación muy bajo.
- A Instituciones gubernamentales o privadas que deseen reesterilizar cualquier material que haya pasado su fecha de caducidad.

7.- Que en el servicio de descontaminación e especerías, el campo de acción del Acelerador es mucho más amplio, en el sentido de que a las empresas grandes en este tipo de producción, el factor tiempo y los volúmenes para la descontaminación resultan ser la parte más crítica, tal es así que el servicio de descontaminación abarcan el 69 % de la producción de la planta, además que el tiempo de procesamiento de las cajas (dado que únicamente es bajar la carga microbiana a niveles aceptables para el consumo humano) no es muy crítico como en el servicio de la esterilización, razón por la cual la velocidad de procesamiento podría ser hasta 3 y 4 veces más rápida que para esterilización. Creemos que las condiciones del acelerador son el medio más adecuado para la descontaminación que mediante el uso de los métodos tradicionales, además que según las conversaciones sostenidas con los laboratoristas encargados de hacer los análisis de microbiología, muchas veces el exceso de temperatura de los hornos cambiaba las características físico-químicas de la especie haciendo que se pierda un poco el sabor y el olor natural de la misma, situación de suma importancia en el momento de la comercialización del producto.

En definitiva nuestro mercado actual se encuentra restringido a:

- Producción del servicio de descontaminación de especerías en medianas cantidades a industrias grandes tales como ALIMEC que comercializa los productos Mckornic, QUIMICA ARISTON, con almidón de maíz. IMSUALINCO, PROVELDER etc
- A pequeños productores. NATUALFA, SR TAIPE, LARESA. etc.

Me parece además que se puede vislumbrar muy claramente que en un futuro uno de los mercados más importantes del laboratorio será ampliar el campo de acción de la descontaminación de especerías como incentivar el desarrollo de la producción en la preservación de alimentos por irradiación, todo esto enfocado al sector agropecuario exportador del país.

CAPITULO 3

APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA TEORIA DE LAS RESTRICIONES EN LA GESTION DE OPTIMIZACION DEL THROUGHPUT Y EL MEJORAMIENTO CONTINUO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ACELERADOR DE ELECTRONES.

Como podemos observar, la teoría de las restricciones tiene una amplia y variada aplicación en todos los ámbitos del conocimiento y en todo tipo de actividades del ser humano, no se diga en aquellas que se encuentran interrelacionadas con el mejoramiento de la productividad, y mucho más aun con aquellas que siguen un proceso de producción en cadena. Como hemos visto en el desarrollo teórico de las “Teoría de las Restricciones”, dentro de las actividades de toda una empresa, cada una de ellas puede poseer muchos cuellos de botella, los mismos que pueden ser de diferentes categorías como restricciones de mercado, de materiales, de logística interna, logística externa, etc, sin embargo en esta parte del proyecto, es importante que nos enfoquemos estrictamente a la parte de la logística de entrada, Operaciones y Logística de Salida dentro de las Actividades Primarias de la Cadena de valor del Acelerador, porque considero que es la parte medular del Servicio de extensión, y de alguna manera el que se puede modelar y simular con resultados inmediatos, no sin antes recordar que dentro del Plan operativo general de optimización se hará referencia a cada una de las Actividades las mismas que están contempladas a corto, mediano y largo plazo.

3.1 IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES E INSUMOS DE ENTRADA DEL SISTEMA DE PRODUCCION.

En la figura 3.1 podemos observar una vista en corte de lo que son las instalaciones del acelerador de electrones. Básicamente tiene tres áreas fundamentales. Cuarto de Control, área de irradiación, y el área de carga y descarga de producto.

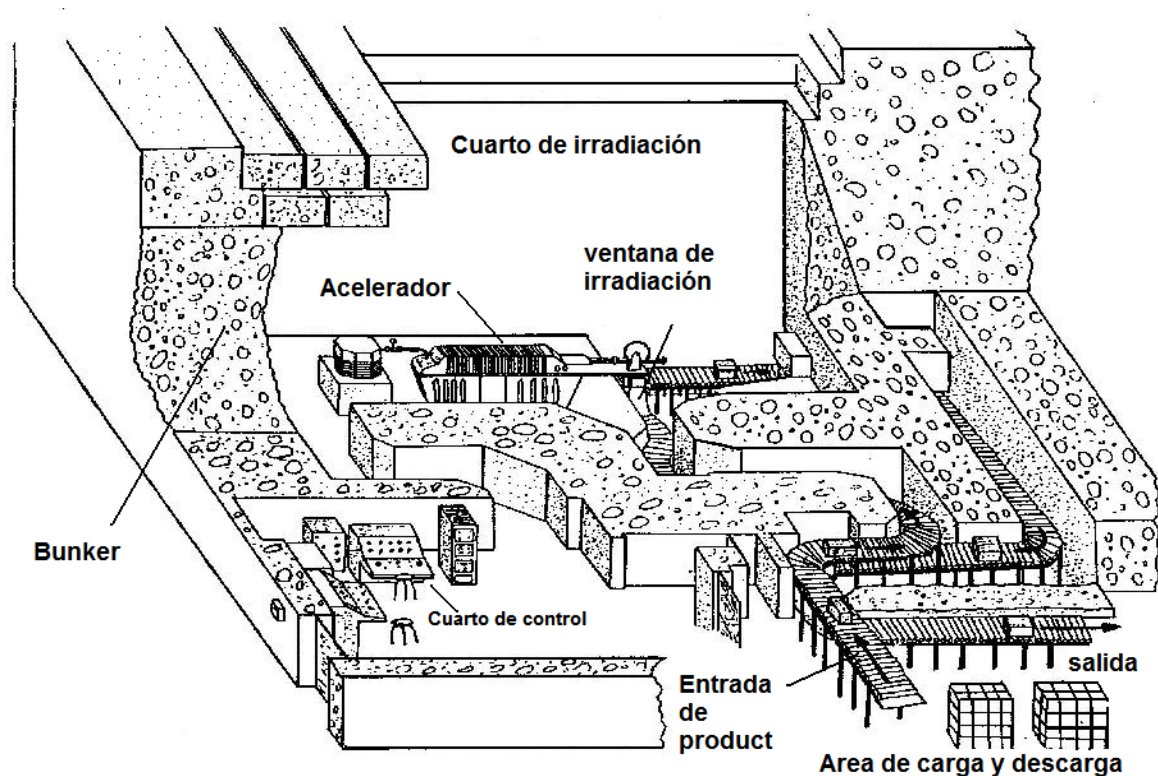


Figura 3.1

1. **Cuarto de Control.**- es el lugar desde donde se opera en forma completa el Acelerador propiamente dicho. Este cuarto se encuentra aislado completamente del área de irradiación (BUNKER) a fin de que la radiación BETA y cierto tipo de RAYOS x puedan salir al exterior. Ver figura 3.2



Figura 3.2

2. **El Área de irradiación.**- que es el cuarto donde se encuentra el tubo de aceleración de electrones y en donde se produce la radiación BETA en la ventana de salida. Ver figura 3.3

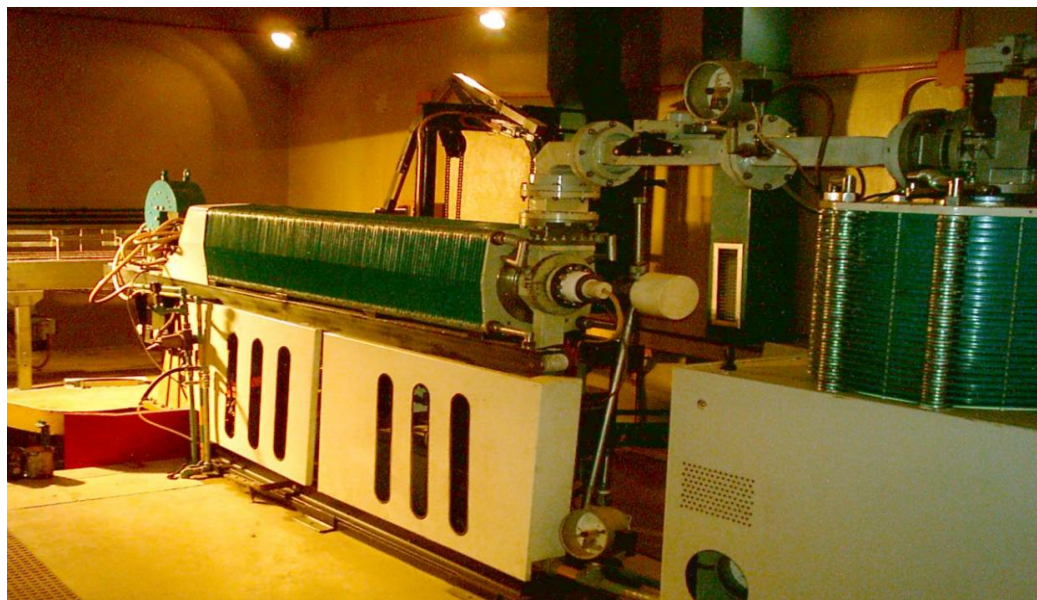


Figura 3.3

3. **Finalmente el área de carga y descarga de producto.**- en donde se receipta el producto proveniente de las empresas que requieren del servicio del acelerador. Ver figura 3.4



Figura 3.4

4. **El transportador de producto.**- este transportador se halla dividido en tres etapas fundamentales:

Primera etapa.- compuesta de 2 tramos de entrada al cuarto de irradiación. Estos dos tramos se mueven a velocidad constante y a cualquier caja a ser irradiada le toma 1 min 30 seg, hasta llegar al transportador central .Ver figura 3.5 que es justamente el inicio del primer tramo.



Figura 3.5

Segunda etapa.- compuesta de un transportador central de velocidad variable (que es la que determina la dosis de radiación) y en donde esta focalizada la ventana de salida del irradiador. Ver Figura3.6

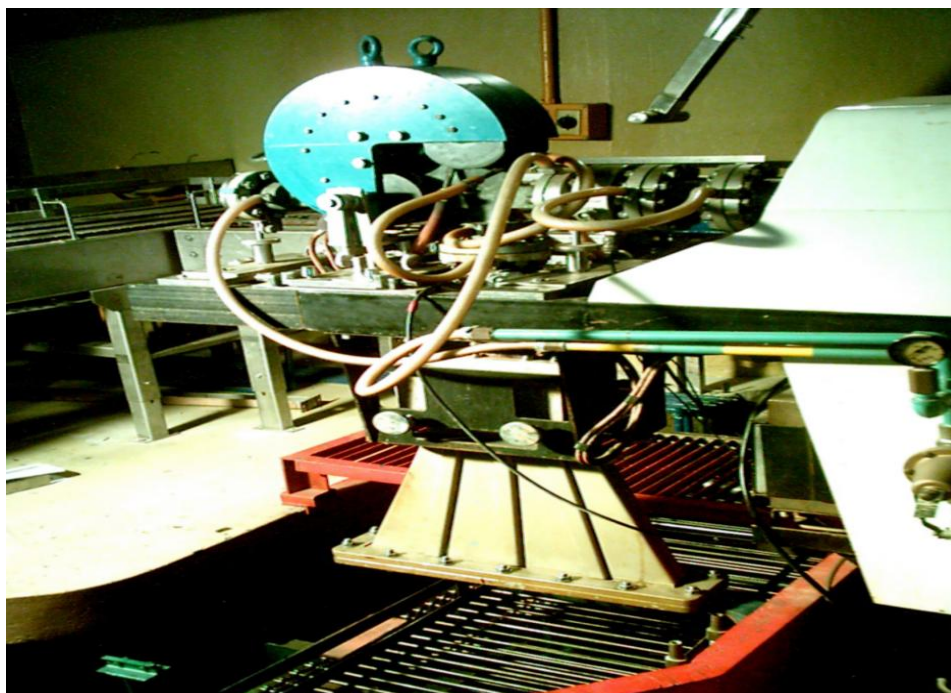


Figura 3.6

Tercera Etapa.- construida igualmente que la primera etapa pero en tres tramos de transportación, esta etapa se mueve a velocidad constante aunque un poco más rápido que la primera etapa, y toma 1 min 21 se desde la salida del segundo transportador hasta la salida total del sistema de transportación en el área de carga de producto. Ver figura 3.7

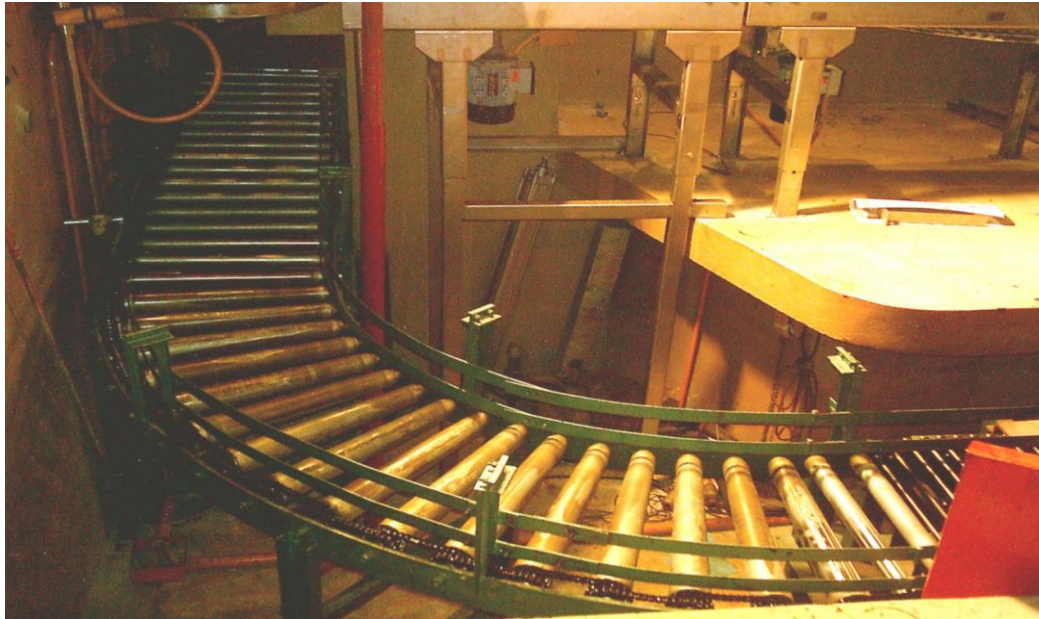


Figura 3.7

3.2 MARCO TEORICO CONCEPTUAL.

3.2.1 DOSIS ABSORBIDA.

Para poder entender mejor con que parámetros debemos trabajar sobre la base del servicio que presta el acelerador debemos entender que es la Dosis Absorbida.

Dentro de las radiaciones ionizantes se define la Dosis Absorbida es la energía recibida por cualquier tipo de radiación ionizante depositada en la unidad de masa.

Así que:

$$D = \text{Energía} / \text{Masa. (Joul/Kg) ecuación 3.1}$$

La energía obviamente se mide en Jouls y la masa en Kilogramos. Así es una la energía de un Joule de radiación ionizante aplicada a un kilogramo de masa, significa que hemos dado a esa cantidad de materia una dosis de 1 Joule/kg o 1 Gy (Gray).

Por lo tanto 1K Gy (un Kilogray) = 1000 Gy

Utilizo esta unidad que es la unidad moderna de Dosis Absorbida y en los valores en los que utilizamos dentro del acelerador. Antiguamente se utilizaba la unidad: rad y el Mrad, actualmente en desuso.

Condiciones ideales iniciales para el análisis del problema.

Para nuestro primer análisis vamos a suponer que la materia a irradiarse, se encuentra dentro de las normas establecidas en el laboratorio, es decir que:

1. es un producto compatible a ser irradiado con radiación BETA.
2. que ha superado las pruebas de densidad del material,
3. que el material es completamente homogéneo.
4. que su altura es la adecuada para la perfecta penetración del haz.
5. que las dimensiones de la caja son las adecuadas.
6. que el producto a irradiarse necesita ser pasado por el transportador una sola vez (no se necesita dar la vuelta la caja)

Necesito idealizar el problema de esta manera a fin de que se pueda entender mejor el planteamiento del modelo matemático que voy a presentar. Posteriormente una vez encontrado los cuellos de botella y optimizados se procederá a hacer un análisis más completo sobre el producto, peso, volumen y en función de eso establecer el número de pasadas por el irradiador, su velocidad, etc. para el análisis de una fijación estratégica de precios.

Dosis Absorbida emitida por un acelerador de electrones

En todos estos puntos del marco teórico conceptual, no voy a entrar en mayores detalles de investigación ni deducción de fórmulas físicas, las cuales ya se hallan establecidas a nivel mundial y son usadas en todas las plantas industriales que poseen aceleradores, tampoco considero conveniente mayores explicaciones y demostraciones sobre el campo de la electro - física ya que es un proyecto de titulación estrictamente de MBA y no de MsC. A pesar de que mi formación técnica como Ing. Electrónico y mi especialidad de postgrado explícitamente en Aceleradores de electrones de tipo industrial, se que algunas cosas pueden resultar un poco áridas para el lector que no tiene una formación sólida en el campo de la Electro física. Sin embargo voy a tratar de hacer las explicaciones lo más sencillas posibles.

En el libro “Dosimetry in accelerator research and processing” de los autores E. M. Fielden and N.W. Holm. Pag. 299 textualmente dice:

“The average absorbed dose in a unit density medium thicker than the electron range may also be calculated from the following equation:

$$\text{Dose} = E \cdot i \times 10^5 / v \cdot s \cdot L \quad (\text{rads})$$

Where i is the beam current (μA), E the electron energy (MeV), v the conveyor speed (cm/seg), s the scan width, L the sample thickness (cm)

En otras palabras lo que me indica este párrafo es que la dosis absorbida en cualquier material es directamente proporcional a la Corriente del haz de electrones y a la Energía del mismo, e inversamente proporcional a la velocidad del transportador, al ancho de la ventana de salida del haz (**ver figura 3.6**) y a la altura o espesor del material que se está irradiando. Entonces la ecuación anterior la podemos transformar más específicamente a una fórmula en KGy (Kilograys)

$$\text{Dosis (KGy)} = K \cdot E \cdot i / v \cdot s \cdot L \quad \text{ecuación. 3.2}$$

Donde K es una nueva constante de transformación de unidades de rads a Kilograys.
Analicemos cada uno de estos parámetros:

3.2.2 CORRIENTE DEL HAS (I)

El acelerador me proporciona a la salida electrones acelerados, y el movimiento de electrones en cualquier medio se llama corriente eléctrica y es medida en A (amperios), así es que la máquina al final de su ventana producirá un flujo de electrones en forma de corriente eléctrica. Ahora bien esta corriente no es de forma continua como la que me proporciona una batería de carro por ejemplo, sino que es entregada en forma pulsos. En la figura siguiente podemos diferenciar los dos tipos de corriente.

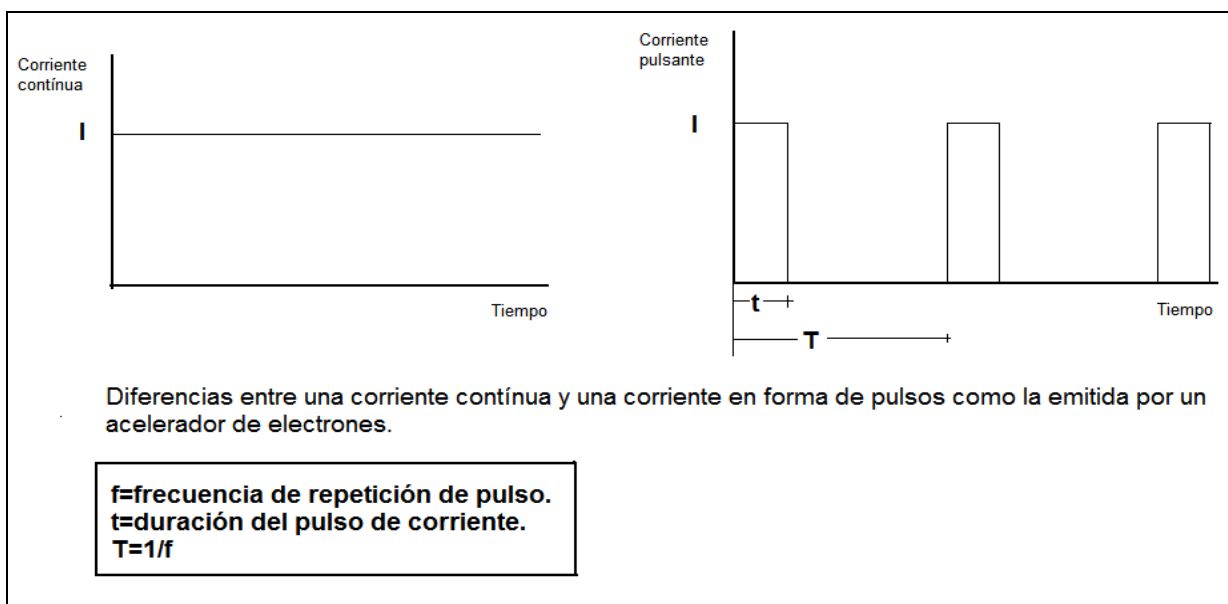


Figura 3.8

Dado que la corriente de un acelerador de electrones es pulsante, entonces debemos definir un promedio de corriente o corriente efectiva la cual esta saliendo de

la ventana del acelerador. Para esto tenemos que definir la frecuencia de repetición de pulso y la duración del mismo.

La primera hace relación con el número de repeticiones de pulso de haz producidas en un segundo, y es medida en Hertz (repeticiones por segundo), y la segunda es medida en segundos, milisegundos o microsegundos.

En el acelerador de electrones de la EPN tenemos las frecuencias de repetición de pulso desde $f = 10, 50, 100, 150, 200, 250, 300$ Hertz, y la duración del pulso $t =$ de 1, 2, 4 ,y 5 μ seg. (microsegundos), además se sabe que existe una relación recíproca entre las frecuencia (f) y el período (T). Ver figura 3.8

así que la relación de una corriente continua a una pulsante se halla especificada por lo que se llama el DUTY FACTOR o factor de trabajo, y se encuentra dada mediante la relación:

Sea $i =$ (la corriente pulsante), e $I =$ corriente continua. Entonces:

$$i = I.f.t \quad \text{ecuación 3.3}$$

Como podemos observar la corriente entregada por un acelerador de electrones es directamente proporcional a la frecuencia de repetición de pulso y a a la duración del mismo. Siendo I la máxima corriente que entregaría el acelerador si la misma fuese continua, así que tenemos dos variables con las cuales podemos jugar. (f y t).

3.2.3 ENERGIA DEL HAZ (E).

Esta dada por la energía cinética (partículas con velocidades cercanas a la velocidad de la luz) de los electrones a la salida de la ventana de irradiación. Sin mayores detalles técnicos, esta energía es constante y depende de varios factores como son la potencia de la microonda, la magnitud del campo eléctrico que acelera los electrones, longitud del tubo de aceleración, etc. En nuestro acelerador la energía nominal es CONSTANTE y de 7 Mev (que se lee 7 mega electrón- voltios) .Como información:

1 ev = 1.06 x 10⁻¹⁹ Jouls. (1 electrón voltio)

3.2.4 VELOCIDAD DEL TRANSPORTADOR (v)

Como vimos anteriormente esta corresponde a la velocidad de la segunda etapa de transportación de producto, es decir que aquella que tiene velocidad variable, y esta una de las variables más importantes puesto que me define la magnitud de la dosis absorbida por el producto a irradiarse, siempre y cuando las otras se mantengan constantes. Dado que esta variable es inversamente proporcional a la Dosis absorbida (ver ecuación 3.2) entonces a menor velocidad de paso del producto mayor dosis de irradiación recibirá el producto y viceversa, y esto es evidente porque el producto que pasa debajo de la ventana de irradiación esta absorbiendo mayor energía de corriente del haz de electrones dada su demorada exposición al pasar a menor velocidad. Aquí poseemos otra variable con la cual podemos manejarnos.

3.2.5 ANCHO DE LA VENTANA DE IRRADIACION (s)

Este se refiere justamente al ancho de barrido del haz de electrones. Se debe aclarar que una vez que los electrones hayan alcanzado su velocidad nominal, habrán alcanzado también su energía nominal (para el caso que nos compete los 7 Mev), entonces ellos sufren una desviación de 270 ° a fin de colocarse en posición vertical. De este modo el chorro de paquetes de electrones pulsantes atraviesan un magneto eléctrico de barrido horizontal, donde los electrones realizan un movimiento de vaivén de derecha a izquierda del transportador central, tal y como se presenta el barrido electrónico en una pantalla de un televisor. Esto lo podemos visualizar mejor en el gráfico siguiente:

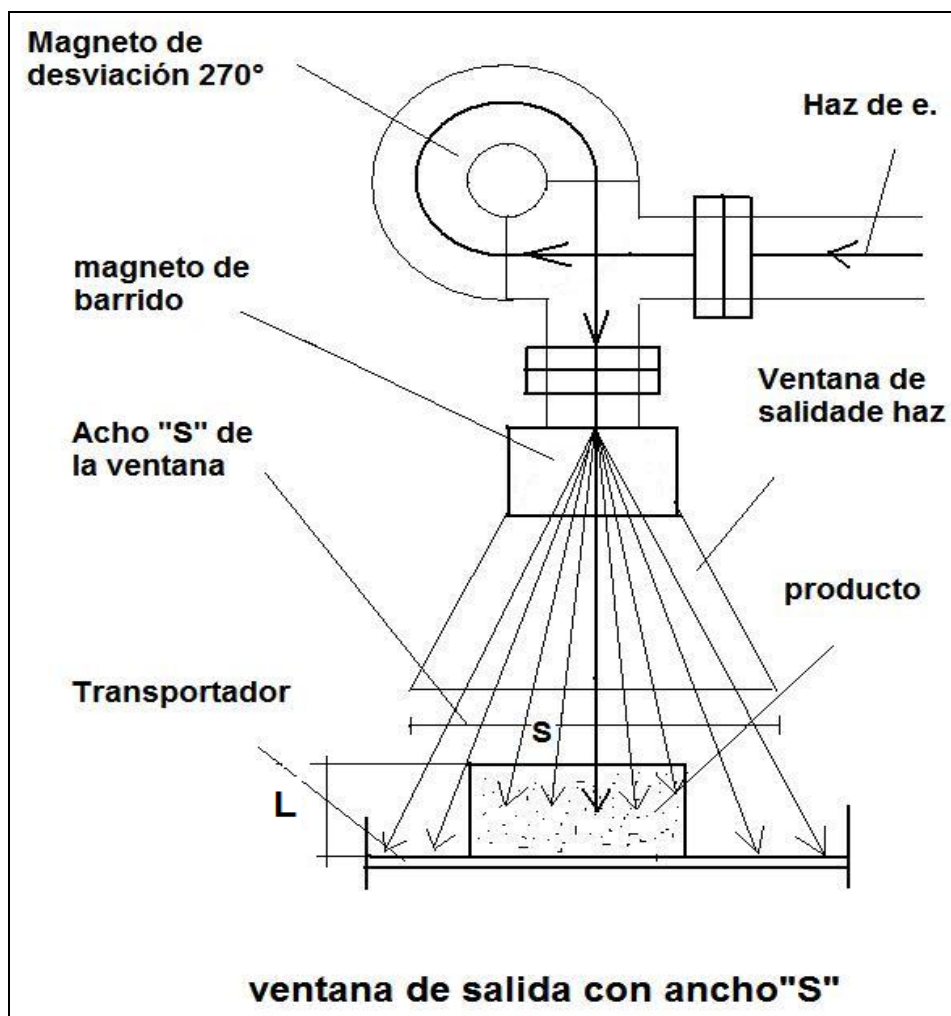


Figura 3.9

3.2.6 ESPESOR DEL MATERIAL IRRADIADO (L)

Este es un parámetro relacionado estrictamente con las medidas de la caja y más concretamente con la altura de la misma. Para que el haz de electrones pueda penetrar directamente sobre toda la caja, se realiza un estudio de la densidad del material y se compara con la densidad del agua a la cual se la toma como patrón. Para tener una idea un acelerador que emite electrones a 7 Mev (mega electrón voltios) puede penetrar en agua hasta una distancia de aproximadamente 3.5 cm. hasta que el haz sea atenuado completamente.

Pero recordemos que anteriormente hemos supuesto de que se esta trabajando con materiales de densidad adecuada, homogéneos y en los que la penetración del haz es total, es decir que no haya sitio en el espesor del material que no haya sido penetrado por el haz.

Esto lo hacemos para poder observar las restricciones que tiene la máquina estrictamente, luego en una segunda parte nos encargaremos de analizar las cualidades del producto, para lo cual haremos el análisis estratégico de precios.

Resumiendo en forma general podemos decir que la ecuación fundamental de dosis absorbida para cualquier material de densidad homogénea y cuyo espesor es el adecuado para que la distribución de energía del haz sea pueda penetrar el material completamente es, reenlazando la ecuación 3.3 de la corriente pulsante en la ecuación 3.2 de dosis absorbida tenemos:

$$D = K.E.I.f.t/v.s.L \quad (\text{Dosis absorbida}) \text{ ecuación 3.4}$$

3.3 ANALISIS DE CADA UNO DE LOS PARÁMETROS INVOLUCRADOS EN LA DOSIS ABSORBIDA.

Examinemos cada uno de estos parámetros.

La energía (E) es constante porque las características del acelerador son justamente obtener electrones de energía nominal de 7 Mev.

La corriente pico o continua I, esta determinada por las condiciones de máximo aprovechamiento del sistema de enfocamiento del haz, en nuestro caso es de 0.5 A (amperios).la consideramos también constante, porque representaría la corriente pico

La frecuencia (f) de repetición de pulso del haz es una magnitud variable que se la puede manejar desde 10 hasta 300 Hz.

La duración del pulso (t) es un parámetro variable que también se lo puede optimizar.

La velocidad del transportador (v) es una de las principales variables con la cual estamos trabajando actualmente, para el control de Dosis Absorbida.

El ancho de la ventana (s) de irradiación es actualmente de 52 cm. Se lo ha fijado en este valor para que el haz pueda abarcar cualquier tipo de producto con un ancho máximo de esta medida.

El espesor del material (L), que dadas las condiciones ideales de planteamiento del problema lo vamos a suponer también constante.

Esto me sugiere que si nosotros podemos fijar ciertos parámetros a sus máximas condiciones o a las condiciones de trabajo del sistema, entonces podemos limitar la fórmula con una nueva constante. Así entonces (E) e (I) son constantes dadas por el mismo sistema, la frecuencia de repetición (f) actualmente estamos trabajando a 100 Hz, y (t) se lo ha fijado al máximo es decir 5 μ Seg (máximo). Por su parte el ancho de la ventana (s) esta fijado a su valor ideal para que pueda abarcar todo el ancho del transportador por lo tanto es constante y finalmente (L) también lo consideramos constante por las condiciones ideales del problema. Así que ahora la nueva fórmula dada las condiciones técnicas actuales de trabajo nos queda de la siguiente manera con una nueva constante C :

$$D = C.f/v \quad \text{ecuación 3.5}$$

C = nueva constante.

f = frecuencia de repetición del pulso.

v = velocidad del transportador.

Esta fórmula sugiere que la dosis absorbida por cualquier material homogéneo de densidad adecuada para ser penetrado con un haz de electrones de 7 Mev, es directamente proporcional a la frecuencia (f) de repetición de pulso de haz e inversamente proporcional a la velocidad del transportador central.

Es decir por ejemplo que si duplicamos únicamente la frecuencia de repetición de 100 a 200 Hertz, para poder irradiar a la misma dosis un producto, la velocidad del transportador debería duplicarse también entonces, estaríamos optimizando nuestro

sistema de producción puesto que también el tiempo de operación se disminuye a la mitad, los recursos de energía eléctrica, agua, los gastos de operación también se disminuyen a la mitad, etc, etc.

En esta ecuación, la constante de proporcionalidad C es totalmente desconocida. Así es que como podemos medir la dosis absorbida por un material que ha sido irradiado por un acelerador?. De la siguiente manera:

3.4 MEDICION REAL DE LA DOSIS ABSORBIDA.

Esto se lo realiza a través un método sencillo y universalmente aplicado en todas las facilidades del mundo que tengan aceleradores mediante el uso de calorímetros de agua.

Calorímetro de agua.

Es un aparatito muy simple que consta básicamente de cuatro elementos importantes:

- Una caja de plástico petri de poli estireno con tapa tal como usan en los laboratorios Clínicos. para el análisis de muestras.
- Un volumen de agua ubicado en el interior de la caja petri.
- Un aislamiento térmico hecho de una caja de espumaflex.
- Un termistor sensible a los cambios pequeños de temperatura pero resistente a la radiación.

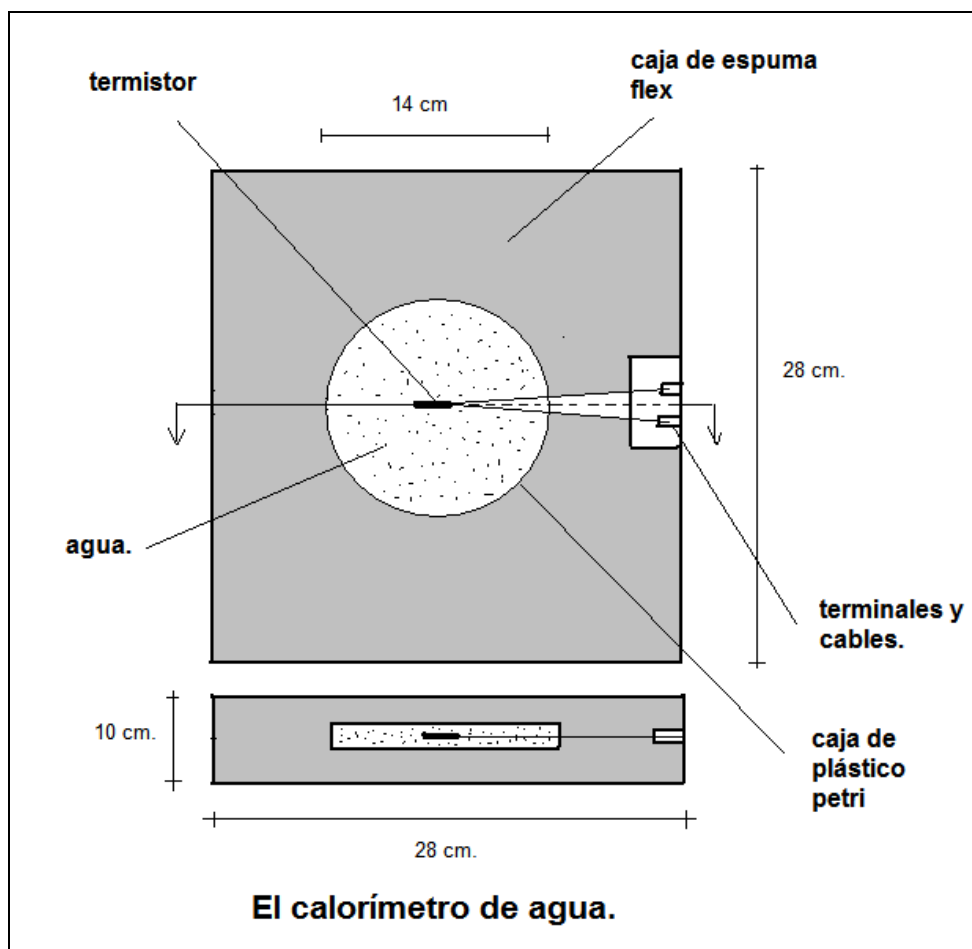


Figura 3.10

El único elemento realmente costoso del calorímetro es el termistor, el mismo que reúne condiciones muy especiales de trabajo. Pero que es un termistor?, simplemente es una resistencia eléctrica variable sensible a la temperatura. Cuando existe un incremento de temperatura la resistencia del termistor baja. Este tipo de termistores son encapsulados en vidrio para prevenir que las radiaciones deterioren su naturaleza físico-química de la resistencia, además pueden llegar a cotizarse en el mercado hasta cerca de los 500 USD, de esta manera se mide la resistencia inicial del termistor dentro del agua y mediante unas tablas calculamos su temperatura inicial, luego de pasar el calorímetro por el irradiador, dado que recibe energía por

parte del haz entonces, el calorímetro sufre un incremento de temperatura el cual es calculado nuevamente en tablas midiendo su resistencia final.

Principio de funcionamiento del Calorímetro de agua.

La energía entregada por el haz de electrones es transferida al calorímetro de agua en su conjunto, esto es a la caja petri, al agua y al termistor. Es muy conocida que la transferencia de energía en calorimetría esta dada por la ecuación:

$$Q = mc (t_2-t_1) \quad \text{ecuación 3.6}$$

Donde Q = cantidad de calor (energía recibida por el cuerpo de masa m)

m = masa

c = calor específico

(t₂-t₁) = diferencia de temperatura.

Despreciando la masa de la espuma flex (debido a su bajísima densidad) que únicamente se la utiliza como aislamiento térmico para que no exista transferencia de calor del interior al exterior y viceversa, entonces la cantidad de calor o energía que es transferida hacia el cuerpo del calorímetro, caja petri, agua y termistor y suponiendo que los tres alcanzan la misma temperatura final (t₂) sería evidentemente:

$$E = m_1c_1(t_2-t_1)+m_2c_2(t_2-t_1)+m_3c_3(t_2-t_1) \quad \text{ecuación 3.7}$$

La masa m del calorímetro será entonces la suma de las tres masas: esto es

$$m = m_1+m_2+m_3 \quad \text{ecuación 3.8}$$

Por la ecuación 3.1 que me da la definición de Dosis Absorbida

D = energía / masa. Tenemos entonces: E/m

$D = m_1c_1(t_2-t_1)+m_2c_2(t_2-t_1)+m_3c_3(t_2-t_1)/(m_1+m_2+m_3)$ resolviendo.

$$D = (m_1c_1+m_2c_2+m_3c_3) (t_2-t_1)/(m_1+m_2+m_3) \quad \text{ecuación 3.9}$$

Las masas m_1, m_2, m_3 son cantidades constantes para cada uno de los calorímetros al igual que sus calores específicos c_1, c_2, c_3 , por lo tanto la cantidad:

$$K = (m_1c_1+m_2c_2+m_3c_3)/(m_1+m_2+m_3)$$

es una constante específica de cada calorímetro. Entonces podemos describir la ecuación 9 como:

$$D = K(t_2-t_1) \quad \text{ecuación 3.10}$$

Lo que me indica que la dosis absorbida dada por el calorímetro es directamente proporcional al incremento de temperatura: la constante K es propia de cada construcción del calorímetro.

Para el calorímetro que poseemos en nuestro laboratorio, el cual lo traje personalmente del laboratorio Nacional de Riso en Dinamarca es de : $K = 3.481 \text{ KGy/}^\circ \text{C}$

Así por ejemplo una dosis normal de esterilización que es de 25 KGy, recibirá un incremento de temperatura en el calorímetro de tan solo $(t_2-t_1) = D/K = 25/3.481 = 7.18 \text{ }^\circ \text{C}$

Este incremento de apenas 7 grados Celsius de temperatura es una de las características importantísimas de la facilidad puesto que es justamente las altas temperaturas las que cambian algunas de las propiedades físico-químicas de ciertos materiales esterilizados por autoclave y por óxido de etileno, como lo habíamos manifestado en un comienzo.

Ahora bien relacionando la ecuación 3.10 con la ecuación 3.5, dado que es exactamente el mismo parámetro de Dosis Absorbida tenemos entonces:

$Cf/v = K(t_2-t_1)$ por lo tanto :

$$C = K(t_2-t_1).v/f \quad \text{ecuación 3.11}$$

Entonces sabiendo el incremento de temperatura del calorímetro, la velocidad a la que se movió el transportador en el momento del experimento y la frecuencia de repetición de pulso, que actualmente estamos en 100 Hz, entonces podremos determinar la constante C, dada en (KGy.cm)

El experimento realizado me proporcionó una velocidad media de $v = 1.7635$ cm/seg. y un incremento de temperatura de 19.10 °C a 21.16 °C. Para esta velocidad la constante C se calcula como:

$$C = 3.481(21.16-19.10)(1.7635)/100$$

$$C = 0.1264 \text{ (KGy. cm)}$$

Así pues la ecuación 3.5 se reduce a lo siguiente:

$$D = 0.1264 f/v \text{ (KGy)} \quad \text{ecuación 3.12}$$

En donde la frecuencia se encuentra dada en Hertz y la velocidad en cm/seg.

3.5 MEDICION DE VELOCIDAD EN FUNCION DEL VOLTAJE APLICADO AL MOTOR DC DEL TRANSPORTADOR CENTRAL

Dado que en la facilidad no contamos con un medidor directo y preciso de velocidad del transportador central de producto, he considerado conveniente realizar una tabla y un gráfico de velocidad vs. Voltaje DC aplicado al motor, con el fin de ver que tipo de relación existe.

Para la medición de velocidad se tomo una caja de longitud fija de 108 cm y con un punto de referencia en la armazón del transportador, y se cronometró con exactitud los tiempos para cada uno de los voltajes aplicados al motor DC que comanda el transportador central.

Que obtengo de todo esto? que voy a tener una medición indirecta de la velocidad del producto en función del voltaje aplicado al motor DC del transportador, ya que este segundo parámetro es muchísimo mas fácil de monitorear y controlar.

Para la medida del voltaje en los terminales del motor se utilizó un multímetro marca FLUKE 79 digital y un cronómetro digital de precisión. Los resultados obtenidos se hallan tabulados y graficados en la siguiente figura 3.11

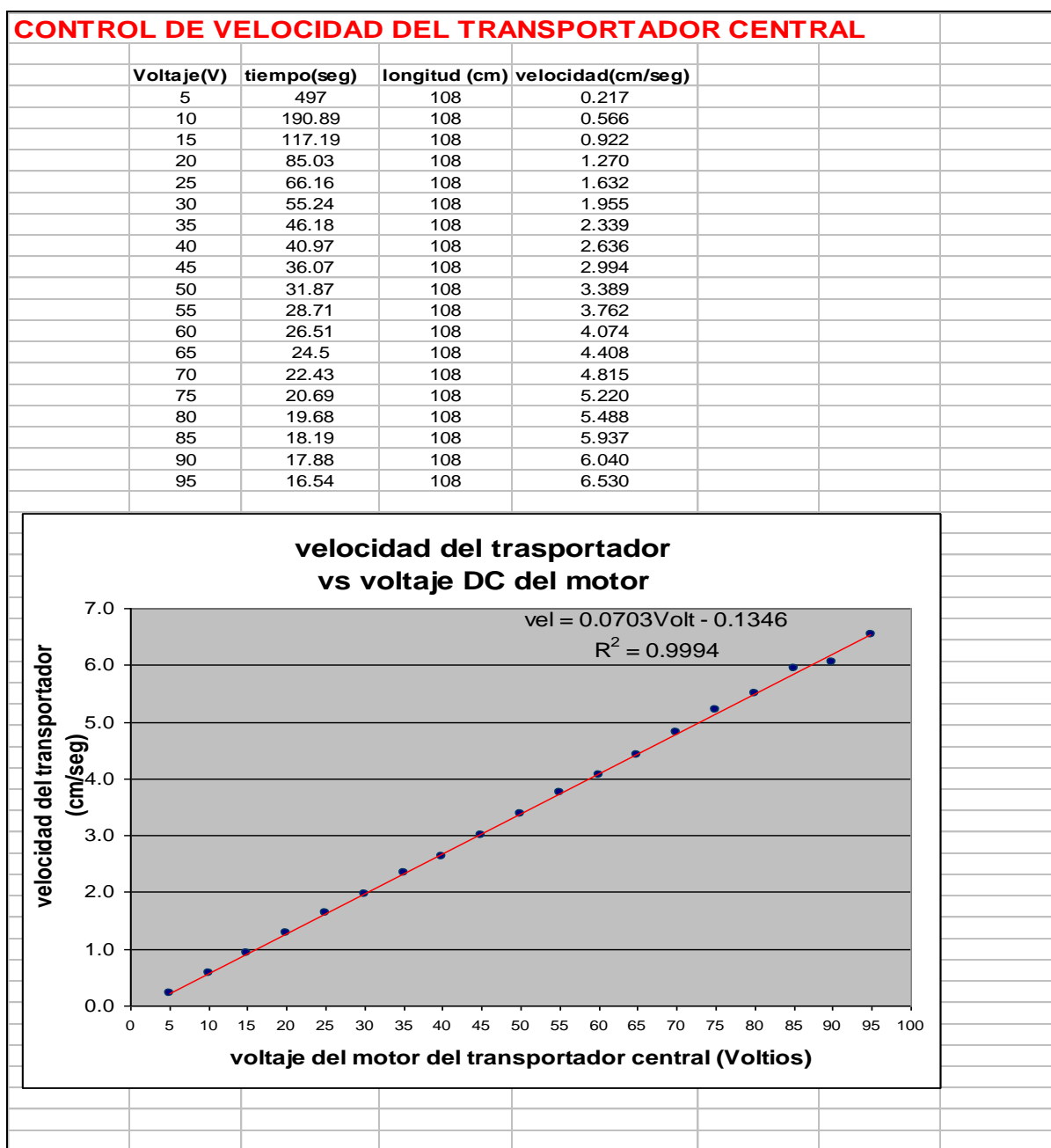


Figura 3.11

Resulta increíblemente lineal la relación de velocidad con relación al voltaje de armadura del motor DC. La ecuación de la recta que relaciona estas dos variables aplicando la línea de tendencia y con una confiabilidad del **99.94 %** es :

$$v = 0.0703V - 0.1346 \quad \text{ecuación 3.13}$$

(desde V=5 voltios en adelante hasta 100 voltios max.)

Debo aclarar en esta ecuación es aplicable a partir de cierto voltaje en nuestro caso desde 5 Voltios, que es el voltaje mínimo que se debe colocar a la armadura del motor para que pueda vencer la inercia de la carga (transportador central)

Donde: v = velocidad del producto en cm/seg.

V = voltaje aplicado al motor del transportador central. En voltios (V)

Ahora si, reemplazando el valor de la velocidad v en la ecuación (3.12) tenemos que la dosis absorbida por un material homogéneo esta dada por la ecuación:

$$D = 0.1264 f / (0.0703V - 0.1346) \quad \text{ecuación 3.14}$$

Donde: D dado en (KGy)

f es la frecuencia de repetición de pulso en (Hz)

y V es el voltaje aplicado al motor DC del transportador central en (voltios), ver figura 3.12

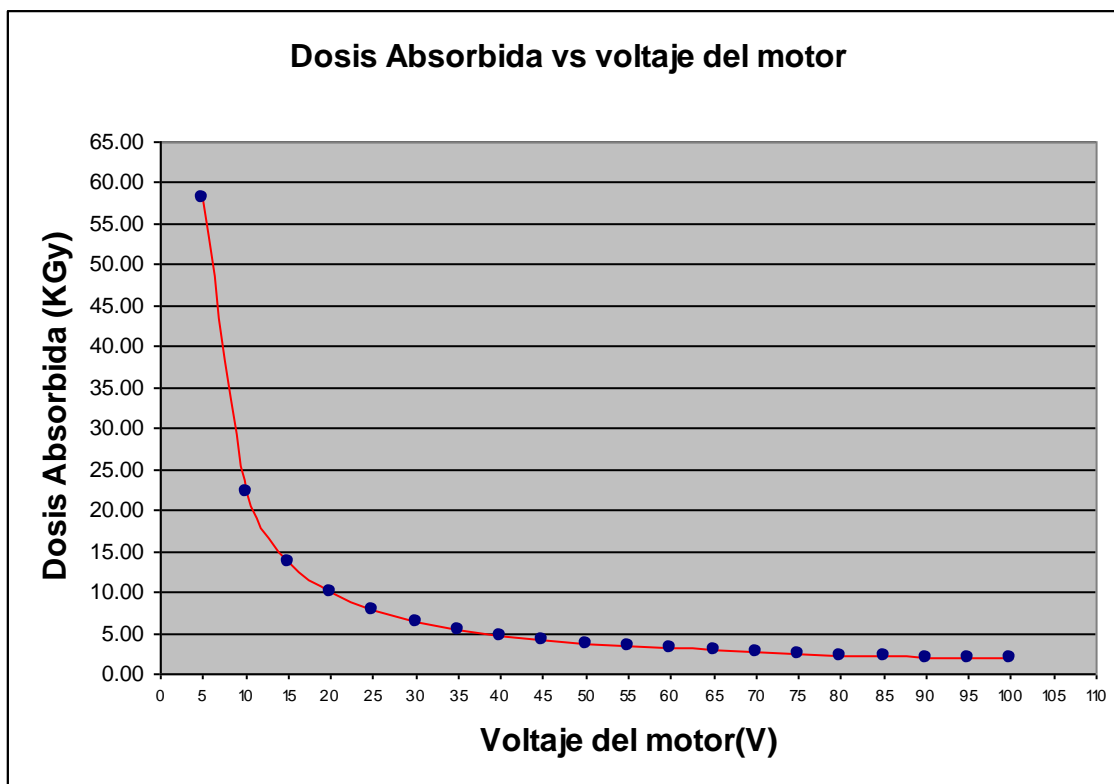


Figura 3.12

Así por ejemplo una dosis de 25 KGy para esterilización el voltaje calculado requerido por el motor será de:

Despejando V de la ecuación 14 tenemos:

$$V = (0.1264f + 0.1346D) / 0.0703D \quad \text{ecuación 3.15}$$

$$V = (0.1264 \times 100 + 0.1346 \times 25) / 0.0703 \times 25$$

$$V = 9.1 \text{ Voltios.}$$

3.6 ANALISIS DE LAS RESTRICCIONES O CUELLOS DE BOTELLA QUE PODRIAN PRESENTAR LOS TRANSPORTADORES 1 Y 3 DE ENTRADA Y SALIDA DE PRODUCTO.

Vimos anteriormente que a un producto cualquiera le toma 1 min y 30 seg desde la puesta del mismo en el transportador de entrada, hasta que alcanza el transportador central variable. El cálculo de la velocidad media de este transportador con varias medidas hechas con las cajas metálicas de 52 cm de largo se hallan tabuladas en la figura 3.13

Transportador de entada N° 1

CALCULO DE LA VELOCIDAD PARA EL TRANSPORTADOR 1 DE ENTRADA			
	longitud(cm)	tiempo(seg)	velocidad(cm/seg)
	52	4.25	12.235
	52	4.54	11.454
	52	4.84	10.744
	52	4.4	11.818
	52	4.4	11.818
	52	4.49	11.581
	52	4.29	12.121
	52	4.5	11.556
	52	4.27	12.178
			105.505
			VELOCIDAD PROMEDIO= 11.723

Figura 3.13 (transportador N°1 de entrada)

CALCULO DE LA VELOCIDAD PARA EL TRANSPORTADOR 2 DE SALIDA		
longitud(cm)	tiempo (seg)	velocidad(cm/seg)
90	2.25	40
90	1.99	45.22613065
90	2.12	42.45283019
90	2.01	44.7761194
90	1.99	45.22613065
90	2.07	43.47826087
90	2.1	42.85714286
VELOCIDAD PROMEDIO =		43.43094495

Figura 3.14 (transportador N° 2 de salida)

Como podemos observar la velocidad de entrada es de 11.72 cm/seg y la de salida de 43.43 cm/seg. Estas dos velocidades son fijas porque así fueron construidas desde un inicio, pero veamos si es que ellas presentan cuellos de botella o no.

De acuerdo a la figura 3.12 vemos que el voltaje máximo que podemos entregar al motor DC es de 100 voltios, esto me da una velocidad del transportador de aproximadamente **6.89 cm/seg**, que es la velocidad máxima a la que se mueve el transportador central, por lo tanto el transportador de entrada no constituye cuello de botella ya que este primer sistema se mueve más rápido que la máxima velocidad que entrega el segundo sistema de velocidad variable.

Calculemos la dosis a la velocidad máxima que me entrega el transportador variable. Haciendo uso de la ecuación 12 tenemos:

$$D = 0.1264 f/v = 0.1264 (100)/6.89 \text{ implica que } D = 1.83 \text{ KGy.}$$

Dentro de los servicios que presta el acelerador de electrones que han sido básicamente la descontaminación y la esterilización se utilizan dosis de 3 hasta 8 KGy para descontaminación y de 20 hasta 25 KGy para los servicios de esterilización

de productos médicos, así que el rango útil de servicio iría aproximadamente desde 3 hasta 25 KGy , entonces la velocidad del transportador de entrada de 11.72 m/seg definitivamente **no representa un cuello de botella**.

Finalmente la velocidad del transportador de salida que es de 43.43 cm/seg tampoco presenta un cuello de botella por ser mucho más alta.

3.7 IDENTIFICACION DE LOS 3 DINEROS DE LA TOC APLICADAS AL SERVICIO QUE PRESTA EL ACELERADOR DE ELECTRONES.

Como vimos anteriormente dentro de la filosofía de la TOC existen tres parámetros o variables de medición bajo las cuales se puede establecer las condiciones de productividad de una empresa. Ahora necesitamos especificar en forma específica cada uno de estos “DINEROS” según la TOC de acuerdo a los parámetros que maneja el laboratorio. En forma general.

- **Throughput (T)** = Ventas (ingresos reales) – materia prima – pagos a terceros.

Dado que el laboratorio es generador de servicios, no se maneja inventarios de materia prima, ni tampoco pagos a terceros los cuales se encuentran íntimamente relacionados con los proveedores de materia prima, de esta manera nuestro Throughput entonces son los ingresos reales recibidos por la prestación de servicio. Entonces:

$$\mathbf{T = ingresos reales.} \qquad \mathbf{Ecuación 3.16}$$

- **Inventarios (I)** = Dinero invertido en todo el sistema.

En este punto vale hacer una aclaración, puesto que el enfoque de la TOC es desde el punto de vista empresarial necesitamos enfocarnos dentro de los costos reales de los activos que posee actualmente el laboratorio y no mirar desde el punto de vista de la universidad, de este modo no podríamos pasar por alto el costo del acelerador por más que haya sido una donación del OIEA ni tampoco los costos invertidos en

todos los sistemas adicionales tales como la construcción del BUNKER, sistemas de control etc., etc. En este sentido:

$$I = \text{Costo acelerador} + \text{sistemas adicionales} + \text{activos fijos} + C \times C.$$

Ecuación 3.17

- **Gastos de operación (G)** = dinero gastado por todo el sistema para producir el servicio.

$$G = \text{suelos personal operativo} + \text{costos energía eléctrica} + \text{costos de consumo de agua} + \text{gasto de reparación, depreciación, etc.}$$

Ecuación 3.18

3.7.1 CONDICIONES ACTUALES DE NUESTRO THROUGHPUT (T)

Ahora viene la parte más complicada pero a la vez la más importante dentro de este enfoque de la TOC, todo lo que hemos estado hablando y modelando matemáticamente, tenemos que traducirlo a "DINERO", para poder establecer en función de que se están generando nuestros ingresos, para luego pasar a hacer un análisis de la situación actual o de cómo se ha venido trabajando estos últimos años y particularmente estos últimos meses.

De acuerdo a la ecuación 3.16 los ingresos que percibe el laboratorio son los ingresos provenientes básicamente de los servicios de irradiación (6 a 8 KGy) y de la esterilización (de 18 a 25 KGy), sin embargo vamos a tratar de generalizar la dosis de radiación con el fin de obtener fórmulas generales.

De acuerdo a la **ecuación 3.5** la dosis que se puede entregar a cualquier material homogéneo, de dimensiones que no excedan el ancho del transportador y que su densidad sea tal para que el haz de electrones pueda penetrar en toda la caja esta dada por la ecuación:

$D = C.f/v$ veamos a continuación el siguiente Gráfico:

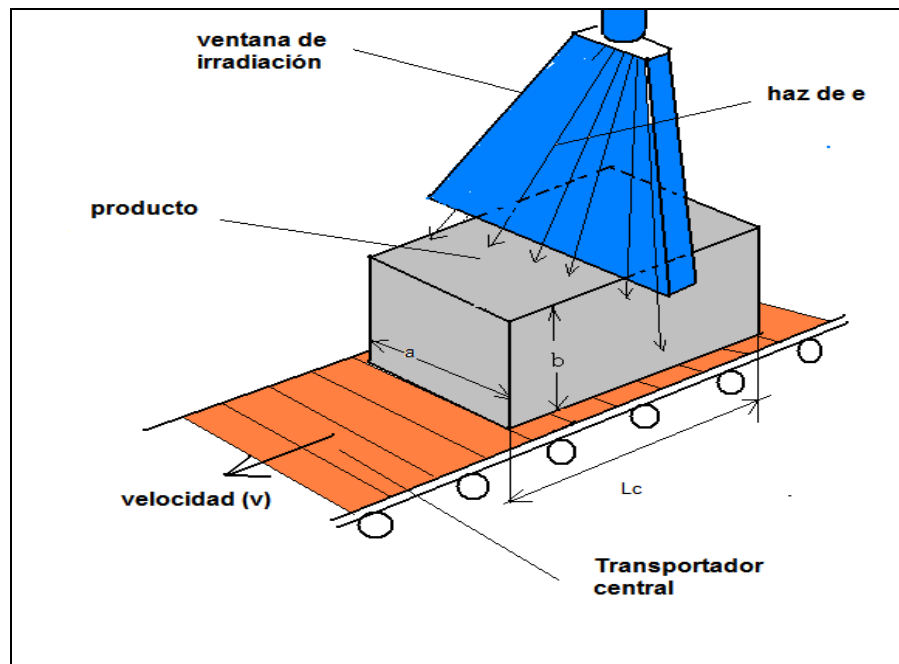


Figura 3.15

Actualmente por razones técnicas estamos trabajando con una frecuencia $f = 100$ hz. Supongamos una caja de las dimensiones a , b , L_c , por el momento nos vamos a despreocupar de las dimensiones (a y b) de las cuales hemos supuesto que el ancho (a) pasa perfectamente por el transportador y la altura (b) es la adecuada para la perfecta penetración del haz, entonces el ingreso actual que vamos a tener por el paso de una caja cuya dimensión de largo es L_c será suponiendo lo siguiente:

Sea D = dosis absorbida a la que solicita el cliente.

C = constante de proporcionalidad.

f = frecuencia de repetición de pulso.

L_c = longitud de la caja.

P_c = peso en Kg del producto dentro de la caja

Prk = precio por kilogramo.

N = numero de cajas.

Prc = precio por caja.

Una vez establecida la dosis que solicita el cliente dado que f y c son constantes, nosotros estamos fijando ya una velocidad del transportador dada por $v = C.f/D$

Para el servicio de descontaminación se ha venido cobrando de acuerdo al peso del producto en las cajas. Craso error y tremendo cuello de botella. Y para el caso de la esterilización se cobra de acuerdo de acuerdo al número de cajas.

Esto significa en otras palabras que no se está tomando en cuenta las dimensiones de la caja y más específicamente su largo L_c , pues para la jefatura del laboratorio aparentemente le daba lo mismo un largo de 30 cm que un largo de 40 cm, en cierta manera justificada su posición de que la caja más larga debería contener proporcionalmente el excedente en peso. Con este argumento tampoco se está tomando en cuenta el tiempo de irradiación. Otro craso error.

Lo que se ha venido haciendo hasta el momento es pesar cada una de las cajas y contabilizar el número de las mismas, de esta manera el ingreso (T) real será igual a:

$T = N.Pc.Prk$ ecuación 3.19 para descontaminación. y

$T = N.Prc$ ecuación 3.20 para esterilización

Estos son los ingresos reales que percibe el acelerador por su servicio. Ahora debemos formular nuestro ingreso T (t) en función del tiempo.

Una vez establecida la velocidad (v), el número de cajas que pasan en un tiempo t será:

$N = v.t/L_c$ ecuación 3.21

Siendo L_c la longitud de la caja a lo largo del transportador. Ver Fig.3.15

Entonces nuestro ingreso hipotético $T(t)$ en función del tiempo será igual al número de cajas que pasan en un tiempo t multiplicado por el peso de cada caja y por el precio por kilogramo, para el caso de la descontaminación

$$T(t) = v.t.Pc.Prk/Lc \text{ Descontaminación} \quad \text{ecuación 3.22}$$

Y al número de cajas multiplicado por el precio de cada caja para el caso de la esterilización:

$$T(t) = v.t.Prc/Lc \text{ esterilización} \quad \text{ecuación 3.23}$$

Esto supone obviamente que las cajas en el transportador central van una tras de la otra totalmente pegadas, es decir que no existe desperdicio de espacio ni de tiempo en el caso de que alguna caja se trabe en el transportador, o que exista mucho peso y se pare el transportador, o que no fallen los circuitos en el acelerador, falla de energía eléctrica, agua, presión de aire, alto voltaje, etc. es decir que no existan fluctuaciones estadísticas con condiciones totalmente ideales y continuas de irradiación.

Dado que tenemos la velocidad del transportador central (condicionada por la dosis absorbida que desea el cliente) el peso de cada caja, el precio por kilogramo, y la longitud de la caja a entonces nuestro T estará en función del tiempo t , y en función del tiempo t también están justamente los gastos variables de energía eléctrica y agua.

Ahora bien las ecuaciones 3.22 y 3.23 para la descontaminación y la esterilización se las pueden colocar en función de la dosis absorbida. Reemplazando la ecuación 3.12 en las ecuaciones 3.22 y 3.23 obtenemos las siguientes fórmulas:

$$T(t) = C.f.t.Pc.Prk/Lc.D \text{ para descontaminación} \quad \text{ecuación 3.24}$$

$$T(t) = C.f.t.Prc/Lc.D \text{ para esterilización} \quad \text{ecuación 3.25}$$

3.7.2 ANALISIS DE COSTOS y CONDICIONES ACTUALES DE NUESTROS GASTOS DE OPERACIÓN (GO)

Los gastos operativos como vimos anteriormente están supeditados a los sueldos del personal, consumo de energía eléctrica, consumo de agua potable y gastos de mantenimiento.

3.7.2.1 Sueldos del personal operativo.

Debo manifestar que gentilmente solicité con fecha 28 de marzo del 2006 al departamento financiero de la EPN el promedio de sueldos de quienes laboramos en el Laboratorio del Acelerador de electrones, sin embargo la petición fue totalmente denegada debido a que esa información es de tipo confidencial como era de esperarse (ver **ANEXO 2**). Bajo estas circunstancias vamos a proceder a estimar dichos sueldos.

Jefatura del laboratorio 2000\$(dedicación 50 %)1000 \$
Operador del Acelerador1500\$ (dedicación 50 %)750\$
Secretaria 1000 \$(dedicación 50%)500\$
Personal de mantenimiento 900\$ (dedicación 50%)450\$
Ayudante (a 1.18\$/hora con dedicación 50%)94\$

TOTAL DE COSTOS FIJOS OPERATIVOS 2794 \$ POR MES

3.7.2.2 Costos totales de consumo de energía eléctrica.

Primeramente deberíamos calcular la potencia del acelerador de electrones. Para esto el Acelerador utiliza dos tableros de control de 220 V trifásico para los sistemas eléctricos adicionales y un tablero de 380 V trifásico para el acelerador propiamente dicho. Los voltajes y corrientes tomados en un día cualquiera de irradiación fueron los siguientes:

Tablero de 220 V

$$\text{VRS} = 202 \text{ V} \quad \text{IR} = 70 \text{ A}$$

$$\text{VST} = 204 \text{ V} \quad \text{IS} = 67 \text{ A}$$

$$\text{VTR} = 203 \text{ V} \quad \text{IT} = 60 \text{ A}$$

Voltaje promedio = 203 V;

Corriente promedio = 65.6 A

Potencia Trifásica Total del tablero de 220 V = $1.7321(203\text{V})(65.6\text{A}) = 23065.37 \text{ VA}$
(que se lee voltio-amperios)

Tablero de 380 V

$$\text{VRS} = 370 \text{ V} \quad \text{IR} = 50 \text{ A}$$

$$\text{VST} = 360 \text{ V} \quad \text{IS} = 40 \text{ A}$$

$$\text{VTR} = 360 \text{ V} \quad \text{IT} = 38 \text{ A}$$

Voltaje promedio = 363.3 V;

Corriente promedio = 42.6 A

Potencia Trifásica Total del tablero de 380 V = $1.7321(363.3 \text{ V})(42.6 \text{ A}) = 26806.98 \text{ VA}$

Potencia trifásica Total del Acelerador: $23065.37 + 26806.98 \text{ VA}$

POTENCIA APARENTE TRIFÁSICA TOTAL = 49872.35 VA. Aproximadamente 50 KVA.

Energía consumida por encendido del acelerador.

El proceso de encendido del acelerador toma alrededor de 1 hora, bajo estas condiciones. Los tableros de control de 220 y 380 V trifásicos marcaron los siguientes valores:

Tablero de 220 V

VRS 0 205 V IR = 42 A

VST 0 205 V IS = 47 A

VTR 0 205 V IT = 35 A

Tablero de 380 V

VRS = 370 V IR = 26 A

VST = 368 V IS = 16.5 A

VTR = 367 V IT = 16 A

Calculando los promedios de voltaje y corriente la potencia total de encendido bajo el mismo esquema de cálculo anteriormente descrito nos da:

POTENCIA DE ENCENDIDO = 27.11 KVA.

Para un factor de potencia de 0.9 tenemos =24.39 Kw

ENERGÍA TOTAL CONSUMIDA POR ENCENDIDO AL MES = 27.11(0.9)Kw.12 horas = 292,68Kwh (kilovatios-hora). Suponemos 3 días por semana, y 4 semanas al mes = 12 horas/mes. (Dado que el encendido es 1 hora/ día)

Energía consumida durante el proceso de apagado del Acelerador.

Tablero de 220 V

VRS = 205 V IR = 39 A

VST = 205 V IS = 45 A

VTR = 205 V IT = 39 A

Tablero de 380 V

VRS = 375 V IR = 22 A

VST = 370 V IS = 12 A

VTR = 370 V IT = 13 A

Bajo el mismo procedimiento de cálculos anterior obtenemos:

POTENCIA DE APAGADO: 24,64KVA

Con un factor de potencia de 0.9 tenemos, 22.17 Kw

El proceso de apagado del Acelerador toma un tiempo aproximadamente de media hora. Así es que en 3 días por semana durante 4 semanas al mes tendremos 6 horas por mes de apagado.

ENERGÍA TOTAL CONSUMIDA POR APAGADO AL MES = 24.64(0.9) Kw.6horas = 133.02 Kwh (Kilovatio-hora)

Energía consumida en el apagado automático de las bombas de circulación de agua. Una vez apagado el acelerador únicamente quedan prendidas las bombas de circulación de agua durante alrededor de 1 hora a manera de un procesos de enfriamiento de algunas partes del acelerador que quedan a temperaturas relativamente altas, como es el cátodo del GUN. Únicamente utilizamos el tablero de 220 V trifásico.

Tablero de 220 V

VRS = 206 V IR = 33 A

VST = 206 V IS = 40 A

VTR = 206 V IT = 33 A

El cálculo nos da una potencia de apagado de las bombas de agua de : 12.607 KVA

Factor de potencia de 0.9 tenemos , 11.34 Kw

ENERGÍA TOTAL CONSUMIDA EN EL APAGADO DE LAS BOMBAS DE AGUA AL MES = 12.607 (0.9) Kw. 12 horas = 136.08 Kwh

Ahora bien todo este análisis lo tenemos que transformar a costo en dólares. Esto se lo puede encontrar en la página web de la Empresa Eléctrica Quito. Estos costos están dados por el costo del kilovatio.hora especificado en el pliego tarifario publicado por la Empresa Eléctrica Quito en su página web del 1 al 30 de junio del 2006, que a continuación detallo para las Universidades (ver también **ANEXO 3.**)

TARIFA G5**TARIFA DE MEDIA TENSIÓN PARA ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO APLICACIÓN.**

Esta tarifa se aplicará a los consumidores Asistencia Social y Beneficio Público, Universidades, servidos en media tensión.

El cargo por demanda aplicado a estos abonados deberá ser ajustado, según se detalla más adelante, en la medida que se cuente con los equipos de medición necesarios para establecer la demanda máxima durante las horas de pico de la Empresa (18:00 a 22:00) y la demanda máxima del abonado G5. En el caso de no disponer de este equipamiento, deberá ser facturado sin el factor de corrección de la demanda.

Si un consumidor de este nivel de tensión, está siendo medido en baja tensión, la Empresa considerará un recargo por pérdidas de transformación, equivalente al 2% del monto total consumido en unidades de potencia y energía.

a) En caso de disponer de los equipos de medición y registro de la demanda horaria:

Esta tarifa se aplicará a los consumidores que disponen de un registrador de demanda horaria, que les permite identificar los consumos de potencia y energía en los períodos horarios de punta, demanda media y de base, con el objeto de incentivar el uso de energía en las horas de la noche (22:00 hasta las 7:00).

CARGOS:

US\$ 1.414 por planilla mensual de consumo, en concepto de Comercialización, independiente del consumo de energía.

US\$ 2.704 mensuales por cada KW de demanda facturable como mínimo de pago, sin derecho a consumo, multiplicado por un factor de corrección (FC), que se obtiene de la relación:

$$FC = DP/DM, \text{ donde:}$$

DP = Demanda máxima registrada por el abonado G5 en las horas de pico de la Empresa (18:00 a 22:00).

DM = Demanda máxima del abonado G5 en el mes.

En ningún caso este factor de corrección deberá ser menor que 0.60.

La demanda máxima a facturarse no podrá ser menor al 60% de la demanda facturable del abonado G5, definida en el literal H.1 del presente pliego.

US\$ 0.052 por cada KWh en función de la energía consumida en el período de demanda media y de punta (07:00 hasta las 22:00).

US\$ 0.042 por cada KWh. en función de la energía consumida en el período de base (22:00 hasta las 07:00).

10% del valor de la planilla por consumo, por Tasa de Recolección de Basura.

b) En caso de no disponer de los equipos de medición y registro de la demanda horaria:

CARGOS:

US\$ 1.414 por planilla mensual de consumo, en concepto de Comercialización, independiente del consumo de energía.

US\$ 2.704 mensuales por cada KW de demanda facturable como mínimo de pago, sin derecho a consumo. Esta demanda se la define en el literal H.2 de este pliego tarifario.

US\$ 0.052 por cada KWh de consumo en el mes.

10% del valor de la planilla por consumo, por Tasa de Recolección de Basura.

Cálculo estimativo de acuerdo a la comercialización de la Empresa Eléctrica.

Suponiendo que el Acelerador irradie durante el proceso de producción ininterrumpidamente 3 horas diarias, 3 días por semana, 4 semanas por mes. Condiciones reales aproximadas en las que se ha venido trabajando.

Potencia de trabajo = 50 KVA

Factor de Potencia = 0.9

La demanda facturable será = $50 \times 0.9 = 45$ Kw.

La Energía consumida será = $(45 \text{ Kw})(36 \text{ horas al mes}) = 1620$ Kwh.

El factor de corrección FC definido por los parámetros DP (demanda Pico) y DM (demanda máxima) no son aplicables en nuestro caso debido a que según información proporcionada por el Ing. Domínguez personero del Departamento de Comercialización de la Empresa, para la medición de dichos parámetros se necesitaría conectar un medidor electrónico en el laboratorio a fin de que se realice el monitoreo respectivo de dichos parámetros según el horario estipulado. Entonces en nuestro caso

FC = 1 y aplicaríamos directamente el literal b) del pliego .Entonces los cargos serían:

a) Costo mensual de energía eléctrica por irradiación.

Planilla mensual de consumo	1.41 \$
Demanda facturable = $(2.704 \text{ $/Kw})(45 \text{ Kw})$	121.68 \$
Consumo del mes = $(0.052 \text{ $/Kwh})(1620 \text{ Kwh})$	84.24\$
<hr/>	
Valor de la planilla	207.33 \$
Tasa de recolección de basura (10%)	20.73 \$
<hr/>	
Costo mensual de producción de energía eléctrica durante irradiación	228.06 \$

b) Costo mensual de energía eléctrica durante encendido del Acelerador

Para el cálculo de los siguientes costos ya no deberíamos castigar ni el valor de la planilla de consumo mensual de 1.41\$ ni la demanda facturable calculada anteriormente con el acelerador a full power.

Consumo al mes = $(0.052 \text{ \$/kwh})(292.68 \text{ Kwh})$	15.22 \$
<hr/>	
Valor de Planilla	15.22 \$
Tasa de recolección de basura (10%)	1.52 \$
<hr/>	
	16.74 \$
Costo mensual de energía eléctrica por encendido del acelerador 16.74\$	

c) Costo mensual de energía eléctrica durante apagado del acelerador

Consumo al mes = $(0.052 \text{ \$/Kwh.})(133.02 \text{ Kwh.})$	6.91 \$
<hr/>	
Valor de Planilla	6.91 \$
Tasa de recolección de basura(10%)	0.69 \$
<hr/>	
	7.6 \$
Costo mensual de energía eléctrica por apagado del acelerador 7.60\$	

d) Costo mensual de energía eléctrica durante el apagado de las bombas de agua.

Consumo al mes = (0.052 \$/Kwh.)(136.08 Kwh.)	7.07 \$
Valor de Planilla	7.07 \$
Tasa de recolección de basura(10%)	0.7\$
	7.77 \$
Costo mensual de energía eléctrica por apagado de bombas de agua 7.77\$	

TOTAL DE COSTOS POR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL MES 260.17\$

3.7.2.3 Costos por consumo de agua potable.

El acelerador hace uso de una planta de tratamiento de agua para el enfriamiento de sus partes que se hallan a temperaturas relativamente altas. Esta planta de tratamiento consta de las siguientes partes:

- Una torre de enfriamiento de agua.
- Un intercambiador de calor.

El agua que es enfriada por gravedad en la torre de enfriamiento entra a refrigerar el circuito de agua del acelerador, esta al enfriar dichas partes sufre un calentamiento paulatino, una vez calentada el agua, esta pasa a un intercambiador de calor en donde es parcialmente enfriada y luego bombeada nuevamente hasta la torre de enfriamiento, donde se vuelve a repetir el ciclo completo. Es decir que se utiliza un mismo volumen de agua para realizar el proceso. Sin embargo, esto resulta en forma teórica y el consumo de agua sería cero, pero la realidad es que actualmente los platos de enfriamiento de la torres se hallan envejecidos y muchos de ellos rotos, razón por la cual existe desperdicio de agua, además que con ciertos ventarrones en tiempo de verano la evaporación y el desperdicio es aun mayor. Por resta razón existe un tanque de reserva de aproximadamente 6.3 metros cúbicos, que hay que

llenarlo semanalmente. Entonces el consumo mensual de agua es alrededor de 25 m³.

De acuerdo a la información emitida por personeros de la EMAP-Q el pliego tarifario del consumo de agua para las universidades esta en íntima relación con el consumo de agua de tipo residencial, dado que son instituciones del Estado de esta manera el gasto de consumo de agua sería:

Consumo en m ³ = (25 m ³) (0.35 \$/m ³).....	8.75 \$
Alcantarillado (38.6% del consumo).....	3.37 \$
Administración de clientes.....	2.07 \$

TOTAL DE COSTOS POR CONSUMO DE AGUA AL MES 14.19 \$

3.7.2.4 Costos por reparaciones.

Tomemos como ejemplo el año 2005 en el cual se hicieron algunos arreglos muy importantes para la perfecta operación del acelerador.

Fecha	Ítems	Costo (\$)
Febrero 10/2005	Fibra aislante	57.11
Febrero 11/2005	Material en general	411.13
Mayo 05/2005	Compra de bomba de agua	1814.00
Mayo 11/2005	Rebobinado de transformador	144.52
Mayo 11/2005	Rebobinado de transformador de inducción del haz	359.52
Agosto 10/2005	Materiales arreglo tanque	112.06

TOTAL

2898.34 \$ POR AÑO

TOTAL DE COSTOS DE REPARACIÓN PROMEDIO POR MES 241.52

ESTADO DE RESULTADOS DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE TRABAJO

INGRESOS MENSUALES PROMEDIO

Ingresos por irradiaciones	3756 \$
TOTAL INGRESOS PROMEDIO	3756

EGRESOS MENSUALES PROMEDIO

Total costos fijos operativos	2794
Costos por consumo de Energía Eléctrica	260.17
Total de costos por consumo de agua	14.19
Total de costos por reparaciones	241.52
TOTAL DE EGRESOS PROMEDIO	3309.88

UTILIDAD NETA **446.12 \$**

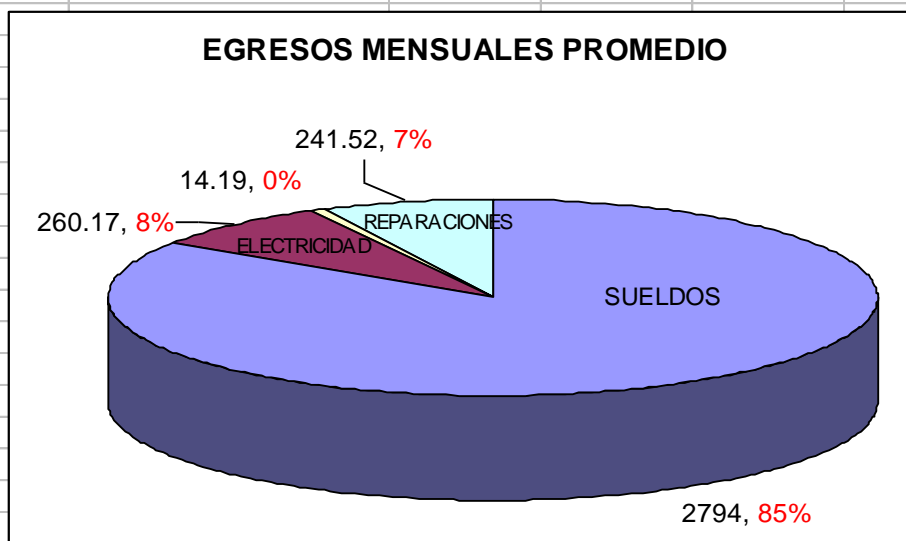


Figura 3.16

RESUMIENDO:

1. Los ingresos promedios analizados sobre la problemática actual de mercado, me llevaron a establecer un promedio de ingresos mensuales de 3756 \$ frente a un total de egresos de 3309.88 \$.es decir un 53 % de ingresos frente a un 47 % de egresos.
2. Esto me proporciona una utilidad neta de 446.12 \$, que como podemos observar es totalmente irrisoria, además nos da el indicativo de que nos encontramos trabajando (aparentemente) un poquito más allá del punto de equilibrio.
3. Dentro de los egresos totales promedio el 85 % de costos son de tipo operativo (sueldos del personal), un 8 % son costos promedio de consumo de energía eléctrica, y un 7% mensual están dedicados a gastos de reparación de todo el acelerador. El costo de |consumo de agua es totalmente irrelevante y prácticamente no se lo tomaría en cuenta.
4. Que hemos supuesto que dentro de los costos operativos del personal de planta y administrativo, el tiempo de dedicación es de 50 %, es decir que el resto de tiempo, el personal esta dedicado a otro tipo de actividades independientes que no están en relación con el servicio de extensión del laboratorio del Acelerador. Aparentemente esto podría ser así pero no olvidemos que hace 15 años el personal del laboratorio que actualmente se conserva en un 80 %, incluido el jefe de laboratorio percibía su sueldo con una dedicación de por lo menos un 80 % de su tiempo. Por el contrario con el pasar de los años y por no haberse dado una ventaja competitiva y una mejora continua del laboratorio, se han perdido grandes oportunidades de mercado y mas bien, las responsabilidades del personal se han incrementado con la dedicación a nuevos proyectos y el montaje de nuevos laboratorios adjuntos y bajo un mismo sistema de nivel administrativo en lo referente al mismo tipo de nombramientos y por ende de sueldos.
5. Si tomamos en cuenta todo este análisis de personal y de costos operativos a través del tiempo y sabiendo que los sueldos constituyen el 85 % de los

egresos, definitivamente el acelerador estaría trabajando totalmente a pérdida, como fue vislumbrado en el análisis inicial y que es justamente el propósito del presente proyecto, atacar no los síntomas sino la enfermedad en su conjunto y que de acuerdo al tipo de indicadores y estadísticas obtenido, se encuentra a nivel interno.

6. Que este es un gravísimo problema, es más aun general para todos los laboratorios de la EPN que hacen extensión.

3.7.3 INGRESOS REALES COSTOS REALES E INGRESOS CALCULADOS.(lo que se le debería haber cobrado al cliente)

Hasta este momento hemos analizado nuestro Throughput (T) y nuestros gastos operativos (GO) de acuerdo a las estadísticas presentadas en los últimos seis meses de gestión y de acuerdo a tiempos estimativos de radiación. El siguiente capítulo estará enfocado, a los ingresos que se cobra actualmente por el servicio, a los ingresos que se debería cobrar en función del tiempo y a los costos reales también en función del tiempo para establecer donde se encuentran nuestros verdaderos cuellos de botella.

Para esto vamos a tomar los ingresos que ha tenido el laboratorio desde el 5 de Junio hasta el 27 de Junio del 2006 de acuerdo a los datos proporcionados por la secretaría del laboratorio. **(Ver ANEXO 4)**

Como se pudo observar en los gráficos anteriores, el costo por consumo de agua es totalmente irrelevante, así es que nuestro consumo más significativo es de electricidad, entonces para esto debemos calcular los costos unitarios (por Hora) para encendido del acelerador, apagado del acelerador y apagado de bombas de agua.

1. Costo unitario de encendido del acelerador (en 1 hora)

Consumo al mes = (0.052 \$/kwh)(24.39 Kwh)	1.27 \$
<hr/>	
Valor de Planilla	1.27 \$
Tasa de recolección de basura(10%)	0.127 \$
<hr/>	
Costo de energía/hora por encendido del acelerador	1.397 \$

2. Costo de energía eléctrica durante apagado del acelerador (media hora)

Consumo al mes = (0.052 \$/Kwh.)(11.08 Kwh.)	0.57 \$
<hr/>	
Valor de Planilla	0.57 \$
Tasa de recolección de basura (10%)	0.057 \$
<hr/>	
Costo de energía eléctrica/1/2hora por apagado	0.627 \$

3. Costo de energía eléctrica durante el apagado de las bombas de agua (1 hora)

Consumo al mes = (0.052 \$/Kwh.)(11.34 Kwh.)	0.59 \$
<hr/>	
Valor de Planilla	0.59 \$
Tasa de recolección de basura(10%)	0.059 \$
<hr/>	
Costo de energía eléctrica/hora por apagado de bombas	0.65 \$

4. Costo de energía eléctrica por irradiación en función del tiempo (t)

Ahora bien para hacerlo en forma general, este costo debe ser calculado en función del tiempo (t) de irradiación como sigue:

Consumo del mes = (0.052 \$/Kwh.)(45t Kwh.)	2.34t \$
Valor de la planilla	2.34t \$
Tasa de recolección de basura (10%)	0.234t\$
Costo de irradiación en el tiempo (t) en horas	2.574t\$

Tomemos como ejemplo el servicio que ha prestado el acelerador de electrones en el último mes de Junio del 2006. Para esto vamos a proceder a hacer una tabla en la que consten los costos variables de encendido, apagado total y de costos de irradiación. Aclaro que los costos de encendido y apagado total están estipulados aparentemente como fijos de acuerdo a lo calculado anteriormente (ya que no están en función de la variable (t) porque ya tienen sus tiempos fijos de encendido y apagado, sin embargo son costos variables en el período de un mes ya que dependen de la frecuencia de servicio que día a día se presta por irradiación, habrá días en que no se encienda el acelerador, y otros en que si dependiendo de la demanda, de ahí que la variable tiempo esta involucrada indirectamente en estos costos en el período de un mes.

El cuadro de velocidades para las dosis requeridas en ese mes fue realizado en forma experimental de acuerdo a los voltajes fijados en el motor del transportador central según la tabla de anotaciones de Dosis vs. voltaje.

Los parámetros de la siguiente tabla se describen a continuación:

3.7.3.1 Parámetros para la elaboración de la tabla.

Dosis.-la solicitada por el cliente

Velocidad: del transportador central medida experimentalmente de acuerdo a la dosis solicitada.

Lc.-longitud de las cajas de cartón sean estas las mismas que traen las empresas o las cajas metálicas que poseemos como cajas estándar. (52.5 cm.)

Pc.- es el peso total que llevan las cajas sean estas metálicas o de cartón.

Prk.- es el precio por kilogramo que se cobra actualmente para descontaminación de producto, en promedio general (0.50 \$ por kilogramo).

Prc.-es el precio por caja que se cobra por esterilización (actualmente en 2 \$ por caja)

Tiempo (t).- es el tiempo exacto tomado durante el proceso de irradiación el general, descontando los minutos perdidos por alguna fluctuación estadística general.

COSTOS VARIABLES.- establecido en 3 tipos de costo separados como:

- **costo de encendido.**- el costo de energía eléctrica calculado anteriormente (1.397 \$), consumido en aproximadamente una hora hasta que el acelerador este a punto para la emisión de electrones (irradiación)
- **costo de irradiación.**- es el costo variable en función del tiempo de irradiación ($2.574t$) calculado anteriormente con (t) expresado en horas.
- **costo de apagado del acelerador.** En este último se encuentra la suma de los costos de apagado del acelerador (media hora) y de apagado eléctrico de las bombas de agua (aproximadamente 1 hora).

Obsérvese que en la tabla no se ha tomado en cuenta, a) la Planilla mensual de consumo (1.41\$) y b) la demanda facturable (121.68\$) que se cargaran cada mes como costos fijos, así no exista consumo de energía.

INGRESOS.- estos se encuentra divididos en 2 categorías:

- **Ingresos cobrados.**- que es el dinero real que ingresa a la EPN por concepto de irradiaciones (actualmente a 0.50 \$/Kg para la descontaminación y a 2\$/caja para la esterilización).
- **Ingreso calculado.**- es el ingreso que realmente debería haberse cobrado al cliente de acuerdo a los precios establecidos anteriormente pero en función del tiempo demandado por la irradiación de su producto de acuerdo a nuestro Throughput (T) establecido anteriormente y dado por las ecuaciones 3.22 y 3.23 para descontaminación y esterilización respectivamente. Esto es:

$T(t) = v.t.Pc.Prk/Lc$ para el caso de la descontaminación.

$T(t) = v.t.Prc/Lc$ para el caso de la esterilización.

DIFERENCIA.- es la diferencia entre el ingreso cobrado y el ingreso calculado, el signo negativo me indica claramente la pérdida de dinero que debió haber sido cargado al cliente por el tiempo demandado en la irradiación de su producto.

OBSERVACIONES.- en ellas están estipuladas las fluctuaciones estadísticas de la planta y ciertas características en la irradiación de algunos productos, como por ejemplo de la empresa LARESA, cuyo producto no viene en sus propias cajas, sino en fundas, las cuales deben ser colocadas en número de 2 en las cajas metálicas estándar que para el caso posee el laboratorio.

La tabla siguiente una vez hechos los cálculos arroja los siguientes resultados:

INGRESOS Y COSTOS DE IRRADIACION EN EL MES DE JUNIO DEL 2006															
FECHA	EMPRESA	DOSIS (KG)	VELOCIDAD Lc		Pc (kg)	Prk (\$/kg)	Prc \$/caja	tiempo (t) (seg)	COSTO VARIABLE(\$)			INGRESOS	DIFERENCIA	OBSERVACION	
			(cm/seg)	(cm)					Cost enc.	Cost. Irra.	Cost. Apagad/Ing. cobrado/Ing. Calcul(\$)				
05/06/2006	LIFE	8x(2)	1.58	32			2	1680	1.397	1.2012	1.28	82	165.9	-83.9	
05/06/2006	HUGO VEGA	18	0.7022	39			2	7560	0	5.4054	0	260	272.237538	-12.2375385	descontar 15 min
05/06/2006	CEMEFES	18	0.7022	52.5			2	300	0	0.2145	0	26	8.02514286	17.9748571	sobreprecio
07/06/2006	NATURALQUIM	20	0.632	32.5			2	1740	1.397	1.2441	1.28	36	67.6726154	-31.6726154	desontar 8 min
07/06/2006	HUGO VEGA	18	0.7022	39			2	10500	0	7.5075	0	328	378.107692	-50.1076923	
08/06/2006	ALIMEC	8x(2)	1.58	29.5		0.4		5400	1.397	3.861	1.28	223.1	437.301153	-214.201153	
12/06/2006	ALIMEC	8x(2)	1.58	29.5		0.4		1200	1.397	0.858	1.28	49.58	97.1780339	-47.5980339	
12/06/2006	LARESA	8x(2)	1.58	52.5		0.5	7	780	0	0.5577	0	45	82.16	-37.16	2 fundas/caja metalica
12/06/2006	MSJALINCO	8x(2)	1.58	52.5		0.5	4.5	1020	0	0.7293	0	58	69.0685714	-11.0685714	
12/06/2006	NATUALFA	8x(2)	1.58	52.5		0.5	4.5	1200	0	0.858	0	46.46	81.2571429	-34.7971429	
16/06/2006	NATUALFA	8x(2)	1.58	52.5		0.5	4.5	2040	1.397	1.4586	1.28	78.99	138.137143	-59.1471429	
16/06/2006	FARMAYALA	10	1.264	52.5		7.27		2040	0	1.4586	0	97.94	178.534583	-80.5945829	
16/06/2006	EXTRACTOS AL	10	1.264	52.5		4.5		3300	0	2.3595	0	187	178.765714	8.23428571	
21/06/2006	LIFE	8x2	1.58	32			2	1800	1.397	1.287	1.28	84	171.75	-83.75	
21/06/2006	ALIMEC	8x2	1.58	29.5		0.4		2280	0	1.6302	0	104.6	184.638264	-80.0382644	
21/06/2006	MONICA BURG	15x2	0.8427	45			3	3360	0	2.4024	0	87	188.7648	-101.7648	
21/06/2006	LARESA	8x2	1.58	52.5		0.5	7	360	0	0.2574	0	12.5	37.92	-25.42	
22/06/2006	CONFITECA	8x(2)	1.58	52.5		8.05	0.75	3600	1.397	2.574	1.28	398.25	654.12	-255.87	
22/06/2006	QUIMICA ARIS	10	1.264	52.5		2	0.6	900	0	0.6435	0	45	26.0022857	18.9977143	
27/06/2006	ALIMEC	8x(2)	1.58	29.5		3.78	0.4	7680	1.397	5.4912	1.28	342	621.939417	-279.939417	
27/06/2006	LIFE	8x(2)	1.58	32			2	2220	0	1.5873	0	128	219.225	-91.225	
TOTALES									11.176	43.5864	10.24	2719.42	4264.7051	-1545.2851	

CUADRO DE VELOCIDADES	
Dosis (kg.)	velocidad (cm./seg)
8	1.58
10	1.264
15	0.8427
18	0.7022
20	0.632
25	0.5056

Figura 3.17

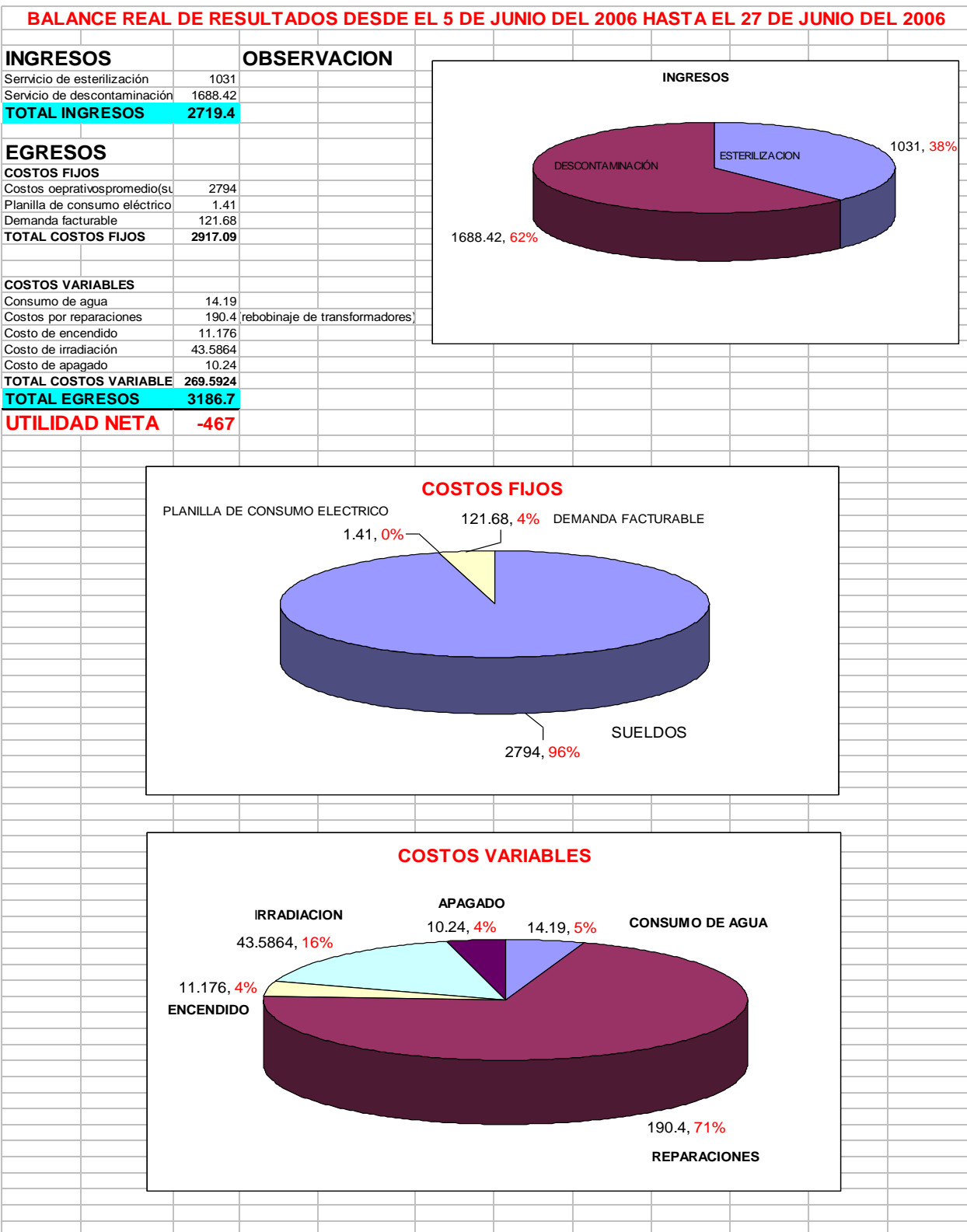


Figura 3.18

Comentarios:

1. Esta tabla conjuntamente con los gráficos es una radiografía real de lo que ha pasado en el mes de junio del 2006, en el cual se observa claramente que el laboratorio ha trabajado a pérdida, pues existe un déficit en la utilidad neta de -467 \$.
2. También se observa que cada fecha de irradiación se encuentra separada por una línea horizontal, en la cual constan únicamente los costos de encendido y apagado, a pesar de que exista irradiación de varios productos en un mismo día.
3. Resaltado en color celeste se observa que un mismo lote de la empresa ALIMEC fue irradiado en 2 días consecutivos (8 y 12 de Junio), produciéndose un doble gasto en el costo de encendido y apagado del acelerador, como también es el caso de los productos NATUALFA con un mismo lote irradiado el 12 y 16 de Junio.
4. Resaltado con color amarillo se observa un sobreprecio a la empresa CEMEFES el día 5 de junio por un valor de 17.97\$, en igual forma a QUIMICA ARISTON el 22 de Junio por un excedente de 16.03\$, que no debería haberse cobrado y que sin razón técnica aparente, la jefatura del laboratorio demandando esos precios al cliente.
5. En la columna OBSERVACION se hace referencia a ciertas características de irradiación de los productos como también a las “fluctuaciones estadísticas” que normalmente se presentan como por ejemplo el 5 de Junio durante la irradiación de HUGO VEGA se suspende la misma por 15 minutos debido a la falta de aire comprimido en el sistema. Dado que es una fluctuación estadística propia del acelerador este tiempo fue del tiempo cargado a nuestro Throughput. Igualmente se observa el 7 de Junio durante la irradiación de NATURALQUIMIC, se suspende la irradiación 8 minutos por trabarse una caja en el transportador de salida. Tampoco se le ha cargado este tiempo al cliente.

6. Los ingresos por descontaminación son un 62 % respecto al 38 % de los ingresos por esterilización, esta tendencia se ha mantenido muy claramente desde los análisis iniciales del presente proyecto.
7. En los costos fijos existe como era de esperarse un 96 % en los sueldos del personal operativo, con un 4% en el costo fijo de “demanda facturable” por consumo de energía eléctrica. El rubro “planilla de consumo eléctrico” (1.41\$) es totalmente irrisorio.
8. En lo referente a los costos variables, tenemos con un 71% los egresos por reparaciones que en este mes coincidió con el rebobinado de un motor, esto no quiere decir que todos los meses haya que reparar algo pues habrá meses en los que este rubro sea 0 \$.Seguidamente los costos de irradiación con un 16%, consumo de agua 5% y finalmente los costos de encendido y apagado del acelerador con un 4%.
9. Finalmente el gráfico de ingresos vs. egresos con un 46% un 54% respectivamente, evidenciándose la pérdida de dinero en la utilidad neta.

A continuación voy a presentar el Balance de resultados calculado en función del tiempo demandado por el usuario y en el calculamos nuestro Throughput (T) en función del tiempo.

BALANCE CALCULADO DE RESULTADOS DESDE EL 5 DE JUNIO DEL 2006 HASTA EL 27 DE JUNIO DEL 2006

INGRESOS OBSERVACION

Servicio de esterilización	1477.683
Servicio de descontaminación	2787.022
TOTAL INGRESOS	4264.7

EGRESOS

COSTOS FIJOS

Costos oeprativos promedio(s)	2794
Planilla de consumo eléctrico	1.41
Demanda facturable	121.68
TOTAL COSTOS FIJOS	2917.09

COSTOS VARIABLES

Consumo de agua	14.19
Costos por reparaciones	190.4
Costo de encendido	11.176
Costo de irradiación	43.5864
Costo de apagado	10.24
TOTAL COSTOS VARIABLE	269.5924

TOTAL EGRESOS 3186.7

UTILIDAD NETA 1078

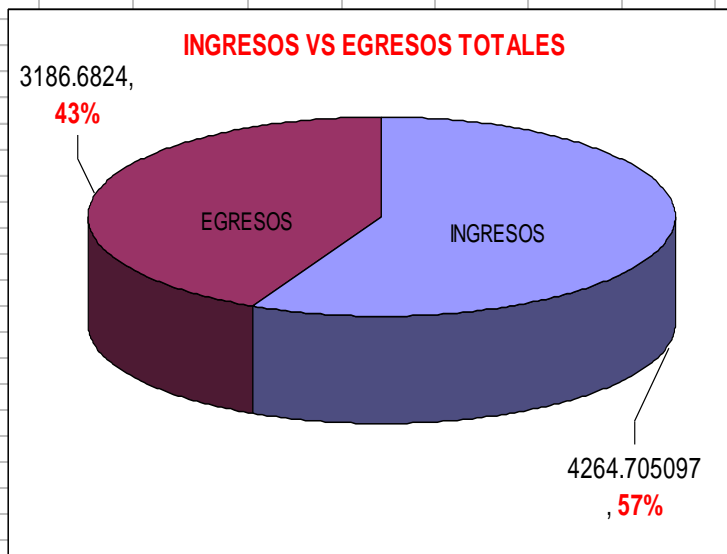
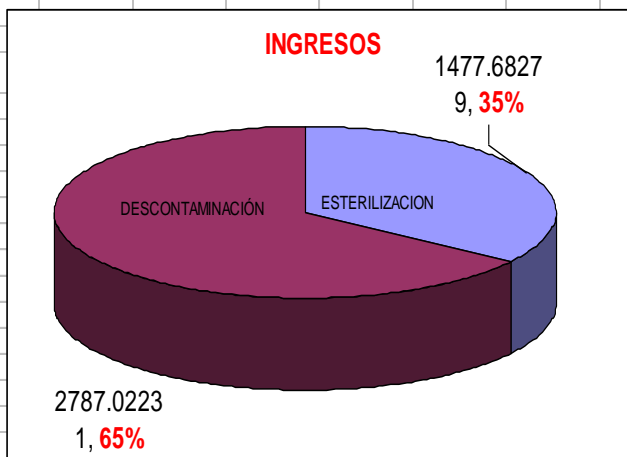


Figura 3.19

Comentarios y Conclusiones

1. Se evidencia muy claramente que ahora los ingresos calculados suman un total de 4264.7 \$ en comparación con los egresos en general que ascienden a la suma de 3186.7, evidenciándose en esta oportunidad una utilidad neta positiva de 1078 \$, lo cual es muy razonable.
2. Dentro de los ingresos se concibe un 65% para el servicio de descontaminación y un 35 % para la esterilización lo cual es muy consecuente con las estadísticas presentadas en los capítulos anteriores.
3. Tanto los costos fijos como los costos variables se mantienen por igual.
4. Que los precios establecidos desde un inicio para los servicios de esterilización y descontaminación fueron fijados empíricamente sin un verdadero análisis técnico.
5. Que nuestro primer cuello de botella es haber establecido el precio de acuerdo al peso por caja (para descontaminación) y al número de cajas (para esterilización) y no como se debería haberlo hecho en función del tiempo demandado en la irradiación para cada proceso, tiempo que es función de la velocidad del transportador, que es función de la dosis absorbida que solicita el cliente.
6. Nuestro segundo cuello de botella en cualquiera de los dos servicios es que si una caja excede en lo más mínimo la densidad necesaria para que exista una penetración total vertical del haz de electrones, entonces debería ser irradiada por ambos lados, lo cual según la TOC y de acuerdo a nuestra cadena de valor en producción, demanda el doble de tiempo requerido para su completa irradiación, y por lo tanto el doble de energía y el doble de precio, como se puede ver claramente en la tabla el caso de la empresas LIFE, ALIMEC, LARESA, IMSUALINCO, NATUALFA. DRA. MONICA BURGOS, de ahí que es fácilmente apreciable que el ingreso calculado es aproximadamente el doble, como debería serlo.
7. El tercer cuello de botella es que cierto tipo de productos no vienen en sus propias cajas de cartón sino en fundas plásticas de longitudes menores a las

de las cajas estándar de 52.5 cm de largo, apreciándose muchas veces un 30 % de desperdicio en la caja metálica sin producto que irradiar. Quien debería asumir estos costos de desperdicio? Como en el caso de las empresas FARMAYALA, EXTRACTOS ANDINOS, LARESA, etc.

8. El cuarto cuello de botella es la manipulación por parte del personal de carga y descarga de producto, pues esta situación demanda igualmente tiempo, como es el caso de la empresa EXTRACTOS ANDINOS , quienes traen su producto en cajas de cartón un poco mas altas de la dimensión entre el transportador y la ventana de irradiación, razón por la cual, los trabajadores deben proceder a sacar las fundas de producto, ubicarlas en las cajas metálicas estándar, aplanar el producto para que tenga una consistencia homogénea y entonces ubicarlas en el transportador de carga y proceder a la irradiación. Nuevamente quien debe asumir los costos de espera y manipulación especial de ciertos productos a los cuales nunca se les impuso condiciones de peso y volumen necesarias para la irradiación?. Ahí esta nuevamente otra pérdida de nuestro Throughput.
9. Que por la manipulación de estos productos especiales, muchas veces las cajas metálicas no van una tras de otra totalmente pegadas mientras el haz sigue irradiando en vacío consumiendo alta energía. Quien debería asumir tales pérdidas ?
10. Que categóricamente la TOC nos clarifica que todos estos tiempos muertos de producción no solamente se manifiestan en los costos de consumo de energía eléctrica, agua, energía del haz, emisión de radiación al personal ocupacionalmente expuesto, costos operativos etc, sino que están encadenados a lo que directamente el laboratorio está dejando de percibir, es decir su ingreso real (**throughput**), si estos tiempos muertos hubieran estado procesado producto en forma de INGRESO NETO.
11. Que el cobrar sobrepagos por irradiación como es el caso de CEMEFES y QUIMICA ARISTON no compensan en lo absoluto las pérdidas de ingreso por falta de un criterio técnico en la fijación estratégica de precios.

12. Que como se observa en el Balance calculado de Resultados, aun manteniendo los precios actuales para ambos tipos de servicio y cobrando el costo real total en función del tiempo demandado nuestro Throughput se incrementaría en un **156.82 %**.

CAPITULO 4

ENFOQUE GENERAL DE LA PROBLEMÁTICA, PLANTEAMIENTO DEL OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ETRATEGICOS, DESARROLLO DE LOS PLANES OPERATIVOS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO.

4.1 RESUMEN GENERAL DE LA PROBLEMÁTICA

Después de haber hecho un análisis muy exhaustivo de todos los problemas con los que el laboratorio ha venido trabajando en los últimos 16 años y haciendo un sumario de los datos y cifras estadísticas, balances de resultados y política en general, he llegado a la conclusión que deberíamos atacar estrictamente los siguientes puntos, que formarán la base de nuestro objetivo general.

- 1.- El mercado actual para el servicio de la esterilización es muy reducido con un 31% del ingreso total y con un 69% para el campo de la descontaminación de alimentos, siendo este segundo servicio el que más enfoque tenga en el futuro conjuntamente con los productos agropecuarios de exportación, y una vez que se podamos firmar Tratados de Libre Comercio especialmente en la región Andina.
- 2.- La capacidad instalada del Acelerador para el mercado local (Quito) del laboratorio esta sobredimensionada por el momento, pues el acelerador apenas esta procesando producto en un 30 % de toda su capacidad instalada, suponiendo un trabajo diario de 8 h/día.
- 3.- Mala o muy poca operatividad en la logística de entrada en lo referente al transporte, recepción de producto, control de inventario, devolución del producto por errores en la información proporcionada al cliente.

4.- Falta de un estudio técnico completo de los cuellos de botella en toda la cadena de valor, pero especialmente enfocada a los procesos operativos de irradiación de producto.

5.- Falta de criterio técnico en el manejo de cierto tipo de productos a ser irradiados, pues algunos de ellos están demandando tiempo adicional en la cadena de valor de producción, con el consiguiente retraso en el manejo de los mismos y aumentando aún más los cuellos de botella.

6.- Fijación de precios realizados de una manera empírica y antitécnica, sin tomar en cuenta la cadena de valor del proceso de irradiación, y sin tomar en cuenta todas las variables técnicas implicadas en la fijación estratégica de precios.

7.- falta de un manual de procedimientos para logística de entrada. Operaciones, y logística de salida.

8.- Ingresos mensuales muy bajos con un promedio de 3755 \$ que no justifican la total operatividad ni la gran dimensión técnico- científica de puesta en marcha de un acelerador y más aun ahora que se quiere expandir el mercado con el proyecto PL-480, ya en ejecución.

4.2 OBJETIVO GENERAL

Optimizar y desarrollar la mejora continua de la utilidad neta (Throughput) percibida mensualmente por el laboratorio y aplicarla para todos los servicios de extensión que realiza el Acelerador de Electrones de la EPN.

4.3 OBJETIVOS ESTRATEGICOS.

1. Ampliar del mercado local y abrir la extensión del laboratorio al mercado nacional.
2. Incrementar la productividad mediante el análisis y optimización de los parámetros involucrados en la cadena de valor de los procesos de irradiación.
3. Implementar una verdadera fijación estratégica de precios para todas las actividades de extensión del Laboratorio.

4. Elaboración de un software específico del laboratorio, estructurado en EXCEL que nos permita llevar adelante el control de la logística de entrada, control de calidad de producto y fijación de precios para todos los servicios de extensión.

4.4 DESARROLLO DEL PLAN OPERATIVO PARA CADA UNO DE LOS OBJETIVOS ESTRATEGICOS COMO UNA SOLUCIÓN GENERAL A LA PROBLEMÁTICA DEL THROUGHPUT.

4.4.1 AMPLIACIÓN DEL MERCADO LOCAL Y APERTURA DEL MERCADO NACIONAL. PLAN OPERATIVO A LARGO PLAZO (APROXIMADAMENTE 1 AÑO).

4.4.1.1 Generalidades

Existe un proverbio en las acciones generales de marketing que me dice que **“atraer un nuevo cliente puede costar diez veces más que lo que cuesta mantener a un cliente antiguo”**. No cabe la menor duda que con los ingresos actuales que esta generando el Acelerador de electrones, debería emprenderse a mediano plazo acciones totales de marketing con el fin de abrir nuevos mercados de algunas empresas en crecimiento especialmente en el servicio de descontaminación de alimentos o en otros servicios que pueda prestar el laboratorio, ya que dado que los campos de aplicación de la energía nuclear son muy amplios y variados y de hecho se van a poder satisfacer cierto tipo de necesidades en crecimiento y en especial si en un futuro se firmarían Tratados de libre Comercio.

La gran pregunta que nos hacemos **es ¿esta el laboratorio del acelerador de electrones en capacidad de poder desarrollar un gran plan de marketing que pueda satisfacer las necesidades de los clientes especialmente a nivel local y posiblemente nacional y tal vez internacional?**

Analícemos fríamente esta situación: en primer lugar el Laboratorio es una parte integrante del Departamento de Ciencias Nucleares, el cual comprende otra serie de laboratorios, algunos de ellos también hacen extensión pero no con la misma

capacidad instalada que posee el Acelerador, el resto de laboratorios son de tipo experimental para cada una de las carreras de ingeniería Química.

Es un hecho innegable que la infraestructura del laboratorio resulta ser completamente limitada, en primer lugar porque es parte funcional del Departamento de Ciencias Nucleares y este a su vez (si no cambian las políticas de la departamentalización y de Facultades) una célula de la EPN.

La parte de planificación se la hace al interior del Departamento a través del Consejo del Departamento, pero lastimosamente muchas de estas decisiones se las toma a niveles prácticamente individuales en cada uno de los laboratorios.

Las actividades tales como finanzas, contabilidad y asuntos legales se las realiza directamente a través del Departamento Financiero y Legal de la EPN. He aquí también un **gran cuello de botella**, ya que igualmente años atrás se pretendía y con justa razón que cada uno de los Departamentos y especialmente aquellos que hacemos extensión puedan generar y manejar sus propios recursos con las actividades de investigación y extensión que podrían desarrollar. Así de esta manera y a la larga permanecerían en el tiempo aquellas dependencias que realmente fueran productivas para la Politécnica, y las que no lo fueren podrían ser absorbidas por otras.

Desde mi particular punto de vista y especialmente a los laboratorios que hacemos extensión de servicios nos pareció una gran idea el tener la capacidad de manejar nuestros propios recursos, (60 % propios y 40 % a la Politécnica) de tal manera de poder solucionar en una forma más rápida y efectiva los trámites de tipo burocrático que usualmente ocasionaban grandes problemas cuando la producción se paralizaba debido a algún daño grave de la facilidad. Sin embargo esta situación no tuvo mucho eco, y al parecer no dio los frutos esperados, perjudicando aún más la hegemonía de las actividades de extensión y el pretender ser más competitivos.

Dadas este tipo de situaciones políticas coyunturales que atraviesa la Escuela Politécnica y más aun ahora que nos encontramos nuevamente en un período de transición al volver al sistema de Administración de las Facultades, muchas de las

actividades encaminadas al marketing de los laboratorios de extensión van a paralizarse.

A más de esto para cualquier acción que involucre costos adicionales al Departamento, dado que el mismo no posee sus propios recursos, estos costos los tendrá que asumir la Escuela como tal, y regla número uno para emprender acciones de cambio en cualquier empresa privada o de estado, se supone que debe existir el compromiso incondicional de la **Alta Gerencia (Rector)** y en un futuro de los decanos de las facultades, dada la situación actual de la Escuela, emprender nuevas acciones de marketing, resultarían un poco complicadas.

4.4.1.2 Actividades paralelas

La única manera de llevar adelante un nuevo y verdadero plan de marketing es aprovechando el desarrollo integral de un nuevo proyecto de corte internacional y que actualmente se encuentra ya ejecutado en un 85 % de lo que representa su infraestructura física. Este proyecto se está llevando a efecto desde el año 2003 por parte del Ing. Ricardo Muñoz (miembro del departamento de Ciencias Nucleares) en el cual la EPN firmo un **CONVENIO DE PRESTAMO NO REEMBOLSABLE ENTRE LA ESCUELA POLITECNICA NACIONAL Y LA SECRETARIA DE IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA PL – 480** en la ejecución del proyecto **“MEJORAMIENTO DE LA HIGIENE DE PRODUCTOS AGRICOLAS, GANADEROS Y PESQUEROS DEL ECUADOR”** proyecto en el cual se halla involucrado directamente el laboratorio. **(Ver ANEXO 5.)**

4.4.1.3 Financiamiento

En este convenio que está en marcha con recursos provenientes del Consejo Internacional de alimentos entre los gobiernos de EE UU y Ecuador se encuentra ya estipulado un rubro dedicado expresamente al desarrollo de un plan de marketing, el cual estimo que se lo llevara adelante a mediados del año 2007 una vez que se

hayan terminado todos los trabajos y adecuaciones técnicas en el acelerador con un haz de barrido horizontal y una eficiencia mejorada de un 30 %.

Tal es así que el programa de apoyo alimentario **PL-480 Ecuador**, en sesión del 26 de mayo del 2003, consideró conveniente financiar el proyecto, a través de la asignación de un total de **375.000 USD. (Ver ANEXO 5)**

1.4.1.4 Actividades proyectadas de marketing.

- 1. Resumen Ejecutivo.**
- 2. Análisis situacional general.-** (diagnostico) mediante un nuevo análisis de la matriz FODA.
- 3. Una propuesta Estratégica.-** que involucre una reformulación de la Misión y Visión, objetivos conjuntos de EPN y los laboratorios de extensión, objetivos estratégicos, estrategias de crecimiento en general, etc.
- 4. Propuesta mercadológica.-** mediante una selección de los objetivos de Marketing. Selección de los segmentos meta, y para cada segmento diseñar una estrategia Competitiva, posicionamiento, diseño de estrategias y programas de acción para la nueva mezcla de marketing.
- 5. Cálculo de un presupuesto de marketing.**
- 6. Diseño de un plan de Control y evaluación.-** que se puede llevar a efecto mediante la aplicación de un BSC (Balance Score Card).
- 7. Diseño de plan de contingencia,** en el caso de que alguna de las variables falle, trabajando con diferentes escenarios, probable, pesimista, optimista, etc.

4.4.1.5 Presupuesto estimado

15.000 dólares Americanos.

4.4.1.6 Tiempo estimado de ejecución.

De 8 a 10 meses.

4.4.1.7 Responsables de llevar adelante el plan de Marketing.

Empresa (X) licitada y asignada para llevar adelante la ejecución del mercadeo.

Ing. Ricardo Muñoz (Director del Proyecto PL-480)

Dra. Florinella Muñoz (Jefa del departamento)

Ing. Especialista II Marcelo Uzcátegui (Asesor y Director Técnico del proyecto).

4.4.1.8. Análisis de riesgos

Ampliar el mercado a nivel nacional involucraría que podríamos inflarnos tanto que tendríamos el riesgo de llegar a tener una **planta desbalanceada**, si no logramos cubrir dicha demanda con los recursos humanos y materiales que poseemos actualmente, por eso es que también es importante ir de la mano con el aumento de la productividad mediante el incremento de la potencia de irradiación del Acelerador de electrones a niveles técnicamente permisibles.

Una de las situaciones críticas que adolece actualmente el laboratorio es también que cuenta con un solo trabajador para el manejo del transportador, ya que el otro se acogió a la jubilación recientemente. Esta plaza nunca fue reemplazada con un nuevo técnico responsable, porque fue eliminada por el rectorado. Simplemente ahora lo que hizo Recursos Humanos es proporcionarnos un trabajador inexperto a contrato, quien por su inexperiencia y poca responsabilidad podría mas bien crear un nuevo cuello de botella a la logística de entrada del producto.

El lograr efectivizar este proyecto en su totalidad, únicamente me llevaría a resolver el problema de mercado, y en un 30 % la problemática general del laboratorio, pero no perdamos de vista que existen otros asuntos de fondo al interior de toda la cadena de valor del laboratorio que son los que realmente están **causando los cuellos de botella**, y que vienen no tanto desde el punto de vista de la Escuela Politécnica en general sino desde la misma estructura orgánica del Departamento, y que son mas perceptibles y fáciles de manejar porque se los encuentra en el interior de la facilidad, los cuales necesitarían una atención mediata e inmediata con el desarrollo de nuevos planes operativos a los cuales me voy a referir a continuación.

4.4.2 INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE EL ANALISIS Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS INVOLUCRADOS EN LA CADENA DE VALOR DE LOS PROCESOS DE IRRADIACION. PLAN OPERATIVO A MEDIANO PLAZO (A IMPLEMENTARSE EN 6 MESES)

De acuerdo a la **ecuación 3.4** de Dosis absorbida tenemos que dicha dosis es igual a:

$$D = K.E.I.f.t/v.s.L,$$

donde K es una constante de proporcionalidad, E es la energía nominal del Acelerador (7 Mev), I es el pico de corriente de haz, f = a la frecuencia de repetición de pulso, t es la duración del pulso, v la velocidad del transportador, s es el ancho de la ventana y L es el espesor del material.

De todos estos parámetros, aquellos que permanecen constantes u optimizados por las mismas restricciones del sistema son **E,I,s,y L** , así es que los únicos parámetros variables con los cuales podemos jugar son: **f, t y v**.

Sin embargo de estos tres, la duración del pulso t puede variar de 1,2,4,5 (microsegundos). Actualmente y como se manifestó en capítulos anteriores, el acelerador se encuentra trabajando con una duración de pulso de 5 microsegundos, es decir el máximo permisible, por lo tanto este parámetro ya estaría optimizado, y la velocidad de transportación simplemente depende de la dosis absorbida que queramos dar de acuerdo a lo que solicita el cliente de acuerdo a la **ecuación 3.5, y** cuya variable será analizada posteriormente en el análisis de la Fijación de precios. Así es que la única variable que estaríamos dispuestos a optimizarla es la frecuencia de repetición de pulso f, veamos que consecuencias importantes puede traer la optimización de la misma.

4.4.2.1 Incremento en la frecuencia de repetición de pulso.

Como lo manifestamos anteriormente estos últimos diez años el acelerador ha venido trabajando con una frecuencia de repetición de pulso de $f = 100$ Hz, esta situación es debida a que el acelerador actualmente trabaja con un magnetrón

(**generador de microonda**) que prácticamente se encuentra envejecido y que de hecho habría que cambiarlo tarde o temprano.

Veamos las consecuencias que traería a los ingresos del acelerador solamente el cambio de trabajo por ejemplo de 100 a 200 Hz en la frecuencia de repetición de pulso.

Como habíamos manifestado en capítulos anteriores, el acelerador de electrones tiene la factibilidad de trabajar con diferentes frecuencias de repetición de pulso, a saber van desde 10, 50, 100, 150, 200, 250, 300 hz, las frecuencias menores se las utiliza cuando se quiere proporcionar dosis de radiación bastante bajas, y las frecuencias mayores son utilizadas para proporcionar dosis de radiación altas, así que la frecuencia de repetición de pulso esta directamente relacionada con la dosis absorbida de acuerdo a la **ecuación 3.4**

Veamos que es lo que pasa analizando este asunto desde el punto de vista matemático.

De acuerdo a la ecuación 3.5 tenemos que:

$D = C.f/v$, donde (**C**) es la constante de proporcionalidad de nuestra instalación obtenida anteriormente. (**0.1264 KGy.cm**)

(**f**) es la frecuencia de repetición de pulso y (**v**) es la velocidad del transportador.

Supongamos que queremos entregar una dosis de radiación (D) solicitada por el cliente con una frecuencia (f1), para esto debemos mover el transportador a una velocidad (v1). Es decir matemáticamente tenemos:

$D = C.f1/v1$ ecuación 4.1

La pregunta es, si yo doblo la frecuencia de repetición (f), a que velocidad debería moverse el transportador para entregar la misma dosis (D)? Aplicando la misma ecuación 12 tenemos:

$D = C.f2/v2$ ecuación 4.2

pero ahora sabemos que $f2 = 2f1$, igualando las dos ecuaciones y reemplazando las frecuencias tenemos que:

$C.f1/v1 = C.(2f1)/v2$, resolviendo tenemos:

$v2 = 2v1$ ecuación 4.3.

Es decir que si doblamos la frecuencia, y con el fin de tener la misma dosis absorbida, nosotros tenemos que transportar las cajas al doble de velocidad de la condición anterior, y podemos generalizar más halla, si triplicamos la frecuencia, también deberíamos triplicar la velocidad de transportación del producto, y así sucesivamente. Dado que el transportador se mueve con lo que en física se llama “**movimiento rectilíneo uniforme**” **MRU** y puesto que la variable tiempo esta en perfecta relación inversa con la velocidad, entonces de hecho se cumple que:

$t2= t1/2$ ecuación 4.4

Esta ecuación me indica claramente, que al doblar la frecuencia del pulso de repetición de haz, el tiempo de exposición de producto se reduce exactamente a la mitad, a fin de obtener la misma dosis de radiación, lo cual dicho de otra manera significa que en un mismo tiempo (t) de exposición nosotros estaríamos irradiando el doble del volumen de un mismo producto, en cualquiera de sus categorías sea para esterilización o descontaminación.

4.4.2.2 Implicaciones del aumento de la frecuencia en nuestro Throughput

Observemos las ecuaciones **3.22 y 3.23** , nuestro ingreso o Throughput en función de la velocidad del transportador fue definido como:

$T(t) = v.t.Pc.Prk/Lc$ para el servicio de descontaminación.

$T(t) = v.t.Prc/Lc$ para el servicio de esterilización.

Manteniendo las mismas condiciones de tiempo de irradiación (t) , precio por Kilogramo (Prk), longitud de la caja(Lc), para el caso de la esterilización y precio por caja (Prc) para el caso de la esterilización, al doblarse o triplicarse la velocidad ,

nuestro **Throughput T(t) categóricamente se incrementa en 200 o 300 %** (dado que se van a procesar en ese tiempo t el doble o triple de cajas), y así sucesivamente como lo manifiesta la TOC si no fuera por las mismas restricciones del sistema.

4.4.2.3 Limitaciones físico-técnicas y costos generales del incremento del pulso de repetición.

1. Teóricamente el acelerador como se vio anteriormente puede incrementar su pulso de repetición hasta 300 Hz, con lo cual lograríamos incrementar nuestros ingresos en 300%, sin embargo existen problemas técnicos que limitan la operación del modulador de alto voltaje del magnetrón (**generador de microonda**) el cual soporta esta frecuencia de trabajo solamente hasta un máximo de 200 Hz, pues a mayor frecuencia que esta, también se presentan problemas de vibración del transformador de alto voltaje, problemas de vacío en el interior del tubo de aceleración, los cuales podrían hacer colapsar el acelerador y disminuir su vida útil. Todas estas condiciones fueron comprobadas experimentalmente con los expertos Rusos durante las pruebas Técnicas antes de la firma de los protocolos de aceptación del acelerador.
2. La segunda es que aparentemente al subir la frecuencia de repetición de pulso estamos subiendo la potencia total del acelerador, esto no es así porque como fue calculado anteriormente, el acelerador tiene una potencia total trifásica de 50 KVA, en todo su conjunto, y lo que nosotros estamos aumentando esta frecuencia es únicamente en un módulo especial de la acelerador llamado modulador de alto voltaje, así es que de ninguna manera la potencia total se duplica o se triplica, sino que sube un mínimo porcentaje. Además de que la única acometida que se podría afectar en mínimo orden es la de 380 V trifásica que es la que maneja estrictamente el Acelerador, la de 220 V trifásica permanece prácticamente inalterada.

Los datos obtenidos tanto de voltaje como de corriente durante una prueba de irradiación trabajando con una frecuencia de repetición de pulso de 200 Hz fueron por pocos minutos.

$$VRS = 370 \text{ V} \quad IR = 80 \text{ A}$$

$$VST = 360 \text{ V} \quad IS = 68 \text{ A}$$

$$VTR = 360 \text{ V} \quad IT = 65 \text{ A}$$

$$I \text{ media} = 71 \text{ A}$$

$$V \text{ medio} = 363.33 \text{ V}$$

Me proporciona una potencia trifásica promedio de

$$Pot = 1.732 (363.33\text{V}) (71 \text{ A})$$

Pot = 44.679 VA, que se lee voltio-amperios

La Potencia trifásica para una frecuencia de **100 Hz** la habíamos calculado anteriormente como **26807 VA**, es decir que ha existido un incremento de **66.66 %**.

Tomemos ahora el Balance de Resultados desde el 5 de Junio hasta el 27 de Junio del 2006, dentro de los costos variables, el único que presentaría un pequeño incremento porcentual es el **costo eléctrico de irradiación**, el resto de costos como el de agua, encendido y apagado del acelerador permanecen prácticamente sin alteración debido a que su potencia eléctrica permanece constante, (porque todavía no se ha emitido haz electrónico) es decir que el cambio de la frecuencia de repetición no los afecta eléctricamente en nada, sino únicamente en el tiempo de irradiación en donde entra a funcionar el modulador de Alto voltaje del magnetrón y se emite el haz de electrones.

De los datos tomados del **figura 3.18**, podemos hacernos un pastel tanto de los costos fijos como de los costos variables. Se obtienen los siguientes resultados.

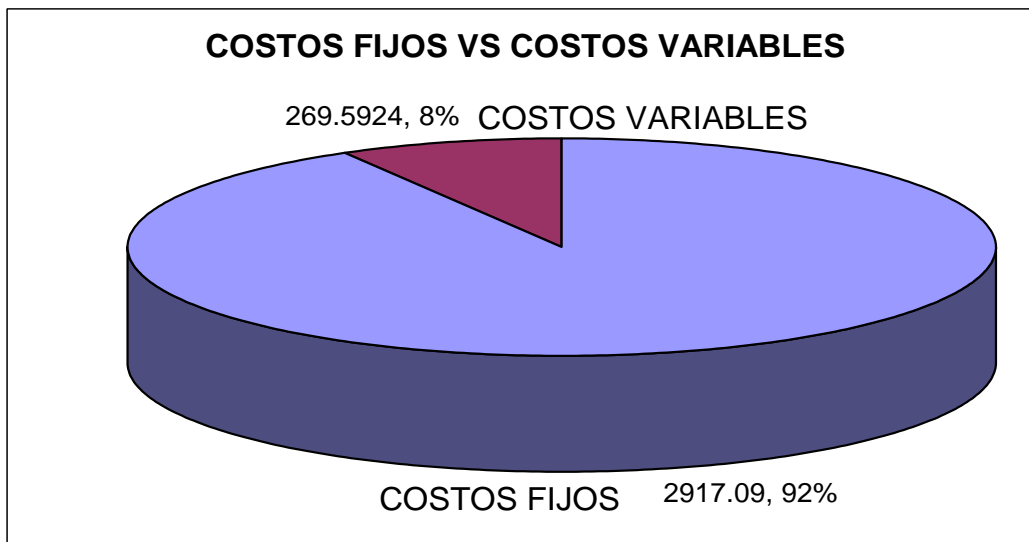


Figura 4.1

Observamos claramente que los costos fijos representan un 92 % de los costos variables (8%), ahora veamos que sucede con la estructura de los costos variables.

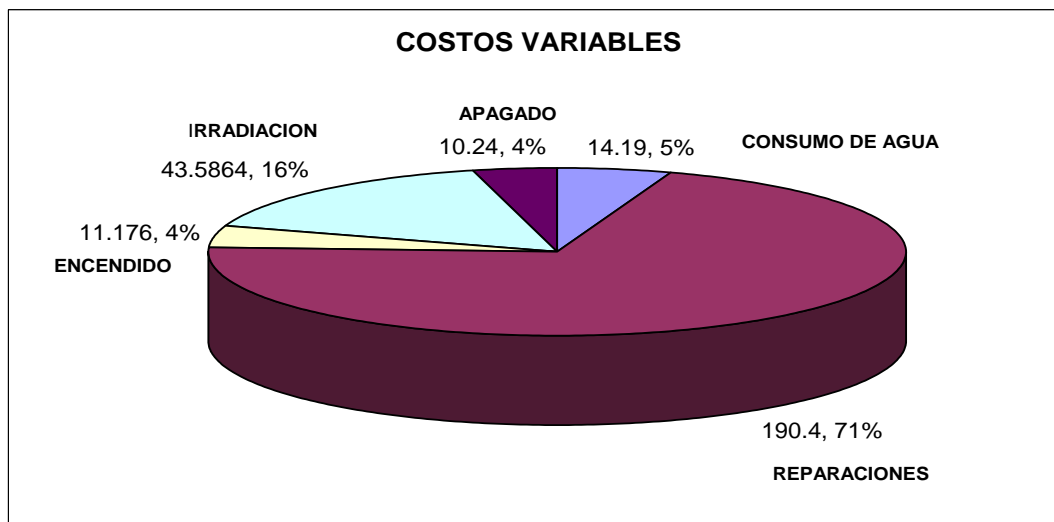


Figura 4.2

Dentro de estos costos al que más se lo castiga de acuerdo al análisis que estamos haciendo es al costo de irradiación, el cual como vemos representa apenas el 16.17 % de los variables que a su vez representan el 8.46% de los costos totales, así es

que en términos absolutos estamos hablando de que los costos de irradiación son apenas el **1.36 % de los costos totales**. Bajo estas circunstancias, el incremento del **66.66%** en los costos de irradiación al cambiar de 100 a 200 Hz, por más significativo que sea, no afectara prácticamente en lo absoluto a los **costos totales**.

3. Dado que doblar la frecuencia de repetición de pulso hace que el transportador central vaya exactamente al doble de velocidad para una dosis estipulada en las condiciones actuales de trabajo, significa que las actividades de carga y descarga de producto con los 2 trabajadores que contamos actualmente también se duplicaría, lo cual supone duplicar la potencia física de ellos pues están realizando un mismo trabajo exactamente en la mitad del tiempo. Como consecuencia de esta optimización podrían suceder a la larga dos cosas:
- Cansancio físico después de una jornada diaria de irradiación por la exigencia misma del trabajo.
 - Que físicamente para los trabajadores sea imposible durante el proceso de carga y descarga de producto seguir la velocidad de la banda transportadora, provocando que las cajas no vayan completamente unidas una tras de la otra con el consiguiente desperdicio de energía en el espacio físico entre ellas, lo cual crearía una nueva restricción y un nuevo cuello de botella.

Analicemos previamente el segundo punto que lo considero el más crítico dentro de la teoría de las restricciones y que es el que me generaría un nuevo cuello de botella que no existía anteriormente.

Recordando la **ecuación 4.2** para un cambio de frecuencia f_2 tenemos.

$D = C \cdot f_2 / v_2$ despejando la velocidad v_2 tenemos:

$$v_2 = C \cdot f_2 / D \quad \text{ecuación 4.5}$$

dado que $C = 0.1264$ que es nuestra constante del laboratorio calculada anteriormente y dado que la frecuencia es ahora el doble $f = 200$ Hz entonces procedemos a hacer un gráfico que me ilustre mejor la situación.

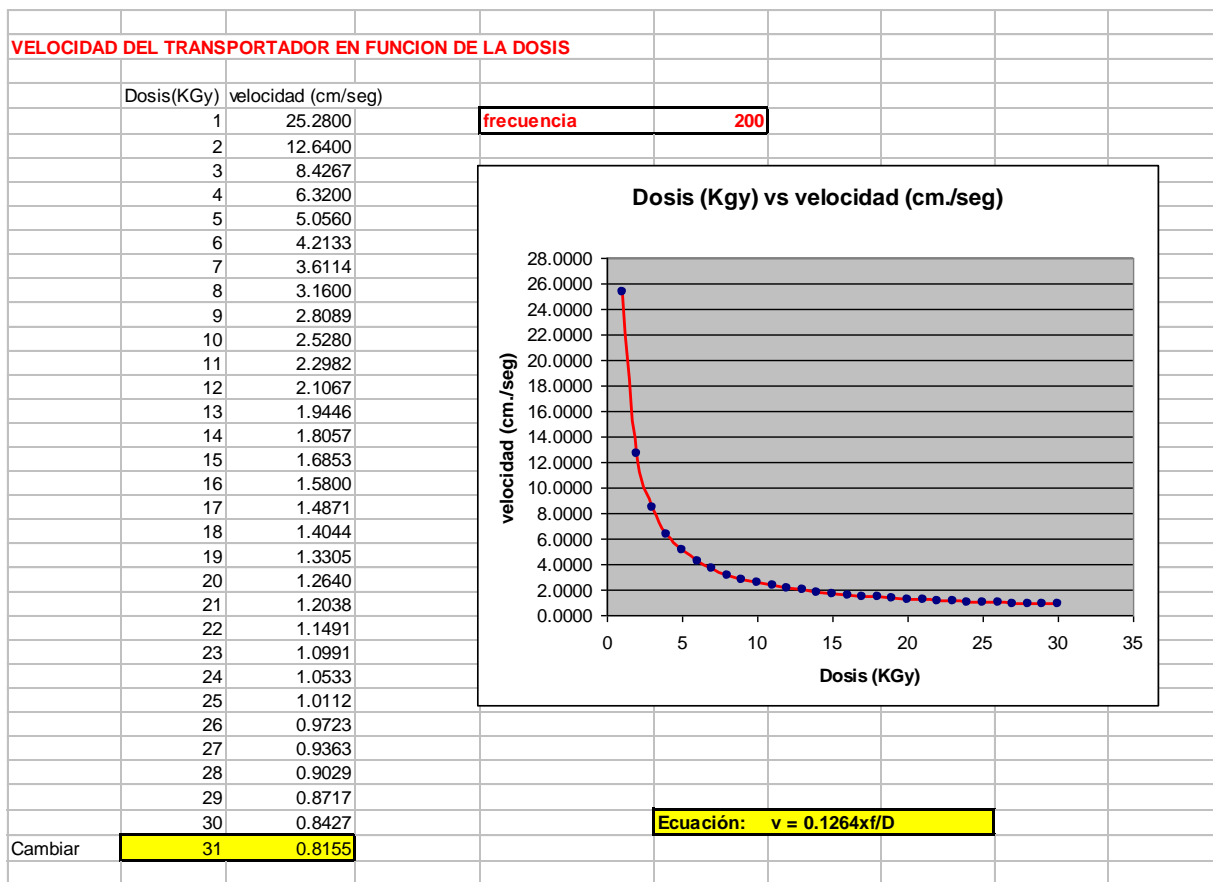


Figura 4.3

Cuando irradiamos a dosis grandes como en el servicio de esterilización, la velocidad del transportador es lenta, por lo tanto el doblar una velocidad lenta, no traería mayores consecuencias en la manipulación de producto y de seguro las cajas continuarían procesándose en forma continua. Así vemos que para una dosis de 25 KGy, la velocidad nueva del transportador es de 1.01 cm/seg, que es totalmente mínima.

El problema podría presentarse con dosis de irradiación relativamente bajas. En el servicio de descontaminación, el 98% del proceso del producto se lo ha venido realizando a la dosis de 8 y 10 KGy y muy rara vez a 6 KGy, así es que tomemos la dosis más baja de trabajo entre 8 y 10 KGy es decir los 8 KGy.

A esta dosis la velocidad del transportador (veanse los datos y la **figura 4.3**) es de 3.16 cm/seg, que sigue siendo una velocidad relativamente lenta y manejable.

Adicionalmente a esto se realizó un experimento práctico con el personal que labora en el área de carga y descarga de producto a esta velocidad, obteniéndose resultados totalmente satisfactorios.

4. Con el fin de poder trabajar con una frecuencia de pulso de 200 Hz, es necesario el **cambio del magnetrón** con uno nuevo de repuesto. Un magnetrón de potencia de 15 Mw. es un aparato generador de microonda y definitivamente costoso el cual posee una vida útil de aproximadamente 8 años a un promedio de 8 horas de trabajo por día. Hasta la fecha hemos tenido que cambiar 2 magnetrones debido a que sus cátodos se han agotado, y todavía se tiene en existencia 2 más, es decir que el acelerador podría estar prestando sus servicios por unos 16 años más que es lo que justamente se manifestó anteriormente.
5. Este quinto punto más que una limitación de consecuencias físicas o técnicas hace resaltar y confirmar una vez más la hipótesis que fue planteada anteriormente en la problemática en general, es decir que la capacidad instalada de producción se encuentra sobredimensionada con relación al mercado local especialmente de Quito, el cual se halla abastecido únicamente para las empresas que hacen esterilización de insumos médicos y descontaminación de especerías. **El hecho es que con solamente girar una perilla de frecuencia de 100 a 200 Hz, lograríamos superar la capacidad instalada en un 100 % de la productividad actual**, a costos relativamente muy bajos y sin mayor desperdicio de tiempo, energía, dinero, ni recursos humanos. Pero no perdamos de vista ni nos engañemos que el doblar nuestra capacidad instalada para conseguir ingresos en un 200%, debe ir acompañado necesariamente del primer objetivo estratégico en

relación al **proyecto en marcha PL-480** descrito anteriormente con un proyecto de marketing sólido y bien delineado que pueda solventar la demanda de esta nueva capacidad productiva.

4.4.2.4. Actividades a realizarse para el cambio del magnetrón.

- Desmontar de la guía de onda entre el magnetrón y la estructura de aceleración.
- Limpieza y secado de la parte interior de la guía de onda.
- Desmontar las conexiones eléctricas y de la tubería de circulación de agua del magnetrón viejo.
- Retirar el magnetrón viejo y enviarlo a bodega.
- Transportar el magnetrón nuevo hasta la cámara de irradiación
- Colocar el nuevo magnetrón dentro de la estructura que lo soporta.
- Acoplar nuevamente las conexiones eléctricas y mecánicas de recirculación de agua.
- Proceder al entrenamiento del magnetrón mediante la optimización de un adecuado vacío y al calentamiento paulatino del mismo.
- Activar todo el complejo del acelerador.
- Obtener la microonda deseada.
- Entrenamiento del magnetrón a la frecuencia de $f = 200$ Hz
- Obtención de haz electrónico para esta frecuencia.
- Optimización de trabajo a esta frecuencia.

4.4.2.5 Financiamiento.

Este estará a cargo del Departamento de Ciencias Nucleares, y será solventado de los mismos ingresos que percibe el laboratorio administrado a través de la EPN. Cabe indicar que para la consecución del magnetrón no se necesita un financiamiento extra ya que las partes de repuesto existen en bodega, únicamente se necesitará recursos pequeños para el desarrollo de todas estas actividades y el talento humano que posee como gran fortaleza el laboratorio.

4.4.2.6 Presupuesto estimado

No puede oscilar más allá de los 200 dólares americanos entre cierto tipo de herramientas especiales y compra de materiales.

4.4.2.7 Tiempo de ejecución. (2 semanas completas)

- Un día completo para el cambio del magnetrón.
- Una semana completa para optimización de vacío y calentamiento de su cátodo.
- Una semana completa para entrenamiento y generación de microonda a la frecuencia de 200 Hz.

4.4.2.8 Personal responsable.

Ing. Trajano Ramírez (jefe de laboratorio).

Ing. Especialista II Marcelo Uzcátegui (Asesoramiento y Dirección Técnica del proyecto PL-480)

Sr. Miguel Chilla gano (mecánico)

Ayudantes.

4.4.2.9 Fecha estimativa para el desarrollo de esta Actividad

Actualmente el acelerador continúa trabajando relativamente en buenas condiciones con el magnetrón antiguo, sin embargo se ha tenido últimamente problemas con la bomba iónica interna del mismo, lo que me indica que la vida útil de este aparato esta por terminar, ya que no se puede irradiar más allá de un promedio de 3 horas diarias, así que este cambio se lo realizará alrededor del mes de **Junio del 2007**, cuando se proceda a abrir el acelerador para la instalación del magneto de barrido horizontal

4.4.2.10 Análisis de riesgos.

Dentro de la parte técnica existe un porcentaje mínimo de riesgo debido a que esta actividad ya se la ha realizado anteriormente un par de ocasiones con resultados totalmente satisfactorios.

El problema no es tanto el costo del repuesto, el verdadero problema es que para el cambio de este aparato y la puesta a punto para poder subir la productividad de la planta al 200 % se necesitan unas dos semanas completas, de esta manera mas que el costo de cambio de aparato, el único costo que tendría el laboratorio es el de dejar de percibir el throughput actual promedio por el tiempo de dos semanas. Anteriormente calculamos que el acelerador recibía un promedio de ingresos mensuales calculados desde **Octubre del 2005 hasta Marzo del 2006 fueron de 3756\$,** en consecuencia:

Costo estimado por cambio del magnetrón: **alrededor de 2000 \$ americanos.**

A esto se puede sumar que durante ese tiempo muerto de productividad muchos de los clientes actuales también van a estar paralizados con sus productos y se corre el riesgo de que busquen nuevas fuentes de servicio alternas, lo cual nos podría hacer que eventualmente podamos perder algunos de ellos con costos relativamente altos.

4.4.3 IMPLEMENTAR UNA VERDADERA FIJACIÓN ESTRATÉGICA DE PRECIOS PARA TODAS LAS ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN DEL LABORATORIO. PLAN OPERATIVO INMEDIATO.

Si analizamos las fortalezas del laboratorio, nosotros hemos llegado a la conclusión de que dichas fortalezas representan el **37 % del análisis FODA PONDERADO**, además de no existir actualmente competidores potenciales que usen este tipo de tecnología, excepción hecha de la fuente de Cobalto 60 de la misma Escuela Politécnica Nacional, la cual en muy poco tiempo dejará de tener la capacidad necesaria para procesar grandes cantidades de producto debido a que el tiempo de vida media del radioisótopo Co 60, es de 5 a 6 años, el tiempo de exposición no podrá responder a las necesidades de los pocos usuarios que posee actualmente. De esta manera nuestras fortalezas se elevan mucho más.

A esto se agrega que la recarga de la fuente de Cobalto 60 parece ser que se encuentra negada por parte del Organismo Internacional de Energía Atómica, y seguramente también a pedido del gobierno norteamericano a través de su Embajada en Ecuador, quienes invirtieron su capital en colocar un verdadero sistema de seguridad de alarmas nunca antes visto, el mismo que se halla conectado con el todo el sistema de seguridad de la Embajada norteamericana, bajo el argumento de que este tipo de instalaciones radioactivas son un blanco perfecto para los grupos terroristas internacionales. De hecho la política de realizar una nueva recarga de la fuente iría totalmente en contra de los intereses Norteamericanos.

Afortunadamente esta situación muy singular no ha afectado a las instalaciones del Acelerador de Electrones, justamente debido a que no maneja ningún tipo de radioisótopos, sino simplemente la emisión de radiación BETA totalmente controlada por el laboratorio, ya que definitivamente es un aparato electromagnético que no posee radioactividad propia, lo cual también es otra fortaleza.

Bajo este tipo de circunstancias y el hecho de no existir competidores potenciales, prácticamente el laboratorio se hallaría en una posición sumamente privilegiada de convertirse en un **monopolio comercial** de sus propios servicios, como para poder

revertir la situación de sus precios al cliente, y tratar de ampliar el mercado a nivel Nacional y posiblemente Internacional.

Una gran herramienta a utilizarse para esto es justamente la “**Fijación estratégica de precios**”, que entre varios puntos de su propia filosofía manifiesta textualmente lo siguiente:

- “La diferencia entre la fijación de precios y la fijación estratégica de precios es la misma que la diferencia entre reaccionar a las condiciones del mercado o actuar activamente frente a ellas. Por ejemplo la fijación estratégica de precios exige anticipar los niveles de precios antes de iniciar el desarrollo del producto. La única manera de garantizar la fijación de precios rentable consiste en rechazar desde el principio esas ideas según las cuales no se puede capturar un valor adecuado para justificar el coste.

Tal vez lo más importante sea que la fijación estratégica de precios exige una nueva relación entre marketing y finanzas.”

- **Fijación de precios en función del cliente.**

“La mayoría de las empresas reconoce ahora la falacia de la fijación de precios en función de los costes únicamente y sus efectos negativos sobre los beneficios. El objetivo de los precios en función del valor consiste en determinar precios más rentables capturando más valor, y no necesariamente consiguiendo más ventas. Cuando los expertos en el mercado confunden el primer objetivo con el segundo, caen en la trampa de fijar un precio al nivel que los compradores están dispuestos a pagar, en lugar de al valor que realmente tiene el producto. Aunque esta decisión permite a los vendedores cumplir sus objetivos de ventas, invariablemente mina la rentabilidad a largo plazo.

Además la tarea de ventas y marketing no consiste simplemente en procesarse los pedidos al precio que los consumidores estén dispuestos a pagar actualmente, sino en aumentar la disponibilidad a pagar de los clientes para que el precio refleje mejor el auténtico valor del producto.”

- **Fijación de precios en función de la competencia.**

“Según este punto de vista, la fijación de precios es una herramienta para alcanzar los objetivos de Las ventas. Para algunos directivos, este método supone una fijación estratégica de precios. Los precios solo deben reducirse cuando ya no están justificados por el valor ofrecido en comparación con el valor que ofrece la competencia. Aunque la reducción de precios es probablemente la forma más rápida y eficaz para alcanzar los objetivos de

ventas, normalmente constituye una mala decisión desde el punto de vista financiero.”

- **La disciplina de la fijación estratégica de precios**

“La fijación de precios debería desempeñar un papel integrador en la estrategia empresarial. No solo forma parte del marketing sino también de las finanzas y de la estrategia competitiva. Cuando se la hace correctamente, la fijación de precios consiste en el nexo de unión entre las distintas actividades. La búsqueda y explotación de estas sinergias es lo que se denomina fijación estratégica de precios. Finalmente la fijación estratégica de precios impone una disciplina financiera (una restricción de optimización) sobre las decisiones de marketing y ventas. Afirma que una empresa debe satisfacer a los consumidores, pero solo hasta el punto en que el incremento adicional del valor creado exceda el incremento adicional del coste del producto.

El marketing se ha transformado pasando del análisis de **“como vender lo que la empresa produce”** al de **“como producir lo que el consumidor quiere comprar”**

- **Fijación de precios en función de la tecnología**

“Además la fijación estratégica de precios debe ser enfocada mediante un verdadero análisis científico-técnico utilizando siempre la infraestructura tecnológica disponible al momento y siempre observándola desde la perspectiva dinámica del cliente y la apertura de nuevos y mejores servicios a fin de que dicha fijación sea un puente facilitador entre el cliente y la empresa”¹

Para esto vamos a trabajar un poco en un análisis muy sucinto de los precios que se han venido cobrando actualmente, al menos en los rubros que más jerarquía han tenido en todos estos años de trabajo del Acelerador, es decir el servicio de esterilización y descontaminación.

Así pues vamos a proceder a hacer una realimentación de los precios actuales de nuestro mercado, ya que de ninguna manera, estos precios han justificado mayormente los costes incurridos por el laboratorio y debemos enfocarnos hacia una retrospectiva general analizada desde el punto de vista del cliente y del laboratorio.

Otro de los puntos importantes a tomarse en cuenta es que como ya el laboratorio ha

¹“Estrategia y Tácticas de Precios” Thomas T. Nagle y Reed K. Holden. Capítulo 1 págs 1,2,7,8,11,14

venido laborando durante más de 15 años con cambios no mayormente sustanciales en los precios, no podemos saber como vaya a reaccionar el cliente frente a una nueva fijación de precios de los mismos, además de habersele acostumbrado a una serie de comodidades brindadas sin ninguna razón técnica por parte de la jefatura del laboratorio, así es que tratare de ser lo más prolijo en nuestro análisis y en las decisiones que se planteen.

4.4.3.1 Análisis de precios actuales en función del tiempo, para los servicios de esterilización y descontaminación

En los capítulos anteriores ya hemos citado categóricamente los verdaderos cuellos de botella y uno de los fundamentales y que constituye un craso error, es el precio del servicio en función del número de cajas o de su peso, sin tomar en cuenta el factor importantísimo que es el tiempo de irradiación, el cual es función del número de cajas a procesarse, del largo de la caja y de la velocidad del transportador central, que es función de la dosis absorbida solicitada por el cliente o calculada de acuerdo al grado de contaminación del producto y sugerida por el personal técnico del laboratorio. Para esto definamos algunos parámetros:

$P_u(t)$ = precio unitario en función del tiempo (\$/seg)

v = velocidad del transportador. (cm/seg)

D = dosis absorbida. (KGy)

P_{rc} = precio que se cobra por caja de esterilización. (Actualmente 2\$/caja.)

t_c = tiempo que se demora en pasar una caja de esterilización. (seg)

$C = 0.1264$ nuestra constante de laboratorio calculada anteriormente. (KGy.cm)

f = frecuencia de repetición de pulso. (Hz)

t = tiempo transcurrido. (seg)

L_c = longitud de la caja en el sentido del transportador (cm)

Volviendo al capítulo 3, la **ecuación 3.5** me indica que la dosis absorbida es proporcional a una constante C y a la frecuencia del pulso e inversamente proporcional a la velocidad del transportador central es decir:

$$D = C.f/v$$

Ahora tratemos de encontrar el precio unitario por cada segundo de irradiación. Para esto debemos establecer que el acelerador mientras esté trabajando a full power esta entregando una misma cantidad de energía por unidad de tiempo, es decir trabaja a una misma potencia (mientras no existan condiciones de cambio de frecuencia de barrido de haz electrónico), así es que en la práctica este parámetro es constante. Observemos el siguiente gráfico.

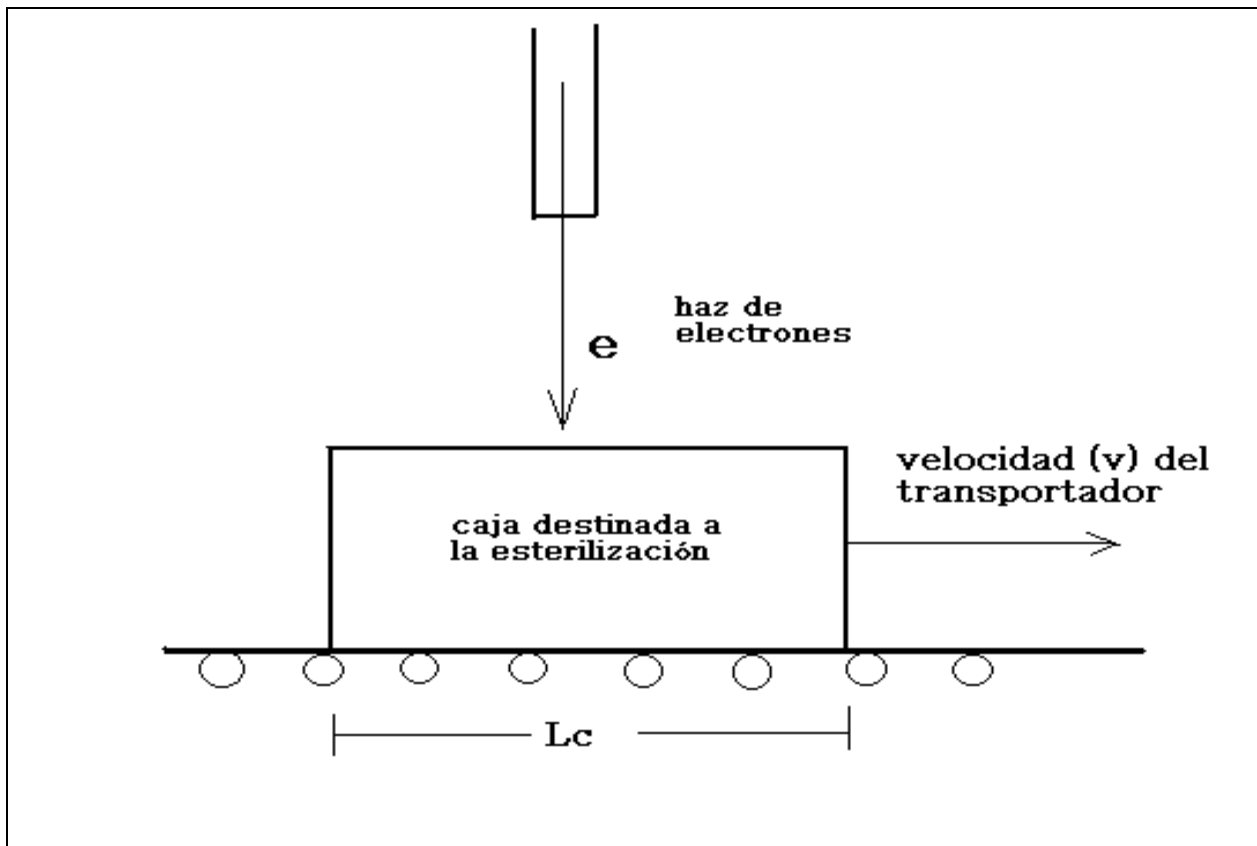


Figura 4.4

El costo unitario en función del tiempo va a ser igual al precio que se cobra por esterilización de una caja, dividido para el tiempo transcurrido en pasar esa caja por debajo del haz. Esto es:

$$\mathbf{Pu(t) = Prc/tc \text{ ecuación 4.6}}$$

Por otro lado, dado que el transportador se esta moviendo a una velocidad (v), dada por la dosis que solicita el cliente, entonces el tiempo que tarda en pasar una caja será igual a la longitud de la caja entre la velocidad que esta llevando el transportador, es decir:

$$\mathbf{tc = Lc/v \text{ ecuación 4.7}}$$

Así que nuestro precio unitario será:

$$\mathbf{Pu(t) = Prc.v/Lc \text{ ecuación 4.8}}$$

Por la ecuación 3.5 la velocidad que lleva el transportador en función de la dosis absorbida, entonces la ecuación 4.8 se transforma en:

$$\mathbf{Pu(t) = Prc.C.f/Lc.D \text{ ecuación 4.9}}$$

Y finalmente el precio total de una irradiación de esterilización en el tiempo (t) transcurrido para ese producto determinado será igual a

$$\mathbf{P(t) = Pu(t).t \text{ ecuación 4.10, entonces}}$$

$$\mathbf{P(t) = Prc.C.f.t/Lc.D \text{ ecuación 4.11}}$$

Como podemos observar la ecuación **4.11** es exactamente la misma fórmula que la **ecuación 3.25** analizada simplemente desde otro punto de vista únicamente que la primera fórmula representa nuestro Throughput (T) en función del tiempo, y la segunda es el precio que se cobra por el servicio (ingresos), que en definitiva son los mismos parámetros vistos desde dos ángulos diferentes.

Aquí tenemos que según las condiciones actuales de irradiación para la esterilización, son constantes el precio de la caja (Pc) la constante C, la frecuencia, y las variables son, el tiempo de exposición (t), la longitud de la caja (Lc) y la dosis de irradiación (D), variables si consideramos varios productos de esterilización determinados.

Dado que según las estadísticas analizadas en los capítulos anteriores vemos que en los últimos 6 meses nuestro gran cliente en el campo de la esterilización es el **Dr.**

Hugo Vega con un 27 % del servicio. Tomemos las condiciones de irradiación de sus cajas para poder encontrar el precio unitario por unidad de tiempo.

$$D = 18 \text{ KGy}$$

$$f = 100 \text{ Hz.}$$

$$Prc = 2 \text{ \$/caja.}$$

$$C = 0.1264$$

$$Lc = 39 \text{ cm.}$$

Reemplazando valores en la ecuación 4.9 llegamos a:

$Pu(t) = 0.036$ y cuyas unidades serán (\$/seg.) Entonces particularizando **para el Dr. Hugo Vega** tendremos:

$$Pu(t) = 0.036 \text{ en (\$/seg)} \quad \text{ecuación 4.12}$$

Y la ecuación 4.10 se transforma en:

$$P(t) = 0.036t \text{ en \$ para esterilización a 18 KGy} \quad \text{ecuación 4.13}$$

Hagamos una comprobación para ver si esta ecuación es válida. Una caja del Dr. Hugo Vega de 39 cm de largo pasa a una dosis de 18 KGy . El siguiente gráfico me indica la relación entre la dosis requerida y la velocidad del transportador de acuerdo a la **ecuación 3.12**.

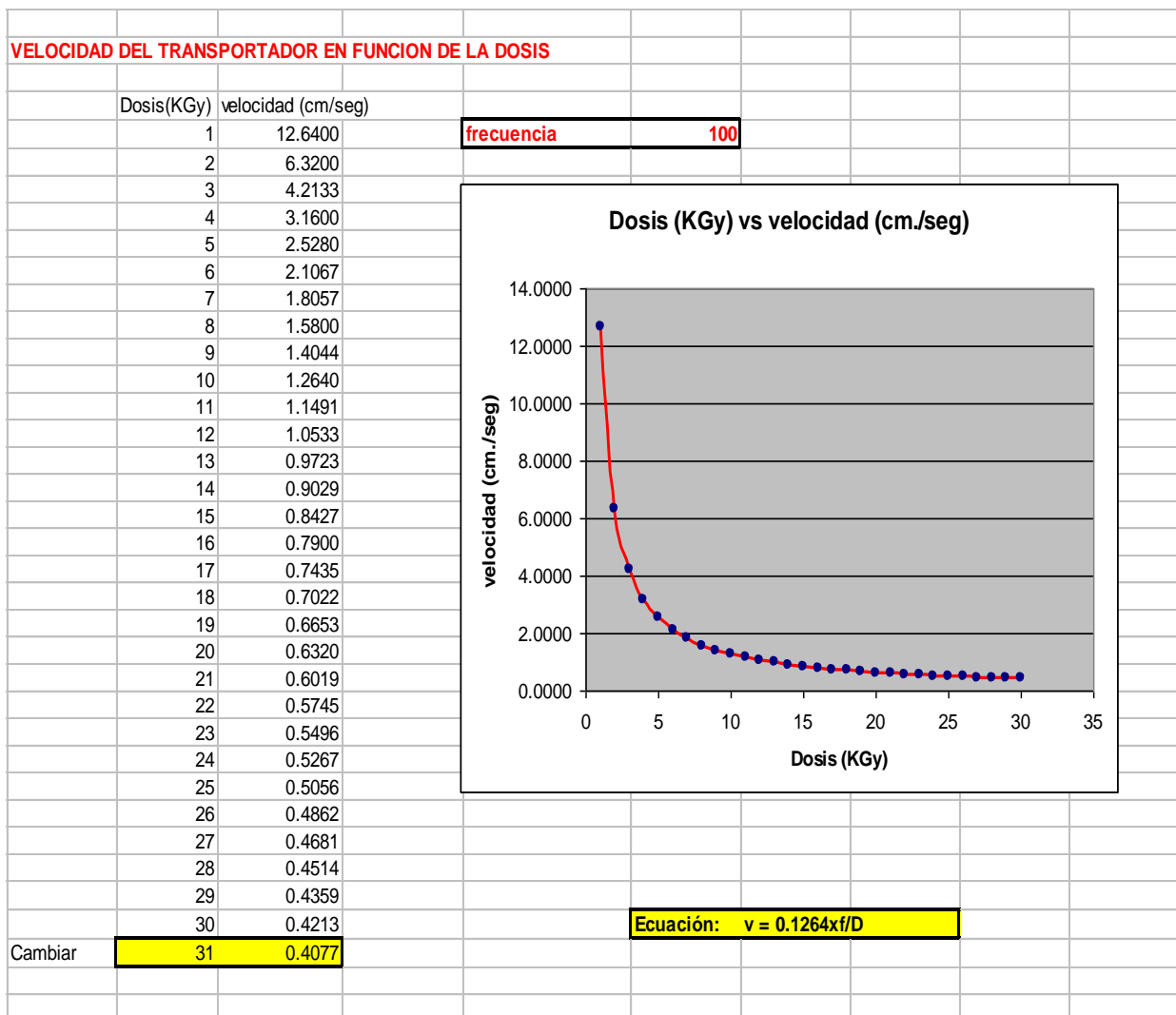


Figura 4.5

Observamos que para una dosis de 18 KGy la velocidad del transportador es de 0.7022 cm/seg, no perdamos de vista que esto es para una frecuencia de 100 Hz.

Así que el tiempo que tardaría en pasar una caja de longitud 39 cm sería:

$$t = 39 \text{ cm} / 0.7022 \text{ (cm/seg)} = 55.54 \text{ seg.}$$

Si yo reemplazo en la **ecuación 4.13**, el tiempo de **55.54 (seg)** que se demora en pasar una caja, el precio que debería cobrar sería exactamente de 2 \$. Veamos si es cierto.

$$P(t) = 0.036(55.54) = 2 \$ \text{ Exactamente así es, la ecuación funciona.}$$

1. Análisis de precios actuales en el tiempo, para el servicio de descontaminación.

El análisis es bastante similar sin embargo ahora debemos tomar en cuenta que para este servicio la jefatura del laboratorio ha venido considerando no el precio por caja sino el precio por kilogramo en cada caja, no se con que criterio.

Para esto definamos los siguientes parámetros:

$P_u(t)$ = precio unitario por unidad de tiempo (\$/seg)

v = velocidad del transportador. (cm/seg)

D = dosis absorbida. (KGy)

P_{rk} = precio que se cobra por cada kilogramo. (Actualmente 0.50 \$/kg.)

t_c = tiempo que se demora en pasar el largo (L_c) de una caja de descontaminación. (seg)

$C = 0.1264$ nuestra constante de laboratorio calculada anteriormente. (KGy.seg)

f = frecuencia de repetición de pulso. (Hz)

t = tiempo transcurrido. (seg)

L_c = longitud de la caja en el sentido del transportador. (cm)

P_c = peso de cada caja. (Kg)

Bajo la misma hipótesis anteriormente descrita

$P_u(t)$ = Precio por caja entre el tiempo que permanece esa caja debajo del haz en (\$/seg).Esto es:

$$P_u(t) = P_{rk} \cdot P_c / t_c \text{ ecuación 4.14}$$

Recordando que $t_c = L_c / v$

$$P_u(t) = P_{rk} \cdot P_c \cdot v / L_c \text{ ecuación 4.15}$$

Y dado que $v = C \cdot f / D$ tenemos que

$$P_u(t) = P_{rk} \cdot P_c \cdot C \cdot f / L_c \cdot D \text{ ecuación 4.16 y}$$

$P(t) = Prk.Pc.C.f.t/Lc.D$ ecuación 4.17

Compárese las ecuaciones **4.11** y **4.17**, son bastante similares como era de esperarse a excepción de que la última hace referencia al precio por kilogramo y al peso de cada caja en kilogramos es decir el término $Prk.Pc$ (\$) en lugar de el precio directo por caja Prc también en (\$). Así mismo la **ecuación 4.17** coincide exactamente con la **ecuación 3.24** que es nuestro **throughput (T)**, analizado desde otro punto de vista.

En el campo de la descontaminación nuestros mayores ingresos han sido producto del servicio prestado a la industria **ALIMEC con el 70 %** del servicio, así es que vamos a tomar en cuenta todos sus parámetros. Una caja estándar de **ALIMEC** contiene los siguientes parámetros:

$$Lc = 29.5 \text{ cm}$$

$$Prk = 0.5 \text{ \$/Kg}$$

$$Pc = 3.84 \text{ Kg.}$$

$D = 8 \text{ KGy}$ por ambos lados. Sabiendo que C y f son constantes, reemplazando estos valores en la **ecuación 4.16** tenemos que:

$$Pu(t) = (0.5)(3.84)(0.1264)(100)/(29.5) (8) = 0.10283 . \text{ Por lo tanto el precio unitario será igual a}$$

$Pu(t) = 0.10283$ ecuación 4.18

y el precio en función del tiempo de acuerdo a la ecuación 4.10 será:

$P(t) = Pu(t).t$

Es decir :

$P(t) = 0.10283.t$ ecuación 4.19

para la descontaminación de ALIMECa 8 KGy

Sin embargo en la irradiación de las cajas de ALIMEC debido a que la densidad superficial (g/cm^2) de los condimentos es mayor que lo permitido (2.4 g/cm^2), estas se irradian dos veces dando la vuelta la caja, entonces el ingreso $pu(t)$ en una sola pasada es exactamente la mitad , así es que las ecuaciones se transforman en

$Pu(t) = 0.05141 (\text{\$/seg})$ ecuación 4.20

$P(t) = 0.05141t$ para la descontaminación (\$) a 8 KGy ecuación 4.21

Veamos si estas ecuaciones son funcionales. Una caja de de ALIMEC que tiene una longitud L_c de 29.5 cm y en la cual existe 3.84 Kg se irradia a una dosis de 8 K Gy por ambos lados. El precio que el laboratorio se cobra actualmente sería:

$$3.84 \text{ Kg} \times 0.5 \text{ \$/Kg} = \boxed{1.92 \text{ \$ (dólares)}}$$

De acuerdo a la tabla de velocidad en función de la dosis tenemos que a una dosis de 8 K Gy la velocidad sería de 1.58 cm/seg.(ver tabla) así es que el tiempo que demora en pasar una caja de 29.5 cm a esa velocidad sería:

$$t = 29.5/1.58 = 18.67 \text{ seg (segundos)}$$

Aplicando la ecuación 4.21 tendremos:

$P(t) = (0.05141)(18.67 \text{ seg}) = 0.95982 \text{ \$ (dólares)}$, como son dos pasadas el precio cobrado es el doble , entonces

$P(t) = \boxed{1.92 \text{ (dólares)}}$ que coincide con el precio calculado en función de peso.

4.4.3.2 Consecuencias analíticas del modelo matemático de fijación de precios en función del tiempo.

- En primer lugar concluimos que únicamente analizando el caso del servicio de esterilización y que de acuerdo a la **ecuación 4.9**, el precio unitario esta en función de la longitud de la caja y a la de la dosis absorbida (obviamente el resto de parámetros son constantes), lo que me indica que bajo las circunstancias actuales de precios cobrados, tendremos **n precios unitarios para n dimensiones de cajas y n dosis de esterilización**, las mismas que pueden ir desde **18 hasta 25 K Gy**, ya que igualmente podríamos haber hecho el mismo análisis con las cajas de la DRA. MONICA BURGOS o de CEMEFES, o LIFE, etc obteniéndose en cada uno de ellos diferentes $P_u(t)$.
- Que con la modalidad de precios por caja, el cobro a las industrias de esterilización, no se halla estandarizada ni normalizada en la forma más general para este tipo de servicio.
- Que de acuerdo a la simulación del modelo matemático la fijación del precio por caja posee el error de no tomar en cuenta el tiempo de irradiación

causando cualquier cantidad de problemas en el cobro de los varios servicios de esterilización.

- Que para el caso de la descontaminación de productos y de acuerdo a la **ecuación 4.16**, el precio unitario $P_u(t)$, también esta en función de la longitud de la caja (L_c) y a la de la dosis absorbida (D), la cual para este servicio puede ir desde **6 hasta 10 KGy**, y que igualmente realizando el mismo análisis de los parámetros en función de las otras industrias que descontaminan producto, como **LARESA, NATUALFA, IMSUALINCO**, etc, etc, obtendremos tantas constantes $P_u(t)$ como cajas de producto existan.
- Que la modalidad de cobro de precios por peso, tampoco termina de resolver el problema, pues los precios tampoco son estandarizados para esta categoría.
- Que esta modalidad de precios tampoco toma en cuenta el factor tiempo en el proceso de irradiación y por lo tanto la fijación del precio es todavía incompleta.
- Que de acuerdo a las **ecuaciones 4.13 y 4.21** tampoco se encuentran normalizadas y estandarizadas entre ambos tipos de servicio, ya que cada una de ellas tiene diferente constante de proporcionalidad $P_u(t)$. Así pues si dividimos la ecuación 4.21 para la ecuación 4.13 tendremos:

$$P2(t)/P1(t) = 0.05141t/0.036t = 1.428 \quad \text{ecuación 4.22}$$

Esta relación me sugiere dos cosas importantes:

- a) Que el servicio de descontaminación para la empresa **ALIMEC** se le esta cobrando un **42.8 %** más en exceso de lo que representa la esterilización de **HUGO VEGA a 18 KGy**, para un mismo tiempo de irradiación.
- b) O que el servicio de esterilización (**si invertimos la relación**) a **18 KGy** esta cancelando un **30 %** menos de lo que debería cancelar en referencia al de descontaminación a **8 KGy** dentro de un mismo período de tiempo de irradiación.

El primer punto significaría que deberíamos bajar el precio por descontaminación en **42.8%** en relación al precio del servicio de esterilización. Dado el ingreso promedio de **3756 \$** por mes calculado anteriormente y a sabiendas de que el Balance de Resultados arroja un margen negativo de ganancia, **la idea de bajar el precio es simplemente absurda**, y que tampoco se compadece con la filosofía de la TOC.

Consecuentemente con esto la idea fundamental es estandarizar y normalizar el precio a fin de encontrar la mejor constante de proporcionalidad $P_u(t)$, que involucre cualquier tipo de servicio sea este de descontaminación o de esterilización a cualquier dosis de radiación.

En el segundo punto se observa claramente que dentro de un mismo tiempo de irradiación tanto para esterilización como para la descontaminación, el **Throughput** en el servicio de esterilización se ha visto perjudicado en un **30 %** durante estos 16 años de trabajo, a razón de que en un mismo tiempo de irradiación de producto su ingreso se ve disminuido en este porcentaje debido a que su constante $P_u(t) = 0.036$ **es menor que 0.05141** del servicio de descontaminación.

- Que esta pérdida del **30%** justifica en cierta manera que el pastel de la **figura 2.20** en el **capítulo 2**, los ingresos por esterilización en los 6 meses desde **Octubre 2005 a Marzo del 2006** representan únicamente el **31 %** de los ingresos totales, el cual pudo haber sido realmente de $= (31 \%) \cdot (1.30) = 40.30 \%$, si se hubieran tomado desde un comienzo todas estas medidas y cálculos que justifiquen los precios al cliente en función del valor del servicio y no únicamente en función de los costes y que estaría plenamente justificado como el ingreso por la irradiación de aproximadamente iguales volúmenes en ambos tipos de servicio tomados durante largos períodos de tiempo (años).
- Que de acuerdo a la fijación estratégica de precios tampoco se justifica bajar a unos clientes y subir a otros a fin de cubrir los costos de irradiación y costos operativos.

- Que necesitamos establecer una constante de proporcionalidad $Pu(t)$ que sea coherente con el valor de cualquier servicio y a cualquier dosis de radiación. Solamente ahí estaremos seguros de estar cobrando precios justos a todos nuestros clientes, y saber que no se está perjudicando a unos y favoreciendo a otros, como se lo ha venido realizando durante 16 años y hasta la actualidad.

4.4.3.3 Cálculo del precio unitario en función del tiempo $Pu(t)$, entre varios servicios de descontaminación de especerías.

A fin de poder establecer las relaciones de los diferentes precios unitarios no estandarizados y que son los que se cobran actualmente, vamos a proceder a realizar una tabla con los diferentes parámetros ya establecidos para cada una de las empresas, al menos las más representativas de acuerdo a la estadística de participación dentro del laboratorio. La siguiente tabla nos proporciona una visión general de las mismas.

CALCULO DE LOS PRECIOS UNITARIOS PARA LAS EMPRESAS MAS IMPORTANTES								
EN LA DESCONTAMINACION DE ESPECERIAS								
Empresa	participación	Pc	Prk	Dosis	velocidad	Lc	Tc	Pu(t)
	%	(Kg)	(\$)	(KGy)	(cm/seg)	(cm)	(seg)	\$/seg
Alimec	75	3.84	0.5	8	1.58	29.5	18.6708861	0.10283
Imsualinco	20	4.5	0.5	8	1.58	52.5	33.2278481	0.06771
Laresa	3	7	0.5	8	1.58	52.5	33.2278481	0.10533
Natualfa	2	4.5	0.5	8	1.58	52.5	33.2278481	0.06771
Promedio	100							0.09518
FORMULA APLICADA		$Pu(t) = Pc.Prk.v/Lc$						

Figura 4.6

No perdamos de vista que la fórmula aplicada en esta tabla es también igual a $Pu(t) = Pc.Prk.C.f/Lc.D$

que es la **ecuación 4.16**, con la diferencia que en esta tabla esta en función de la velocidad.

Se puede observar claramente que para estas cuatro empresas, que son las más representativas en el área de descontaminación, y para un mismo tiempo de irradiación, los precios unitarios son completamente arbitrarios y diferentes, por ejemplo la empresa **imsualinco** que tiene un **$Pu(t)$ de 0.06771 (\$/seg)**, para un mismo tiempo de irradiación comparada con nuestro mejor cliente **ALIMEC**, ha venido pagando un **34 %** menos de lo que se lo cobra por el mismo servicio . A la empresa **LARESA** se le ha venido cobrando un **2.4 %** más respecto de **ALIMEC**, esto se debe a que esta empresa nos trae el producto en fundas, las cuales se las tiene que acomodar en unas cajas metálicas de aluminio de 52.5 cm de largo, por lo tanto existe un desperdicio de unos 5 cm en el largo de las cajas sin irradiar. Finalmente a la empresa **NATUALFA**, se le ha cobrado un **34.1%** menos de lo que se le debería cobrarse con respecto **ALIMEC**, y así por el estilo con el resto de clientes dentro de este servicio.

He puesto de base a la empresa **ALIMEC** simplemente por el hecho de ser la más representativa en el porcentaje de participación con **75 %** según las estadísticas analizadas anteriormente.

Dado el porcentaje de participación de cada una de ellas en el servicio prestado por el acelerador, he llegado a la conclusión que la mejor opción y tal vez la más “democrática” es tomar un promedio ponderado de la constante $Pu(t)$. De esta manera fijando una sola cifra como nueva constante para el precio unitario por unidad de tiempo, el resto simplemente quedará estandarizado, para cualquier tipo de irradiación e inclusive para cualquier dosis que sea pedida por el cliente.

La tabla me arroja el valor del promedio ponderado igual a **$Pu(t) = 0.09518$ \$/seg**. Sin embargo tampoco perdamos de vista que esta constante ya toma en cuenta la doble irradiación del producto de la empresa **ALIMEC**, así es que la verdadera constante **K (\$/seg)** a aplicarse para una sola pasada será la mitad de la ponderada, es decir **$K = Pu(t)/2 = 0.04759$**

Para el caso de la esterilización no me hace falta encontrar las nuevas $P_u(t)$, porque como fue analizado anteriormente, el cobro de este servicio se ha visto favorecido en por lo menos un 30 % (rubro que no se ha sido cobrado), respecto del servicio por descontaminación.

4.4.3.4 Fórmula general normalizada y estandarizada para la fijación de precios de los servicios de irradiación.

Una vez que hemos encontrado esta constante $P_u(t)$ que resulta ser la más conveniente en función de la demanda que ha tenido el laboratorio en el servicio de descontaminación durante todos estos 16 años de trabajo entonces procedamos a encontrar la ecuación general de servicio para establecer los precios en función de todo lo que se ha analizado hasta el momento, es decir nuestro **THROUGHPUT en función del tiempo**.

Aplicando la **ecuación 4.10 para una sola pasada tenemos:**

$$P(t) = (P_u(t)/2) \cdot t = K \cdot t \quad \text{ecuación 4.23}$$

donde (t) es el tiempo total de irradiación para un mismo género de producto, el mismo que va a depender de la velocidad del transportador que es función de la dosis absorbida y de las longitudes de las cajas (L_c) en el sentido de la dirección de irradiación (transportador). Así entonces:

Sea :

L = longitud total del tren de cajas a irradiarse

N= número de cajas.

v= velocidad del transportador

D = dosis absorbida para la velocidad v del transportador.

Entonces el tiempo (t) total en irradiar un mismo lote de un producto en particular será:

$$t = L/v \quad \text{ecuación 4.24}$$

Entonces la longitud L va a ser igual al número de cajas del mismo género multiplicado por la longitud de cada caja (L_c) en el sentido de la dirección de irradiación. Así pues

$$L = L_c \cdot N \quad \text{ecuación 4.25}$$

Y recordando que $D = C.f/v$ de donde $v = C.f/D$ entonces (t) será igual a :

$$t = N.Lc.D/C.f \text{ (seg) ecuación 4.26}$$

Entonces ahora la **ecuación 4.23** se nos transforma de la siguiente manera:

$$P(t) = K.N.Lc.D/C.f \text{ ecuación 4.27 para una sola pasada de producto.}$$

$$P(t) = 2KN.Lc.D/C.f \text{ ecuación 4.28 para doble pasada de producto.}$$

Esta maravillosa ecuación que indirectamente sigue siendo en función del tiempo de irradiación posee las siguientes particularidades muy especiales.

- Es una ecuación que obliga a la logística de entrada a, contabilizar el número de cajas que ingresan, la dimensiones de la caja en especial la longitud de la caja en el sentido del transportador, el peso de la caja para saber si se la irradia una o dos veces dándole la vuelta y la dosis que ha solicitado el cliente, además involucra la constante $P_u(t)$, que puede irse indexando año tras año de acuerdo a la inflación, a la demanda mercado, y todos los factores económicos del macroambiente, y que además esta en función de la frecuencia de repetición de pulso, la cual se hará uso algún momento en que se requiera aumentar la productividad del acelerador con la nueva demanda.
- Que únicamente contabiliza las cajas reales que ha traído el cliente porque simula que van estas como un tren de cajas una tras de otra durante todo el tiempo de irradiación de ese producto en particular.
- Que si por alguna razón el cliente requiere una dosis mayor (ya sea porque su producto se halla altamente contaminado), ya no se puede estar especulando con el precio, sino que se le cobrará lo justo, porque la ecuación trabaja para cualquier rango continuo y no discreto entre 2 y 30 KGy de dosis absorbida.
- Que también es 100 % válida para el servicio de esterilización y que los precios que se cobrarán serán los justos para la demanda de tiempo que se emplea en esta operación y tampoco se podrá estar especulando con el

precio, además de que incrementaremos el **THROUGHPUT** que por muchos años se dejó de percibir en este servicio.

- Que si por algunas “fluctuaciones estadísticas” de cualquier tipo el acelerador se para, este tiempo no se lo carga al cliente en el precio, sino que lo debe asumir la instalación porque es falla de la misma.
- Que si por las mismas “fluctuaciones estadísticas” existe una distancia (x) considerable entre caja y caja, tampoco estos tiempos muertos de irradiación se los castiga cargándolos al cliente, porque eso significa que puede ser falla en el sistema del transportador de entrada, o falla humana en el área de carga de producto, falla en la salida del haz de electrones etc, etc, es decir nuevos cuellos de botella cuya capacidad es menor a la demanda requerida y que representan estrictamente restricciones netamente del sistema que las tiene que resolver la parte operativa y en las cuales el cliente no tiene nada que ver.
- Que ahora la posición de una misma caja que anteriormente tenía un mismo costo por el peso o por caja, ahora su posición lateral ya será tomada en cuenta en el cobro de un precio justo de acuerdo a la demanda en el futuro.
- Que tampoco permitirá las picardías de algunos clientes que alargaban sus fundas para hacer crecer su volumen de producto como se detecto en algunos casos. Ese alargamiento ya va a tener su costo para el cliente como debe serlo.
- Que permitirá que pesos exagerados de producto en un mismo volumen se los tenga que irradiar dos veces de lado y lado, dando la vuelta la caja en cuestión por lo tanto la fórmula se verá afectada por un factor de dos.
- Que tampoco permitirá para la demanda de ciertos productos especiales se pueda especular con el precio por parte de la jefatura del laboratorio.
- Dado que es una fórmula que involucra diversos parámetros tanto del producto como de la facilidad, la misma nos proporciona la factibilidad de realizar un pequeño programa en **Excel** que permita a la “**Secretaría del laboratorio**” el cobro exacto de cualquiera de los servicios, involucrando todos los parámetros anteriormente descritos y nos faculta el poder llevar

registros diarios de los productos, gráficos y estadísticas generales para la futura toma de decisiones, además que es una fórmula dinámica y proyectada en el tiempo pues sus parámetros pueden ser adaptados en cualquier momento según lo requiera la facilidad.

4.4.3.5 Calculo de ingresos, costos reales e ingresos calculados para diferentes escenarios en función de la constante de proporcionalidad (K) y la demanda facturada entre el 6 de Octubre y el 6 de Noviembre del 2006. (Ver ANEXO 6).

Finalmente vamos a hacer una simulación del modelo matemático encontrado anteriormente con la fórmula general estandarizada para el precio de los diferentes servicios de irradiación de la misma manera que procedimos a realizar la tabla **INGRESOS Y COSTOS DE IRRADIACION EN EL MES DE JUNIO DEL 2006** con la diferencia de que ahora para los ingresos calculados vamos a aplicar directamente la fórmula general encontrada. Para esto definamos algunos parámetros:

D = dosis absorbida.

Lc = longitud de la caja en el sentido de procesamiento del producto.

PAS. = si es una irradiación simple o doble (dando la vuelta la caja).

N = número de cajas.

Ptk = peso total en kilogramos en el registro escrito que lleva la empresa.

Prk = Precio por kilogramo para descontaminación.

Prc = Precio por caja para esterilización

Cost. Enc. = es el costo de encendido del acelerador calculado anteriormente = 1.397 \$

Cost. Irr. = es el costo de irradiación de producto = $2.574t$, siendo (t) el tiempo de irradiación de un producto en particular.

Cost. Apag. = es el costo de apagado del acelerador en general = 1.28 \$

Ing. Cobrado = es el ingreso real percibido o diferido (CxC) por parte del laboratorio en ese período de tiempo (justificado con los documentos elaborados por secretaría.

Ing. Calc. = nivel de ingreso hipotético que debió haber recibido el acelerador aplicando la fórmula general con una constante **K = 0.04759 (\$/seg)**

DIF. = es la diferencia entre el ingreso cobrado menos el ingreso calculado.

OBS. = si existe pérdida o sobreprecio.

Sin embargo hagamos un pequeño análisis en el costo de irradiación. Esta variable esta en función del tiempo irradiado y nuestra fórmula general se halla en función de los parámetros del producto a irradiarse.

Reemplazando la ecuación 4.26 en la ecuación del costo de irradiación (Cost irr = 2.57 t) y con el tiempo expresado en segundos obtendremos:

Cost Irr. = $2.57(N.Lc.D/3600C.f)$ en (\$) ecuación 4.29

que es la que haremos uso para la elaboración de la tabla requerida.

El cuadro obtenido fue realizado estableciendo una constante **K = 0.04759**, encontrada anteriormente. Bajo las condiciones de trabajo actual.

ESCENARIOS PARA LAS IRRADIACIONES ENTRE EL 6 DE OCTUBRE Y EL 6 DE NOVIEMBRE DE 2006															
DATOS								COSTO VARIABLE			INGRESOS		DIF	OBS.	
FECHA	CLIENTE	D	Lc	PAS	N	Ptk	Prk	Prc	Cost. Enc.	Cost. Irr	Cost. Apag.	Ing. cobrad	Ing. calc.		
		(Kgy)	(cm)		(cajas)	(Kg)	(\$/Kgr)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
06-Oct	RAMIRO TAIBE	18	38	1	21			2	1.397	0.811258	1.28	42.00	54.08	-12.08	perdida
	RAMIRO TAIBE	18	38	1	48			2		1.854304		96.00	123.61	-27.61	perdida
10-Oct	ALIMEC	8	29.5	2	148	568	0.4		1.397	1.972683	1.28	227.20	263.01	-35.81	perdida
	NATUALFA	8	52.5	2	26	90	0.5			0.616746		45.00	82.23	-37.23	perdida
	LIFE	8	32	2	41			2		0.592799		82.00	79.04	2.96	sobreprecio
11-Oct	MONICA BURGOS	18	41	2	101			4		4.209798		404.00	561.28	-157.28	perdida
	DR. BORJA	8	52.5	1	1	Muestra				0.023721		8.96	1.58	7.38	Sobreprecio
12-Oct	CEMEFES	18	52.5	1	2	muestra			1.397	0.106744	1.28	60.80	7.12	53.68	sobreprecio
	EST. ANDINOS	10	52.5	2	37	149	0.5			1.097096		74.50	146.27	-71.77	perdida
	EST. ANDINOS	10	52.5	2	48	213	0.5			1.423259		106.50	189.76	-83.26	perdida
	ALIMEC	8	33	2	181	724	0.4			2.698771		289.60	359.82	-70.22	perdida
13-Oct	NATUALFA	8	52.5	2	21	62	0.5		1.397	0.498141	1.28	31.00	66.42	-35.42	perdida
	RAMIRO TAIBE	18	36.5	1	12			2		0.445277		24.00	29.68	-5.68	perdida
	PROVELDER	18	42	1	15			2		0.640467		30.00	42.70	-12.70	perdida
17-Oct	FABIAN VARGAS	8	52.5	1	1	3			1.397	0.023721	1.28	4.00	1.58	2.42	sobreprecio
	QUIMICA ARISTON	10	52.5	1	192	cremas				5.693038		768.00	379.52	388.48	sobreprecio
	LIFE	8	32	2	45			2		0.650633		90.00	86.75	3.25	sobreprecio
	RAMIRO TAIBE	18	36.5	1	56			2		2.077959		112.00	138.52	-26.52	perdida
	ALIMEC	8	33	2	115	378	0.4			1.714689		151.20	228.61	-77.41	perdida
20-Oct	ALIMEC	8	30	2	78	300.3	0.4		1.397	1.057278	1.28	120.12	140.96	-20.84	perdida
23-Oct	LIFE	8	32	2	42			2		0.607257		84.00	80.96	3.04	sobreprecio
24-Oct	CONFITECA	8	52.5	2	14	100			1.397	0.332094	1.28	100.00	44.28	55.72	sobreprecio
	HUGO VEGA	18	39	1	75			2		2.973596		150.00	198.23	-48.23	perdida
26-Oct	LIFE	8	32	2	41			2	1.397	0.592799	1.28	82.00	79.04	2.96	sobreprecio
	RAMIRO TAIBE	18	36.5	1	14			2		0.51949		28.00	34.63	-6.63	perdida
27-Oct	ALIMEC	8	33	2	181	849.25	0.4		1.397	2.698771	1.28	339.70	359.82	-20.12	perdida
30-Oct	HUGO VEGA	18	39	1	167			2	1.397	6.621206	1.28	334.00	441.39	-107.39	perdida
31-Oct	FUND. FAM. SAL.	8	52.5	1	293	Muestra			1.397	6.950251	1.28	439.50	463.32	-23.82	
06-Nov	LIFE	8	32	2	43			2	1.397	0.621716	1.28	86.00	82.89	3.11	sobreprecio
	IMSUALINCO	8	52.5	2	41	205	0.5			0.972561		102.50	129.67	-27.17	perdida
	RAMIRO TAIBE	18	37	1	49			2		1.843121		98.00	122.87	-24.87	perdida
TOTALES									16.764	52.941	15.36	4610.58	5019.62	-409.04	Perdida
FORMULAS APLICADAS															
Constante de proporcionalidad K : 0.048															
P(t) = (K.N.Lc.D)/C.f para una sola pasada															
P(t) = 2(K.N.Lc.D)/C.f para dos pasadas															
Cost. Irr. = 2.57(N.Lc.D)/3600C.f															

Figura 4.7

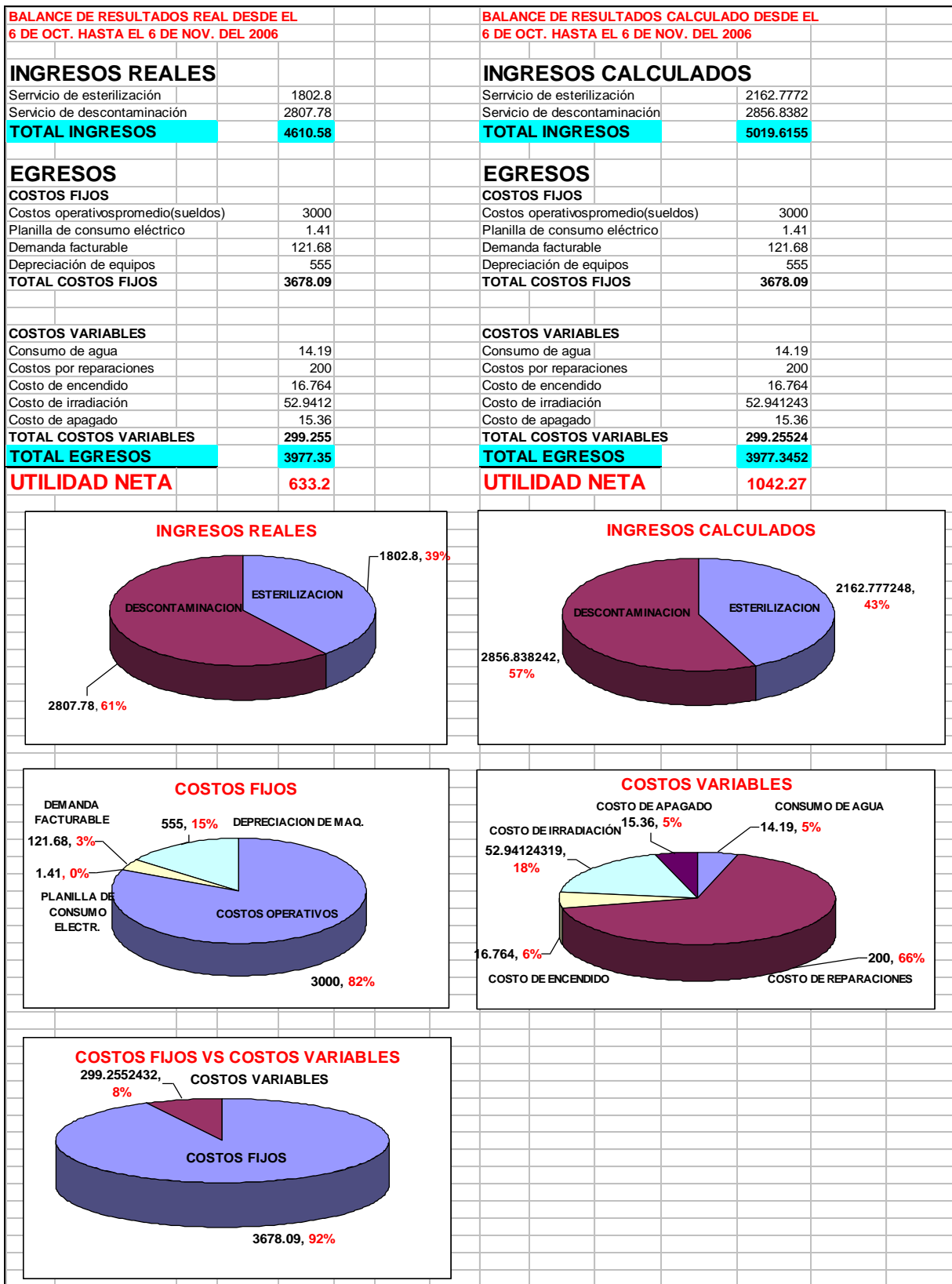


Figura 4.8

Comentarios y conclusiones:

- Se observa a todas luces que aún aplicando la constante (K) mas baja, el laboratorio sigue trabajando a pérdida, con un déficit aproximado de **-409.04 \$ de ingresos que se los debía haber cobrado a los clientes..**
- Que los sobrepuestos (marcados con resaltador) especialmente **al Dr. BORJA** cobrado **8.96 \$** en lugar de **1.58 \$** y **CEMEFES** cobrado **60.80\$** en lugar de **7.12 \$**, no son justificables por parte de la jefatura del Laboratorio, y que tampoco ayudan mayormente al incremento de nuestro **THROUGHPUT**. Igualmente los casos del **Sr.FABIAN VARGAS, LIFE y CONFITECA**.
- En el caso de **QÍMICA ARISTON** podría justificarse un sobrepuesto puesto que su producto que son cremas faciales, vienen en cajitas pequeñas de **2x2x10 cm**, y en grandes lotes, de tal manera que para irradiar este producto, se procede a extraer de cada lote las cremas una por una y ubicarlas en las cajas metálicas de aluminio (en una sola capa) luego son irradiadas y a continuación mientras van saliendo se las ubica nuevamente una por una con un proceso inverso en cada uno de los lotes. Este trabajo no sería de ninguna manera justificado si lo tuvieran que hacer los trabajadores de carga de producto, porque simple y llanamente es un trabajo totalmente extra que demandaría cualquier cantidad de tiempo de tal forma que no se pudieran irradiar las cajas metálicas de una manera continúa, así es que se solicita a la empresa la colaboración de 3 trabajadores más exclusivamente para este trabajo extra. Aún así el precio de **768 \$ en lugar de 379.52** nos parece exageradamente alto.
- Observando el Balance de Resultados reales tenemos que los ingresos ascienden a la suma de **4610.58 \$**, que como vemos es mucho más allá del promedio de ingresos calculado anteriormente de **3756\$**, justamente esta diferencia es debida a que en este lapso de tiempo se tuvo que irradiar un 30 % mas de volumen por el problema técnico del acelerador. De otro lado el ingreso calculado arroja la suma de **5019.61 \$**.

- La utilidad neta en la primera operación asciende a la suma de **633.20 \$**, mientras que en la calculada suma **1042.27** es decir un **165 % más**.
- Se puede observar claramente que en ambas operaciones, los ingresos por descontaminación y esterilización son aproximadamente de **60 % y 40 %** respectivamente lo cual se compadece con los cálculos hechos anteriormente en el **Balance de resultados para el mes de Junio del 2006**.
- En esta oportunidad dentro de los costos fijos se ha incluido la depreciación de la maquinaria que con un costo en libros de 200000 \$ depreciado linealmente en 30 años me da un costo mensual de depreciación de 555\$. Igualmente el costo fijo más representativo se encuentra dentro de los costos operativos (sueldos), con un 82 %.
- El pastel de los **costos variables** se presenta **casi en forma idéntica** al pastel del mismo tipo de costos de **junio del 2006**, estableciéndose entre los costos más representativos el de las **reparaciones con un 66 % y un 18 % el costo de irradiación**, los demás costos de encendido, apagado y consumo de agua gravitan en valores menores y similares 5 o 6 %.
- Es increíble pero el porcentaje de costos fijos vs. costos variables es totalmente similar al de Junio del 2006 con **92% de costos fijos** frente a un **8% de costos variables**.
- Miremos el siguiente gráfico en las dos operaciones de los ingreso vs los egresos.

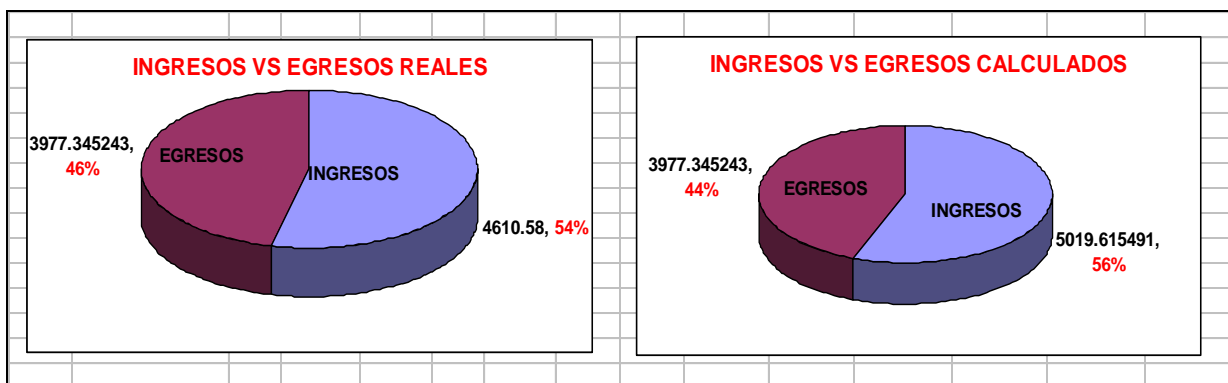


Figura 4.9

Observamos que la relación de ingresos vs. egresos tanto en la parte real como en la calculada, son aproximadamente los mismos con un incremento de apenas 2% en los segundos. Esto se debe a que estamos trabajando con una constante de proporcionalidad (K) muy pequeña casi un poco más arriba del punto de equilibrio.

4.4.3.6 Pronósticos de la Utilidad Neta en función de la constante de proporcionalidad (K)

Para la elaboración de esta tabla vamos a tomar exactamente el mismo modelo de irradiación llevado a efecto entre el 6 de Octubre y el 6 de Noviembre del 2006, y bajo las mismas condiciones de producto, tipo de irradiación, tiempo empleado, días irradiados, etc, es decir bajo el mismo esquema de trabajo procederemos a cambiar la constante K de proporcionalidad, para ver hasta donde nos podemos estirar en la fijación estratégica de precios. Para la elaboración de la tabla se hará uso de las ecuaciones: 4.27, 4.28, 4.29 más tabla de “Escenarios para las irradiaciones entre el 6 de Octubre hasta el 6 de Noviembre del 2006”, y la tabla de “Balance de Resultados calculado desde el 6 de Octubre hasta el 6 de Noviembre del 2006”. Estos son los resultados de la Utilidad Neta en función de la constante (K).

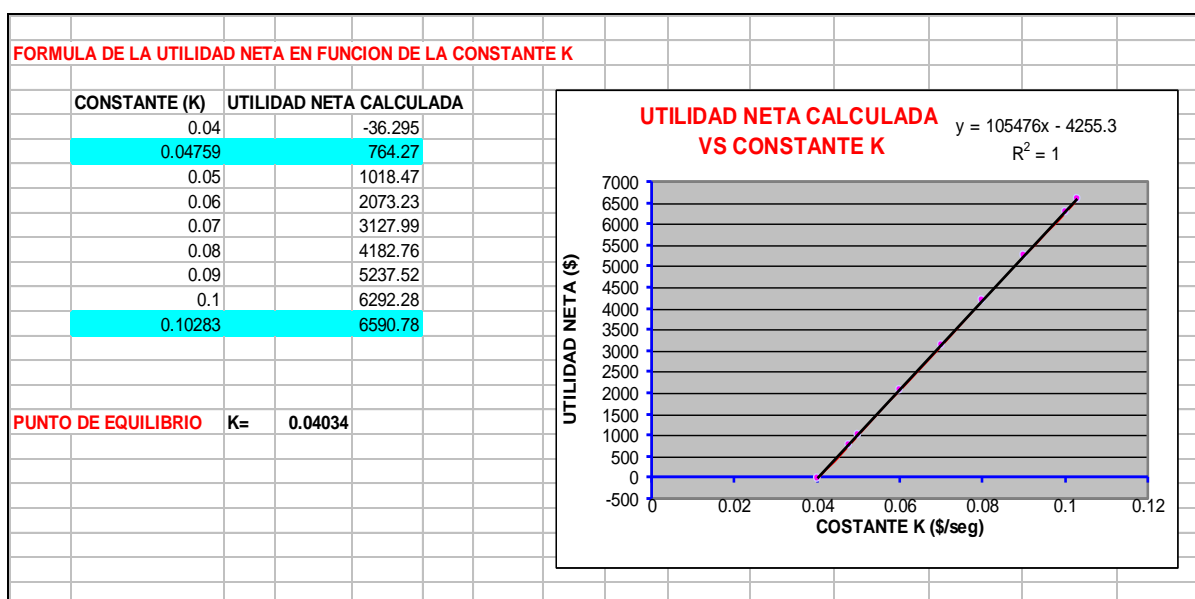


Figura 4.10

Efectivamente como era de esperarse el gráfico presente es totalmente lineal, al cual le hemos añadido la línea de tendencia obteniéndose la ecuación de la recta correspondiente a

$Y = 105476X - 4255.3$. Colocándola en función de las variables económicas tendremos:

$UN = 105476 K - 4255.3$ ecuación 4.30

y con un grado de precisión del **100%**. Con esta ecuación el punto de equilibrio lo hemos obtenido para **$K = 0.04034$ (\$/seg)**. con lo cual podemos confirmar una vez más que el haber utilizando la constante **$K = 0.04759$** en la elaboración de la tabla de ingresos calculados y de la Utilidad Neta calculada desde el 6 de Octubre hasta el 6 de Noviembre del 2006, se puede justificar plenamente que nos encontramos trabajando un poco más arriba del punto de equilibrio.

Se puede distinguir en los cálculos hechos y resaltados en celeste el valor mínimo y el valor máximo que puede tomar la constante K de acuerdo a todo el análisis estadístico en costos, volumen y precios realizado anteriormente.

Considerando estos límites máximos y mínimos podemos establecer que la mejor constante de proporcionalidad (K) debería ser la media aritmética de estos dos límites.

$K_p = K \text{ promedio} = (0.04759 + 0.10283) / 2 = 0.07521$. ecuación 4.31

Trabajando con este valor y bajo las mismas condiciones de operación del cuadro de ingresos calculados, la **Utilidad Neta teórica calculada** sería aplicando la ecuación **4.30** igual a:

$UN = 105476(0.07521) - 4255.3 = 3677.55 \text{ \$ / mes}$

Conclusiones:

- Esta Utilidad si bien no representa en realidad una Utilidad Neta razonable de ganancia para todo un complejo tecnológico, es de alguna manera ponderable para justificar los gastos operativos del personal que trabaja directamente en la parte de irradiación.
- Que de acuerdo a lo que manifiesta la **“teoría de las restricciones”**, la recta de Utilidad Neta calculada y establecida en el gráfico anterior, me indica que esta utilidad teóricamente podría llegar a ser infinita para diferentes valores de la constante K, y que lo que me impide son justamente una cadena de restricciones, en nuestro caso esta restricción es el valor máximo de la constante K.
- Que este valor máximo de la constante K, nos limita terriblemente en la fijación estratégica de precios, ya que desde un comienzo, nunca se realizó un análisis real y ponderado para la fijación del servicio, y el laboratorio ya ha prestado sus servicios durante 16 años, con ligeras variaciones en los precios.
- Que hay que manejar con prudencia la fijación de nuevos precios pues como vimos anteriormente podría haber un shock entre los ámbitos de las Finanzas y el Marketing, que de alguna manera pudiera hacer que los pocos clientes que se tienen actualmente pudieran rechazar esta nueva estrategia de precios. tal como lo dice el proverbio: “atraer un nuevo cliente puede costar 10 veces más que conservar uno anterior”
- Sin embargo como fue analizado anteriormente las fortalezas del laboratorio y el monopolio comercial existente por parte del mismo nos proporcionan una gran ventaja competitiva.
- Que como lo manifiesta la **“Fijación Estratégica de precios”** los mismos deben ser fijados en función del **valor del servicio** que estos van a proporcionar a las empresas y a la sociedad y no en función de los costes.

4.4.3.7 Actividades realizadas y por realizarse.

- Poner en consideración del Consejo de Departamento de ciencias nucleares un resumen muy concreto sobre la nueva estructura de fijación de precios.

- Conferencia sobre fijación estratégica de precios dada por el Ing. Especialista II Marcelo Uzcátegui prevista para el día 25 de Enero del 2007 al Departamento de Ciencias Nucleares. 10 am
- Revisión del sistema de precios antiguos y el nuevo sistema estratégico por parte del Consejo de departamento con la finalidad de hacer un análisis exhaustivo de la misma y tomar una decisión lo más urgente posible.
- Plan operativo sobre la implementación de esta nueva política de precios en el cual debe constar fecha de inicio como también tiempo estimado de duración en el que se llevará a efecto la indexación paulatina hasta lograr el objetivo deseado a fin de no causar el rechazo de los clientes.

4.4.3.8 Financiamiento

- Por parte del Departamento de ciencias Nucleares.
- Por parte del presente proyecto de titulación.

4.4.3.9 presupuesto estimado. (200 \$)

- Material didáctico
- Alquiler de infocus.
- Copias xerox,
- Transporte, etc

4.4.3.10 Tiempo de ejecución y estrategia

- Inmediato y a partir del mes de febrero del 2007.
- Implementación de la nueva estrategia de precios a partir del mes de febrero.
- Duración máxima de la nueva de la nueva indexación de precios (paulatinamente y en un período de 6 meses)

4.4.3.11 responsables

- Dra. Florinella Muñoz (Jefa del departamento)
- Ing. Trajano Ramírez (jefe del laboratorio)
- Ing. Especialista II Marcelo Uzcátegui (Director Técnico del proyecto PL-480).

4.4.3.12 Análisis de riesgos

- Posibles reacciones por parte los grandes clientes, esto es de la industria ALIMEC, HUGO VEGA Y MÓNICA BURGOS. (50 %)
- Posibilidad de que algunas empresas busquen nuevas formas alternativas de descontaminación y esterilización de productos médicos.
- Posibilidad de que algunas empresas empiecen a importar insumos médicos ya esterilizados del exterior, más aun si se firman tratados de libre comercio.

4.4.4 ELABORACIÓN DE UN SOFTWARE EN EXCEL QUE NOS PERMITA LLEVAR ADELANTE LA LOGÍSTICA DE ENTRADA, CONTROL DE PRODUCTO Y FIJACIÓN DE PRECIOS PARA TODOS LOS SERVICIOS DE EXTENSIÓN .PLAN OPERATIVO INMEDIATO.

Este siguiente objetivo estratégico se encuentra dedicado a la elaboración de un pequeño software en EXCEL en cual nos ayudará en el control de la logística de entrada, control de peso, volumen, cálculo de la densidad superficial, condiciones para irradiación de producto, calculo del precio del servicio de acuerdo a la fórmula general encontrada anteriormente, etc. etc,

4.4.4.1 diagrama de flujo para software de irradiación de cajas de cartón con pesos y volúmenes definidos.

L_{máx}= es la longitud máxima que podrían tener las cajas a fin de que puedan atravesar sin ningún problema las curvas del transportador de entrada y de salida. Normalmente es la longitud máxima de la caja metálica estándar (52cm)

a_{máx} = es el ancho máximo que podrían tener las cajas de acuerdo al ancho del transportador (normalmente 45 cm)

h_{máx} = es la altura máxima de las cajas de acuerdo al espacio que existe entre la base del transportador y la ventana de irradiación.

K_p = es la constante de proporcionalidad promedio encontrada anteriormente (0.07521)

P_c = el peso del producto.

L_c = es la longitud de la caja de cartón.

a = es el ancho de la caja.

h = altura de la caja de catón.

d = es la densidad del material homogéneo. (**P_c/L_c.a.h**).

d_s = es la densidad superficial del material a irradiarse (**P_c/L_c.a**).

Este parámetro es fundamental en las facilidades de irradiación **BETA** porque me proporciona una medida de la máxima penetración que va a tener el haz de electrones de acuerdo a la energía del haz y a la densidad del material.

Matemáticamente la densidad superficial no es más que el peso de la caja, dividida para su largo y su ancho. Sin mayor demostración se ha llegado a establecer internacionalmente que para aceleradores de energía 7 Mev (mega electronvoltios) la **ds = 2.4 gr/cm²** aproximadamente, para tener la seguridad de que el haz va a penetrar en su totalidad hasta el fondo de la caja. Esto quiere decir que si un material en particular tiene esa relación **menor que 2.4 gr/cm²** , entonces el material debe procesarse una sola vez. Obviamente si la relación del material en particular excede esa cantidad, pero **todavía es menor que 5 gr/cm²**, entonces hay que dar vuelta la caja e irradiar dos veces. Pero si definitivamente es mayor que **5gr/cm²**, entonces aunque se lo irradie dos veces, siempre quedará una franja en altura en la mitad del producto que definitivamente no ha quedado irradiada con un grado remanente de contaminación que posteriormente procederá a contaminar al resto del producto. Así es que viendo la situación desde esta perspectiva, para valores mayores que (5) de densidad superficial, definitivamente **no se puede irradiar en dichas condiciones**, por lo tanto el producto debe ser devuelto al cliente, para que lo vuelva nuevamente a empaquetar con menor peso o en su defecto colocarlo en fundas que es la segunda alternativa de irradiación, para lo cual se vuelve a calcular dicha densidad superficial hasta que se logren las condiciones necesarias para el perfecto procesamiento del mismo, sin que quede lugar a dudas por parte de la facilidad ni del cliente.

Como límites en el programa hemos introducido estas dos constantes:

$$\mathbf{ds_{min} = 2.4 \text{ gr/cm}^2}$$

$$\mathbf{dsmáx = 5 \text{ gr/cm}^2}$$

N_i = es el número de pasadas de la caja bajo el irradiador el mismo que esta condicionado por dsmin y dsmáx.

D = dosis de irradiación solicitada por el cliente o sugerida por la facilidad.

C = constante característica del laboratorio.

f = frecuencia de repetición de pulso de haz.

N = es el número de cajas de un producto en particular.

P(t) = el precio calculado de acuerdo a la formula general.

El siguiente diagrama de flujo del software me da un a completa idea de la secuencia de pasos en forma automática que se deben realizar para el manejo de la logística de entrada.

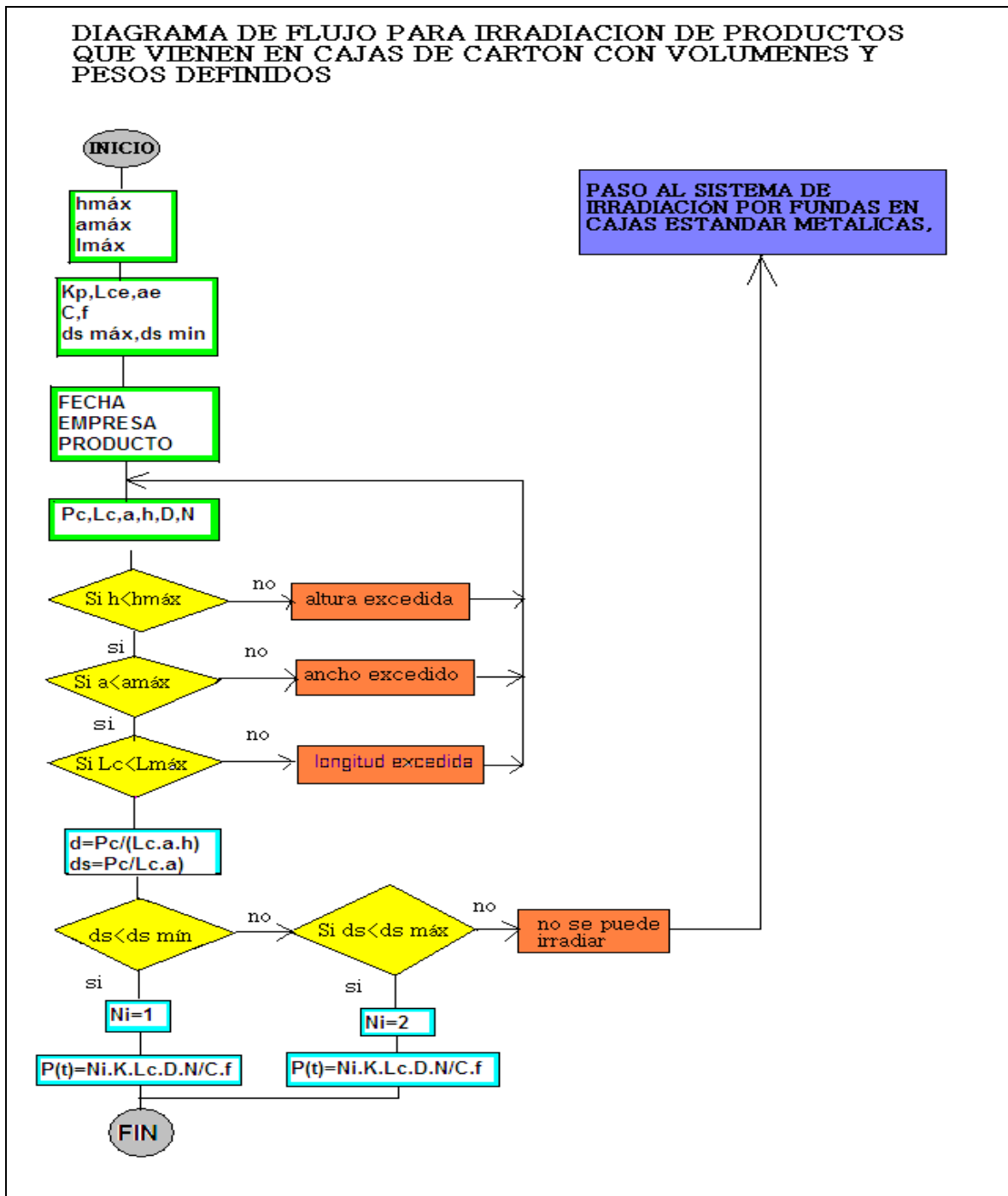


Figura 4.11

4.4.4.2 Diagrama de flujo para irradiación de producto que viene en fundas plásticas amorfas.

En caso de que el producto a irradiarse no cumpla cualquiera de las condiciones impuestas arriba, entonces el producto pasa a una segunda etapa, en el cual el cliente puede rediseñar su contenido (en el caso de que las cajas de cartón tengan dimensiones exageradas) y colocarlo en fundas de plástico, especialmente en productos que tengan una densidad muy alta como en el caso de los polvos tales como pimienta, cúrcuma, ajo molido, curri, etc. Este sistema ya se lo ha venido trabajando con algunas empresas tales como **IMSUALINCO, NATUALFA, LARESA**, dando muy buenos resultados la gran diferencia es que anteriormente se cobraba por el peso del contenido en general, sin tomar en cuenta de que el cliente muy inteligentemente para que pueda tener la densidad superficial (ds) adecuada para una buena irradiación, no ponía el material en caja sino que procedía a alargar la longitud de la funda de producto, con alargamientos de hasta un 40 % del contenido original. Con el nuevo procedimiento de fijación estratégica de precios, las fundas que se colocan en las cajas metálicas estándar de (52 cm) ya le va a costar al cliente este alargamiento adicional pues ahora el $P(t)$ es directamente proporcional a la longitud (L_c) de la caja estándar.

Para el proceso de irradiación en fundas tenemos los siguientes parámetros.

$K_p = 0.07521$ constante de proporcionalidad descrita anteriormente.

P_f = peso de la funda

L_f = longitud de la funda.

a_f = ancho de la funda

h_f = altura de la funda

d = densidad de la funda

L_i = longitud de irradiación que es la longitud que la funda alcanza en la caja estándar, una vez aplanada al máximo permisible.

a_i = ancho de irradiación que es el ancho que alcanza la funda en la caja estándar una vez aplanada al máximo permisible.

N = es el número de cajas metálicas estándar.

D = la dosis absorbida que solicita el cliente.

$$ds_{\min} = 2.4 \text{ gr/cm}^2$$

$$ds_{\max} = 5 \text{ gr/cm}^2$$

C = constante característica del laboratorio.

f = frecuencia de repetición de pulso de haz.

Pc = el peso del producto. Con todos estos parámetros el siguiente diagrama de flujo me permite ver la secuencia lógica para el procedimiento a seguirse con los productos traídos en fundas.

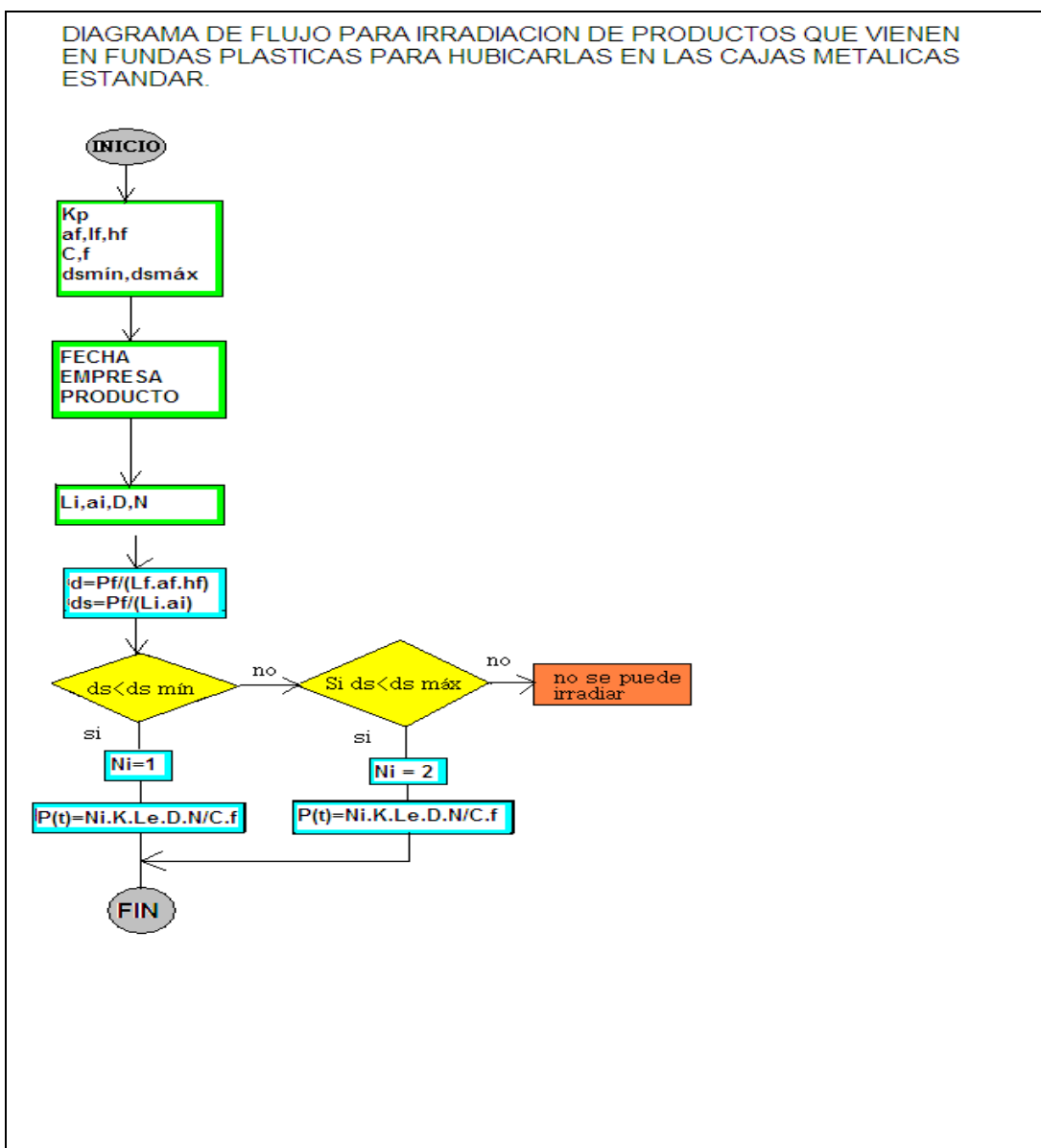


Figura 4.12

4.4.4.3 Actividades y estrategias

- Recopilación de datos y variables tanto de los parámetros del acelerador como de las características volumétricas de la caja y de la fórmula general de fijación estratégica de precios.
- Diseño del software.
- Simulación del mismo cambiando datos y las variables de entrada.
- Adaptación a los registros que maneja la Secretaría del laboratorio.
- Entrenamiento a la “Secretaría del laboratorio” en el manejo del software, del ingresos de datos y de los parámetros correctos.
- Entrenamiento al personal de carga y descarga de producto para que pueda calcular los diferentes parámetros de producto como la densidad superficial y el manejo de a toda la logística de entrada.

4.4.4.4 Financiamiento

- Por parte Laboratorio del acelerador de electrones
- Por parte del proyecto de titulación.

4.4.4.5 Presupuesto estimado

- Indeterminado debido al **Knowhow** requerido para la elaboración de este software, que lo asume el candidato a MBA.

4.4.4.6 Tiempo de ejecución

- Inmediato (2 semanas) una vez que sea aprobado la nueva fijación de precios para febrero del 2007 por parte del Consejo del Departamento.

4.4.4.7 Responsabilidades

- Ing. Especialista II Marcelo Uzcátegui (Asesor y Director Técnico)

4.4.4.8 Análisis de riesgos.

- Inicialmente podría existir un poco de rechazo en el manejo de una nueva logística de entrada a causa del manejo de un nuevo software.
- Imprecisión por parte de la “Secretaría del laboratorio” en el manejo e ingreso de datos erróneos lo cual provocaría errores en la fórmula general y en el tipo de irradiación a implementarse con inconsecuencias fatales en el precio total a cobrarse al cliente.
- Que dada la ampliación de mercado con el **proyecto PL-480** se tenga que hacer nuevas adaptaciones e involucrar nuevos parámetros en consideración. De ahí que el programa implementado tiene que ser muy versátil y con variables en fórmula de tal manera de poder ir cambiando valores en el tiempo.
- Que dadas las circunstancias de tener archivos digitales, estos puedan ser borrados accidentalmente o por la acción de un virus, lo cual obligaría siempre tener respaldos magnéticos y documentación escrita de cada una de las sesiones de irradiación.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.

5.1 REFLEXIONES GENERALES

Deberíamos admitir que las conclusiones más específicas se las han ido analizando paso a paso de acuerdo al desarrollo del proyecto y dentro de los mismos capítulos en particular, sin embargo podríamos plantear algunas conclusiones y recomendaciones de un corte más general que más que enfocar específicamente un problema, se conviertan en verdaderas reflexiones las cuales deberían ser tomadas muy en cuenta a corto y especialmente a largo plazo por el Departamento y el laboratorio.

Al inicio de mi gestión y cuando me encontraba preparando el llamado “Plan del proyecto para titulación”, realmente me hice la gran pregunta “ **Será posible que la filosofía general de la TOC y su aplicación a los laboratorios de la EPN y en particular al laboratorio del Acelerador de Electrones, permitirá que sea posible revertir la situación económica actual del Laboratorio?**”, bueno, la respuesta después de haber hecho todo un análisis completo y muy exhaustivo es que definitivamente así es. Los gráficos, tablas, datos, cálculos, y el desarrollar un modelo matemático que pueda simular el comportamiento de los procesos de la cadena de valor del laboratorio, definitivamente no pueden escapar de la realidad que vive y que ha vivido el laboratorio durante los últimos 16 años, por lo cual debo manifestar categóricamente que el laboratorio no ha cumplido en forma eficiente con el fin para el cual fue creado inicialmente, que todas las hipótesis que me temía al comienzo como una percepción interna, antes de proceder a hacer cualquier tipo de cálculos, se han vuelto una realidad que no la podemos negar ni ocultar.

Creo fehacientemente que la TOC llevada de la mano con la observación y la experimentación y la lógica de causa y efecto, son las metodologías más adecuadas que deberían seguir sin excepción alguna, todos los laboratorios que hacen extensión en la EPN para lograr sus objetivos estratégicos sin perder de vista la misión con los que fueron creados.

Que si bien es cierto todo sistema de tarea múltiple muchas veces se encuentra subordinado a lo que manifiestan los Estatutos de la EPN y a la estructura interna de la misma, y que por lo tanto hay cosas que definitivamente son imposibles cambiarlas al menos en un corto tiempo aunque queramos, no es menos cierto que dentro de los mismos laboratorios existen los verdaderos cuellos de botella que hacen retrasar todo el sistema y que son los que impiden el desarrollo económico de las facilidades de acuerdo al pulso de crecimiento de las universidades, sociedad y todo el sistema productivo en general.

Que categóricamente la TOC tiende a desarrollar modelos de gestión de mejora continua íntimamente relacionados con los procesos de crecimiento técnico-científico porque debido a que se basa en procesos de iteración de causa y efecto, el desarrollo de esta mejora es inevitable, y de no procederse así, los laboratorios de extensión, irremediablemente en muy corto tiempo estarán condenados a la desaparición parcial o total como ya ha sucedido en la Escuela con ciertos laboratorios que no han podido renovar sus equipos manteniéndolos completamente obsoletos respecto de otras Universidades y Escuelas Politécnicas.

Lastimosamente y debo manifestarlo a carta cabal que por más que existan estudios y proyectos serios sobre la problemática de los laboratorios de extensión, siempre habrá alguien que se oponga a la realización de ciertos cambios, quizás por mantener su cargo, su hegemonía política dentro de la Escuela, su perfil personal, etc, en fin, lo que sea, lo cierto es que más temprano que tarde las jefaturas deben comprender de que si no se empieza ahora con el camino hacia nuevas políticas contemporáneas de cambio, en el momento en que se requiera que ciertos laboratorios que han permanecido anquilosados por mucho tiempo y que deseen levantar nuevamente el vuelo, lo más probable es que ya les resulte demasiado tarde con el subsiguiente aumento monstruoso de sus inventarios inactivos y el gran incremento en el costo de su mantenimiento.

Considero además que es de suma importancia incorporar y hacer partícipes a las jefaturas de Departamento y de Laboratorios de extensión de toda la EPN, mediante la realización de cursos y seminarios internos de al menos 3 meses en el ámbito de la Gerencia Empresarial. No es lo más importante el conseguir únicamente proyectos de Investigación Científica con financiamiento externo para llevar adelante las investigaciones que requiere la Politécnica, es importante también el saber que esos recursos de financiamiento sean incorporados sabiamente a la productividad del laboratorio con el fin de conocer sus estados financieros y la futura toma de decisiones. La gran mayoría de los proyectos científicos deben tener el gran compromiso de estar enfocados a satisfacer las necesidades de la sociedad en general y a también a ser productivos y rentables con el fin de que sean auto sustentables.

5.2 CUATRO PILARES CLAVE.

De acuerdo a la experiencia adquirida en el desarrollo del presente trabajo me lleva a la conclusión de que en realidad existen 4 pilares en los que deberían soportarse dichas facilidades a fin de lograr una ventaja competitiva y puedan obtener incremento en el Throughput o ingreso neto de acuerdo a su trabajo.

1. Un verdadero y concienzudo análisis de la matriz FODA. Si este análisis ponderado resultara potencialmente favorable especialmente en lo que se refiere a las fortalezas, oportunidades y capacidad instalada del laboratorio, se puede continuar con el siguiente paso, de lo contrario se deberían tomar nuevas y oportunas decisiones de carácter primordialmente interno que hagan inclinar la balanza hacia el otro lado, o la perspectiva de iniciar nuevos proyectos paralelos que vayan de acuerdo con la demanda del mercado y la satisfacción de las necesidades del macroambiente.
2. Realización de proyectos de investigación que estén enfocados a la apertura de nuevos e interesantes mercados a nivel regional o nacional y que vayan de la mano con la realización de una verdadera planificación estratégica de marketing, sin tratar de lanzarse al vacío y peor a las fauces de la potencial

competencia sin haberse sometido antes a un verdadero análisis de posicionamiento estratégico, sin el cual representaría para la empresa o laboratorio un verdadero suicidio.

3. Aumento de la productividad del laboratorio mediante un exhaustivo análisis de los cuellos de botella utilizando esta herramienta bellísima de la **“teoría de las restricciones”** y el **“método científico”** aplicados especialmente a todas las actividades primarias de la cadena de valor de la facilidad y con particular interés focalizadas en la parte de Operaciones, que en muchas ocasiones es la que más retrasa a todo el sistema y es donde poseemos el mayor control respecto de las variables e insumos de entrada y salida.
4. Realizar una verdadera Fijación estratégica de precios de los productos y servicios que este enfocada a la satisfacción total del cliente y que no este en función únicamente de los costes y gastos operativos, sino del verdadero valor agregado del servicio o producto entregado, y optimizando al máximo las variables de la cadena de valor de la actividad Operativa.

5.3 RECOMENDACIONES

Finamente desearía hacer unas recomendaciones generales especialmente sin las cuales considero que quedarían algunos vacíos en la puesta a punto y logro de los objetivos estratégicos:

1. La necesidad de entrenar al personal de secretaría del laboratorio para que lleve adelante la contabilidad general del mismo. No puede ser posible que durante 16 años no se haya podido llevar una contabilidad interna que nos indique claramente los estados financieros más importantes para saber como ha venido operando el laboratorio en todos estos años y ver que decisiones se deben tomar en el futuro. Esto nos ayudaría a poder establecer y realizar análisis financieros y poder diagnosticar el crecimiento o el anquilosamiento del laboratorio, como también el grado de productividad del mismo, mes tras mes y año tras año.

2. Una vez ejecutada la nueva apertura del mercado hacia el área de la agro exportación, considero tremendamente necesario el contratar un técnico y un ingeniero de operaciones. Dado que la facilidad posee entre sus fortalezas una capacidad instalada formidable, esta podría estar operando por lo menos 8 horas diarias, actividad que necesariamente debe estar dividida en 2 partes por el alto riesgo que podría ocasionar una exagerada exposición de radiación en un solo operador, a más del cansancio mental y físico del mismo dado los niveles de ruido que en el cuarto de operaciones y del área de carga y descarga de producto son altamente contaminantes.
3. Los gastos operativos que puedan representar la contratación de estas dos personas, dado que son costos fijos, no tendrían mayor representatividad respecto del **Throughput (ingreso general)** que recibiría el laboratorio trabajando 8 horas diarias de lunes a viernes. Según mis cálculos estimativos nuestra **Utilidad Neta**, trabajando en estas nuevas condiciones estaría bordeando los **20.000 UDS./ mes**, y que constituye una de las metas fundamentales de la presente tesis, apoyada solidamente con el incremento de la producción, la mejora continua y el desarrollo de nuevos proyectos científicos de las características descritas anteriormente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. RAMIREZ Trajano Ing. UZCATEGUI Marcelo Ing. Esp.II Proyecto ECU 8-014 “Emplazamiento general de Acelerador de Electrones.” International Atomic Energy Agency - EPN. 1989-1991.
2. PORTER E. Michael “Competitive Strategy”: Techniques for Analyzing Industries and Competitors, New York: The Free Press, 1980.
3. ARTIEDA Carlos Econ.(MBA) “Contabilidad de costos”. Febrero- Marzo 2004
4. Estadísticas generales desde los años 2003 hasta la fecha de ingresos percibidos por irradiación “Laboratorio del Acelerador de electrones”.
5. FIELDEN E. M. and Holm N. W. “Dosimetry in accelerator research and proseeing”. 1975.
6. JANOVKY Igor and MILLER Arne “A calorimeter for measuring Energy Deposition in materials and calibrating the response of dosimeters irradiated by low energy industrial electrón accelerators. Riso national laboratory Denmark. January 1987.
7. MILLER Arne and KOVAKS Andras “Calorimetry at industrial electron accelerators”. Riso national laboratory – Denmark.November 1985.
8. KERIN, BERKOWITZ, HARTLEY, RUDELIUS, “Marketing” Mc Graw Hill Séptima Edición 2003.
9. ELEKTRONICA COMPANY “Manual de instalación y operación del acelerador de electrones ELU-6U” .Tomo II. 1989.
10. NAGLE T. Thomas and HOLDEN K. Reed “Estrategia y Tácticas de precios Una guía para tomar decisiones rentables. Prentice hall 3a Edición 2002.
11. ACOSTA Patricia Ing. “Excel Avanzado y Macros” CEC -EPN sin año.
12. GOLDRATT Eliyahu “La meta”
13. <http://www.gerencie.com>
14. <http://www.azti.es>
15. <http://es.wikipedia.org/wiki/Autoclave>.
16. http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_etileno.

17. <http://www.monografias.com/trabajos10/meste/meste.shtml>
18. <http://www.monografias.com/trabajos12/escom/escom.shtml>
19. http://www.12manage.com/methods_porter_value_chain_es.html
20. http://html.rincondelvago.com/ventaja-competitiva_m-porter.html
21. <http://www.dequate.com/infocentros/gerencia/mercadeo/mk17.htm>
22. www.eeq.com.ec/upload/pliegos/2006

ANEXO 1

ANEXO 2

ANEXO 3

ANEXO 4

ANEXO 5

ANEXO 6