

APLICACIÓN DE METODOLOGIA PARA IDENTIFICACION Y ANALISIS DE PÉRDIDAS EN UNA INDUSTRIA Y PROPUESTA DE MEJORAS.

- **AUTORES:**

¹ Ángela María Guevara Mariscal, Tesis dirigida por: ² Ing. Marcos Tapia Quincha.

¹Angela María Guevara Mariscal, egresada de Ingeniería en la Administración de la Producción Industrial, especialización producción; email: alegna_2000@yahoo.com.

²Director de Tesis, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral (1979), Master en Administración de Sistemas de Calidad, Diplomado en Formulación y Preparación de Proyectos, Diplomado en Habilidades Docentes, profesor de la ESPOL, desde 1980, email: mtapia@goliat.espol.edu.ec.

- **RESUMEN**

El presente trabajo trata sobre el diseño de una metodología para la identificación, evaluación, clasificación, análisis de pérdidas, propuestas de mejoras y la implementación de esta metodología en una industria papelerera.

Esta metodología se basa, en los métodos, herramientas y sistemas, implementados con éxito por industrias en el mundo. Los criterios de selección de estas metodologías son la facilidad de su uso, la rápida comprensión, los resultados alcanzados en industrias y la versatilidad de sus aplicaciones.

Este trabajo nace de la necesidad de una empresa de detectar las actividades, procesos, equipos, materiales o estrategias administrativas que están causando problemas en la productividad. Los indicadores que evidencian la existencia de estos problemas son los incumplimientos con las planificaciones programadas, reclamos, improductividad de equipos, altos índices de rotación del personal, incremento de accidentes, entre otros. Se necesita identificar donde se están produciendo los problemas y minimizarlos o mejorarlos

- **SUMMARY**

The present work tries about the design of a methodology for the identification, evaluation, classification, analysis of industrial losses, proposals of improvements and the implementation of this methodology in a paper industry.

This methodology is based, in the methods, tools and systems, implemented with success by industries on the world. The approaches of selection of these methodologies are the easiness of use, quick understanding, results reached in industries and the versatility of their applications.

This work is born, of the necessity of a company of detecting the activities, processes, teams, equipments, or administrative strategies that are causing problems in the productivity. The indicators that evidence the existence of these problems are the no fulfillments with the programmed plantings, birdcalls, non conformities, unproductiveness of equipments, high indexes of the personnel's rotation, increment of accidents, among others. It is needed to identify where the problems are localized and to minimize them or to improve them

- **INTRODUCCION**

Esta metodología brinda una guía a las industrias, para detectar problemas dentro de los procesos productivos, cuantificar el impacto de los mismos, y ordenarlos de manera jerárquica, lo que permite tener un panorama claro de las condiciones bajo las cuales opera la planta.

El método se completa con la propuesta de proyectos de mejora, con las cuales se espera minimizar los problemas identificados e iniciar el mejoramiento continuo de los procesos.

Las mejoras propuestas son evaluadas de acuerdo a criterios de costo – beneficio y factibilidad, demostrando la ganancia que recibirá la organización, tanto cualitativamente como cuantitativamente.

- **CONTENIDO**

CAPITULO 1.

1. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y ANALISIS DE PÉRDIDAS.

Los pasos que se han seguido dentro de la metodología son:

1. Levantamiento de Información o Identificación de Pérdidas utilizando el Diagrama de Flujo de Procesos.

En este paso se levantan los datos usando el Diagrama de Flujo de Procesos los Elementos de este diagrama son:

a. Entradas del Diagrama de Flujo o Procesos: se coloca todo lo que entra a la operación, como materiales, mano de obra, insumos, consumos de energía, recursos, equipos de mantenimientos, repuestos, etc.

b. Operaciones o etapas asociadas al Diagrama de flujo o procesos: paso del proceso productivo en el cual vamos a realizar el análisis, como arranque, calibración de equipo, etc.

c. Salidas que no son consideradas pérdidas del Diagrama de Flujo o procesos: se colocará lo que se espera obtener a la salida del proceso, si es una actividad de corte de papel, a la salida del proceso se espera papel cortado.

d. Salidas consideradas pérdidas del Diagrama de flujo o Procesos: se colocará todo lo que sale de un proceso y se considera pérdida, por ejemplo, pérdida de tiempo, pérdidas de mano de obra, riesgos de seguridad, salud y medio ambiente, etc. En la última columna se especifica a que grupo pertenece la pérdida de acuerdo a las nombradas en el capítulo 2.

Entradas, Actividades y Materiales	Operaciones o Etapas	Salidas que no son pérdidas	Salidas consideradas Pérdidas	Clasificación de las Pérdidas
	Nombre de la actividad/ evento o Departamento			
	Producto: Producto (resultado deseado) que se obtiene de este proceso			
↓				
	Nombre de la actividad/ evento o Departamento			
	Producto: Producto (resultado deseado) que se obtiene de este proceso			

Tabla 1. Elementos del diagrama de flujo o procesos:

2. Calificación de las pérdidas identificadas, clasificándolas en Significativas y No Significativas de acuerdo al puntaje obtenido.

Una vez identificadas todas las pérdidas que pueden generarse en los procesos, estas deben ser calificadas o evaluadas. Los criterios de evaluación son:

- Probabilidad de ocurrencia,
- Severidad de la pérdida.
- Cumplimiento legal, y
- Costos asociados a la pérdida.

1) **Probabilidad de ocurrencia:** La probabilidad de ocurrencia está en función de cuantas veces al día, mes o año se repite el evento o actividad que ocasiona la pérdida:

Valor 6: Cuando el evento se repite todos los días hasta 3 veces por semana.

Valor 5: Cuando el evento se repite dos veces por semana hasta una vez por semana.

Valor 4: Cuando el evento se repite tres veces por mes hasta una vez por mes.

Valor 3: Cuando el evento se repite una vez por trimestre a tres veces por trimestre.

Valor 2: Cuando el evento se repite una vez por semestres hasta cinco veces por semestre.

Valor 1: Cuando el evento se repite por lo menos una vez al año, estos eventos pueden ser las paradas anuales.

Valor 0: Hay eventos que aunque nunca han ocurrido podrían llegar a suceder. Por lo tanto aunque en el momento de la calificación puntuarán con cero porque nunca han ocurrido, se debe analizar si estos son legislados o afectan la seguridad física del trabajador o de los bienes.

2) **Severidad de la pérdida:** Para este caso se determinan las pérdidas más graves, estas sirven de referencia para el resto de pérdidas identificadas.

Valor 3: Cuando el evento genere pérdidas sobre tiempos de paras de equipos en proceso, mayores a 6 horas, perdida de materiales, devoluciones de producto terminado o accidentes.

Valor 2: Cuando el evento genere pérdidas consideradas de impacto para el negocio pero controlables.

Valor 1: Cuando el evento genere pérdidas que puedan ser omitidas o pasadas por alto hasta corregir las más importantes.

Valor 0: Cuando el evento no genere pérdidas significativas.

3) **Pérdida regulada por las leyes:** Se revisa la "Legislación Pertinente" a cada impacto o evento, se consideran las leyes que afectan a los trabajadores de cuerdo a lo estipulado por Riesgos del Trabajo, las leyes ambientales, etc, de esta manera todo evento que pudiese generar una actividad que vaya en contra de lo normado por la Ley será considerada una pérdida grave.

4) Costo aproximado: Cuando se realiza un análisis, muchas veces no se tienen todos los datos o información necesaria, pero generalmente se tiene una idea aproximada para cuantificar el costo de la pérdida que se esta evaluando.

Valor 5: Cuando una pérdida pudiese generar un costo mayor a \$10000, o es una pérdida sobre la seguridad y salud de los trabajadores que pueda causar incapacidad temporal, permanente o muerte.

Valor 4: Cuando una pérdida llegase a costar entre \$5000 y sea menor a \$ 10000.

Valor 3: Cuando una pérdida llegase a costar entre \$1000 y sea menor a \$ 5000.

Valor 2: Cuando una pérdida llegase a costar entre \$ 100 y sea menor a \$ 1000.

Valor 1: Cuando una pérdida llegase a costar menos de \$ 100

Valor 0: La pérdida no tiene un costo en si misma.

El "Total" es la suma de los 3 factores anteriores, si el resultado es igual o mayor a 7 es una "Pérdida con Impacto Significativo", caso contrario la pérdida se considera con Impacto No Significativo.

3. Clasificación de las Pérdidas Significativas mediante un criterio de ponderaciones.

Primero se toman todas las pérdidas que cumplan los 4 criterios de ponderación: las pérdidas significativas que afectan a la Seguridad, la salud y ambiente, las que incurran en tiempos de paradas mayores a 8 horas, las que pudiesen causar problemas legales, las que impliquen altos costos y las que puntuaron con calificaciones alta en la identificación de significativos, esta eliminación de pérdidas se hace para facilitar la ponderación, son criterios elegidos por el evaluador y cambiarán dependiendo de la organización y sus administraciones.

Cada pérdida significativa identificada puede tener varios valores respecto al impacto que ocasiona sobre la empresa, se determina un peso o ponderación para cada pérdida significativa que puede estar entre valores de 0 a 10, en nuestro análisis se ha escogido un rango de 1 a 4. Luego se asigna un valor entre 0 a 4 para reflejar el impacto de la pérdida significativa. El valor asignado se multiplica por la ponderación adecuada y los productos se suman para obtener la calificación final. Las sumas más altas, en nuestro caso las mayores a 16 son las más graves. En la Tabla 2, se muestra un ejemplo de cómo se aplican las ponderaciones. Las ponderaciones que se utilizan son; cuatro puntos a las pérdidas significativas de seguridad, salud o ambiente, o que tengan sanciones legales, tres puntos a las pérdidas significativas en las que los tiempos de para sean mayores a 8 horas, dos puntos para las pérdidas significativas que impliquen altos costos y un punto para las pérdidas significativas que hayan sido calificadas con valores altos en la evaluación inicial

En el siguiente ejemplo se explica el método:

Pérdida Significativa Identificada.	Ponderaciones				
	Resultados de Evaluación Altos	Altos Costos asociados	Altos tiempos de para muertos	SSA y Legal	TOTAL

	1	2	3	4	
1. Desechos Generados de Papel 100 kilos diarios	0	2 X 3	0	0	6(*)
2. Carga de materia prima muy pesada, pérdida significativa con valor de 11.	1X4	0	0	4X4	20(**)
3. Equipo sin Material, Tiempo de para de 9 horas.	0	0	3X2	0	6(***)

Tabla 2. Ejemplo de ponderaciones de pérdidas significativas.

(*) El Valor ponderado para pérdidas que reflejen costos altos es 2 de acuerdo a lo explicado, y se multiplica por el valor dado al factor, que refleja el impacto de la pérdida. Como 100 Kilos/diarios de desecho es un costo medio alto, debido a que el costo del kilo es de aproximadamente un dólar, se colocará el valor de 3. El resultado final es 6.

(**) En este caso se suman los resultados. Esta pérdida es afectada por dos ponderaciones una con el valor de 1 por haber obtenido un valor alto en la identificación de pérdidas significativas y la segunda con el valor de 4 por ser un problema de seguridad, en ambos casos el valor dado al factor es 4 debido a que son eventos de alto impacto. El resultado final es 20.

(***) Esta pérdida se pondera con un valor de 3 de acuerdo a las ponderaciones definidas, y se califica el impacto con el valor de 2, debido a que existen tiempos de para de equipos mayores a 9 horas, hay tiempos de paras de días enteros. El resultado final es 16.

De este análisis se observa que la pérdida significativa de mayor puntaje y que pasará a ser analizada de manera más profunda es la número 2.

4. Selección del área, proceso o equipo piloto mediante un Análisis de Pareto.

Luego de realizar el análisis anterior se seleccionan todas las pérdidas significativas ponderadas con los valores más altos y se realiza un análisis de Pareto para identificar en que área se encuentran focalizadas las pérdidas.

5. Generación de Propuestas de Mejoras para la Línea Piloto.

En este paso se estudian detenidamente los eventos que han resultados representativos dentro de la línea piloto, para generar propuestas de mejoras.

Las propuestas de mejoras pueden ser:

- a) Proyectos
- b) Mejoras Administrativas o cambios en la forma de hacer las tareas.

Los proyectos pueden ser cambios en la tecnología, equipos, mecanismos, materiales etc., o adecuaciones que implican la inversión de capital, hay que tener en cuenta que para

realizar este tipo de inversiones, debe tenerse la información de costos, tiempo de vida útil del bien a adquirir, datos de los ahorros que se tendrán luego de la adecuación de los equipos, datos de proveedores de repuestos, costos de repuestos, ubicación de talleres, capacitaciones a operadores, etc., esta información es importante para realizar una buena evaluación del proyecto.

Las mejoras que no tienen un costo, se basan en el cambio de procesos o actividades, que se realizan de manera poco eficientes. En estas propuestas, debe analizarse que no se interfiera con las actividades diarias de la empresa y que no sean complicadas de aplicar para el operador y la administración de la planta, también hay que considerar que los cambios de cultura y procedimientos son procesos lentos, de otra manera pueden ser negativos para el trabajador.

6. Selección de proyectos a realizar de acuerdo a un Análisis COSTO-BENEFICIO

Al proponerse proyectos de mejoras, no todos son rentables o adecuados para la realidad de la organización, por lo que debe realizarse un análisis para decidir que proyectos son viables y cuales no.

Para realizar el análisis costo-beneficio, se deben tomar todas las propuestas de mejora y mediante un Factor se escogen, las que son viables. El factor es el cociente entre el costo del proyecto sobre el ahorro o ganancia que se obtendrá del mismo. Este factor debe ser menor a 1.

Los costos de un proyecto son todos los costos que deberán emplearse para la implementación del mismo, como compra del equipo, gastos de importación si se lo trae del extranjero, mano de obra, adecuaciones civiles, etc. Los ahorros son todos los beneficios económicos cuantificables que se obtendrán al poner en marcha la mejora.

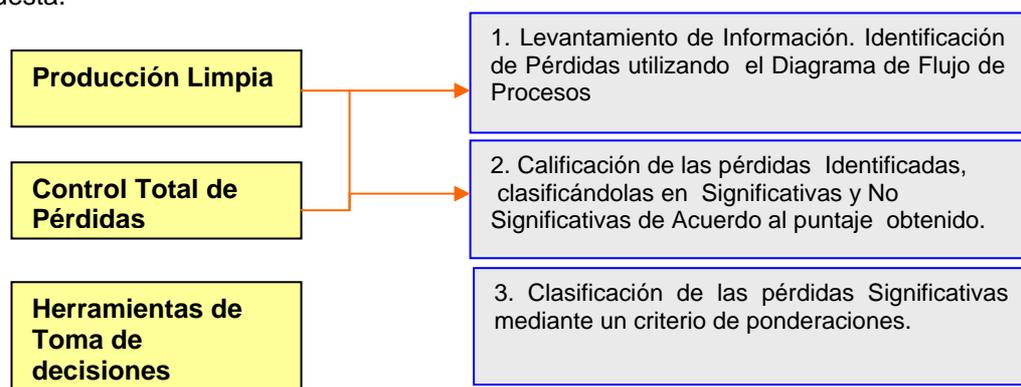
7. Analizar la Factibilidad y Retorno de la inversión de los Proyectos seleccionados.

Finalmente se realiza un análisis de factibilidad sobre los proyectos escogidos, para conocer el tiempo en el que se recuperará la inversión realizada y el ahorro que generará el minimizar las pérdidas. Se usan dos métodos para decidir la fiabilidad del proyecto, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN).

CAPITULO 2.

Los métodos escogidos se han considerado por ser utilizados comúnmente en las industrias y aplicados de manera exitosa. Se han revisado muchos conceptos seleccionando los que son de fácil comprensión y aplicación, siendo al mismo tiempo eficaces para el desarrollo de la metodología.

En el diagrama se resume la relación entre las metodologías usadas y la metodología propuesta.



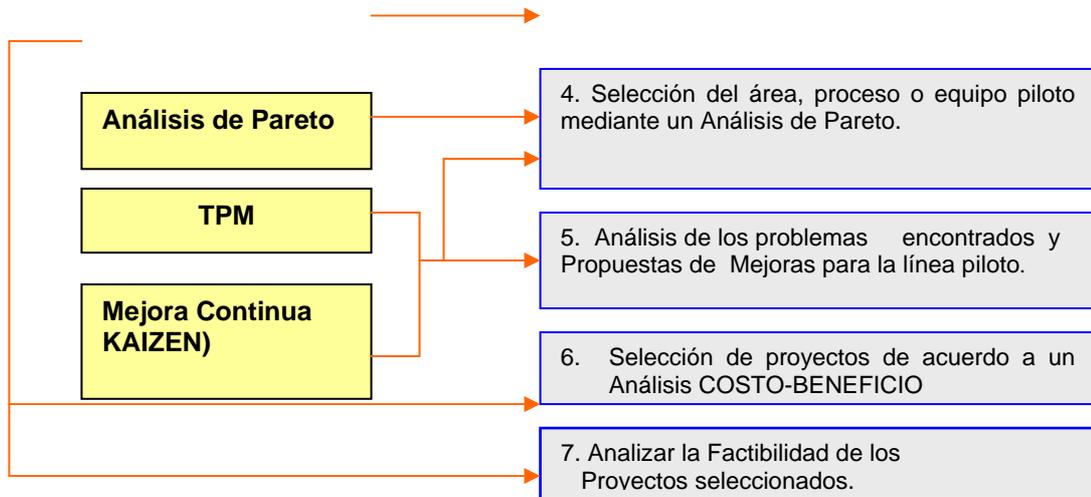


Figura 1. Relación entre las metodologías existentes y su aplicación en la metodología propuesta.

Capítulo 3.

3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA DONDE SE APLICARÁ LA METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE PÉRDIDAS.

Dentro de todos los procesos de fabricación de la empresa papelera, aplicaremos la propuesta a los procesos de fabricación de cuadernos y hojas.

Se aplicará la metodología sobre la fabricación de:

- Cuadernos Universitarios, (Equipo Bielomatik 1).
- Cuadernos Pequeños, (Equipo Bielomatik 2).
- Cuadernos Pequeños con grapa, (Equipo Bielomatik 3).
- Cuadernos Pequeños con costura, (Equipo Bielomatik 4).
- Hojas Rayadas y Hojas Bond (Equipo Bielomatik 5)

El proceso de producción se basa en la carga de materias primas que son Bobinas de papel Bond o cartulina de 600 a 1000 Kilos, la cual se desenrolla a lo largo de la maquina, y los operadores se encargan la operación del equipo. El proceso es de conversión, de papel en cuadernos y el equipo es el que realiza el proceso de impresión, grapado, anillado, cosido, etc.

Existen aproximadamente 10 personas al final de la línea, quienes embalan el producto terminado para ser enviado a la bodega.

Las etapas de elaboración de cuadernos las más importantes son:

1. Montaje de Materias Primas, (Bobinas de Papel)
2. Abastecimiento de insumos al Equipo (Preparación de Sección)
3. Calibración de Sección de Cuchillas de Corte

4. Calibración del Sistema de Conteo
5. Corrida del Equipo y Proceso
6. Refile y corte de carátulas en las Cuchillas
7. Calibración del Equipos bandas trasportadores
8. Calibración del Sistema de perforado o grapado.
9. Calibración del Sistema de Anillado o grapado.
10. Calibración del Sistema de Ponchado si el proceso es con espiral.
11. Calibración de Bandeja de Salida.
12. Corrida del Equipo.

CAPITULO 4.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y ANALISIS DE PÉRDIDAS, PROPUESTA DE MEJORAS Y ANALISIS COSTO BENEFICIO.

Utilizando el paso 1 y 2 de la metodología se identificaron y evaluaron las pérdidas, estas se encuentran distribuidas en las áreas de la siguiente manera:

- 61 eventos pertenecen al proceso de elaboración de Cuadernos pequeños,
- 51 eventos pertenecen a cuadernos pequeños con costura,
- 48 eventos a cuadernos pequeños con grapados,
- 47 eventos a cuadernos grandes,
- 40 eventos al proceso de fabricación de hojas y
- 28 al proceso de fabricación de carátulas de cuadernos.

Utilizando el paso 3, se logra calificar el impacto de estas pérdidas significativas sobre la planta y escoger las que tienen un alto potencial de ocasionar daños al negocio, se obtiene como resultado los siguientes datos:

- Proceso de Fabricación de C. Pequeños: 22 eventos
- Proceso de Fabricación de C. Pequeños/Grapa: 15 eventos
- Proceso de Fabricación de C. Pequeños/Costu: 12 eventos,
- Proceso de Fabricación de C. Grandes: 5 eventos,
- Proceso de Carátulas: 2 eventos.
- Proceso de Fabricación de Hojas 6.

Se identifica el área de fabricación de cuadernos pequeños, como la que presenta mayor número de pérdidas.

Mediante el Paso 4 de la metodología se utiliza el Diagrama de Pareto, para identificar la línea piloto con los datos recopilados en el paso anterior. Las pérdidas de las áreas ubicadas debajo de la línea roja representan el 80% de los daños en la empresa, es decir el P. de fabricación de c. pequeños y c .con costura.

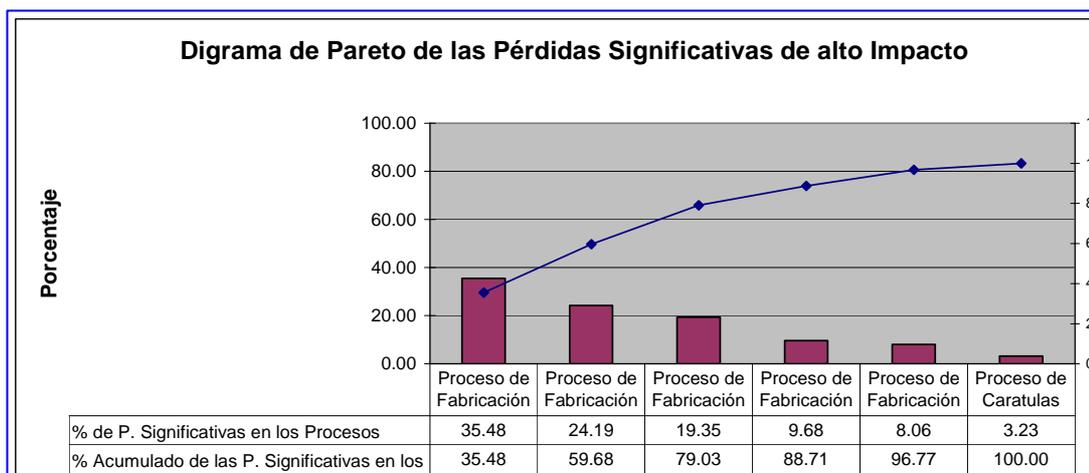




Figura 2. Diagrama de Pareto

Con la aplicación del paso 5, se analizan las pérdidas graves y se proponen mejoras. Uno de los problemas es el peligro de accidentes en la operación de montaje de MP, además de generar tiempos de paradas y desperdicios. Luego de un análisis SMED, cuantificación de desechos y toma de tiempos se decide eliminar esta etapa del proceso productivo mediante la automatización.

Según el paso 6, hay que cuantificar mediante el análisis costo beneficio si este proyecto tiene una factor mayor a 1. El costo de la automatización es de: \$31135 y los Ahorro Esperado: \$31592, el índice es de 0.9 siendo rentable.

Finalmente en el paso 7, realizamos el análisis de factibilidad para encontrar el tiempo de recuperación de la inversión.

Datos del Proyecto:

- Costo de Empalmadores: \$31135
- Ahorro Esperado: \$31592

Discriminación	Año					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos		31592.8	34752.08	38227.288	42050.0168	46255
Inversión	-31135	0	0	0	0	0
Ingresos Netos	-31135	31592.8	34752.08	38227.288	42050.0168	46255

Discriminación	Año					
	0	1	2	3	4	5
Flujo de caja esperado	-31135	31592.8	34752.08	38227.288	42050.0168	46255
Depreciación (-)	-3113.5	-3581.5	-3581.5	-3581.5	-3581.5	-3581.5
Lucro Tributable	0	28011.3	31170.58	34645.788	38468.5168	42673.5
IRPJ	0	-7002.825	-7792.645	-8661.447	-9617.1292	-10668
Lucro Líquido	0	21008.48	23377.935	25984.341	28851.3876	32005.1
Depreciación (+)	0	0	0	0	0	0
Flujo de Caja Incremental	-31135	21008.48	23377.935	25984.341	28851.3876	32005.1

Tabla No. 2 Flujo de Caja Esperado del Proyecto

INVERSION =	U\$S	31,135.00
DEPRECIACIÓN =	10% al año	
TASA MÍNIMA DE ATRACTIVIDAD =	10%	
IRPJ =	25% sobre el lucro real	
PERÍODO DE RECUPERACION DEL CAPITAL (€)	0.99	11.83 meses
VALOR ACTUAL NETO (VAN) =	U\$S	66,385.20
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) =	70.8%	

Tabla No. 3 Análisis VAN y TIR del Proyecto

Conclusiones

- 1) Se logró desarrollar una metodología para la identificación y análisis de pérdidas, y a su aplicación en una industria papelera. Esta metodología combinó otros métodos de identificación y análisis, como lo son Producción Limpia, Control Total de pérdidas, TPM, Mejora Continua, Herramientas de toma de decisiones y Diagrama de Pareto, como se detalló en el capítulo 2.
- 2) Con el uso del primer paso de esta metodología se identificó con facilidad las actividades que constituyen una pérdida, en la tabla 1 del capítulo 1, se muestra el tipo de diagrama que se utilizó, el cual fue la guía para el levantamiento de información y es muy sencillo de usar.
- 3) Con la aplicación del segundo, paso de la metodología se logra calificar a las pérdidas, definiendo cuales son significativas, es decir representan un impacto dentro de los procesos, y cuales no lo son, para realizar esta calificación se aplican 4 criterios que se encuentran explicados en el capítulo 1.
- 4) Se logra identificar las áreas de la organización que son afectadas con las pérdidas, ya que el diagrama de identificación de pérdidas incluye la ubicación del proceso o área que esta siendo afectado. Con el uso del paso 3 de la metodología se escogieron las pérdidas significativas que son más impactantes de acuerdo a las ponderaciones anotadas en el capítulo 1, y en el paso 4 se realizó un análisis de Pareto que identificó el área que tiene los problemas más representativos, esta área es el proceso de fabricación de cuadernos pequeños.
- 5) Se propusieron mejoras para minimizar el potencial de las pérdidas significativas más importantes en proceso de fabricación de cuadernos pequeños, de acuerdo al paso 5 de la metodología, estas mejoras abordan temas de Seguridad y Salud Ocupacional, Tiempos de Paras de Equipos, Cambios de Estrategias y control del desperdicio.

- 6) Se consiguió seleccionar los proyectos de mejora de acuerdo al paso 6 del método, por medio de un análisis costo – beneficio, explicado en el capítulo 1, este análisis demuestra a la empresa si el proyecto va a ser rentable o no.
- 7) La aplicación del análisis de factibilidad, el paso 7 de la metodología, demostró que los proyectos escogidos son viables y el tiempo del retorno de la inversión. Un ejemplo se encuentra en el capítulo 4 donde el TIR (Tasa interna de Retorno), y el VAN (Valor Actual Neto), demuestran la posibilidad de éxito del proyecto.
- 8) Todos los resultados alcanzados en cada paso aportan al entendimiento de los eventos que causan problemas en la planta, esto promueve un cambio en la cultura de la organización y en la capacidad de identificar problemas.
- 9) La puesta en marcha de los proyectos y actividades propuestas, ayudarán a aumentar la productividad de la planta, a mejorar el ambiente de trabajo, minimizar accidentes y minimizar los tiempos muertos del proceso de fabricación de cuadernos pequeños.

Referencias:

- a) PostGrado de Producción Limpia, año 2003, ESPOL, FIMCP.
 1. Producción Limpia.
- b) Tomado del 07125, DT-01492 INTERNATIONAL LOSS CONTROL INSTITUTE.
 2. Control Total de Pérdidas
- c) Manual de Gestión de la Calidad Total a la Medida, Publicación 1995.
 3. Análisis de Pareto.
- d) Curso de Facilitador TPM, dictado por el JIPM, 2003.
 4. TPM
- e) Curso de Facilitador TPM, dictado por el JIPM, 2003.
 5. Mejora Continua.
- f) Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y diseño del trabajo.
 6. herramientas de Toma de decisiones