



Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez

Facultad de Ciencias Económicas Empresariales

Departamento de Matemática

Título:

MODELACIÓN MATEMÁTICA PARA EL ANÁLISIS EN PROYECTOS DE
INVERSIÓN.

Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en
Matemática Aplicada

Autor: Ing. Manuel Cortés Iglesias.

Tutor: Dr. Manuel E. Cortés Cortés.

Cienfuegos

2017

Resumen

La Modelación Matemática es un intento de describir alguna parte del mundo real en términos matemáticos, es un poderoso método científico con vistas a obtener resultados en los diferentes procesos. Muy utilizada en la actualidad en los grandes procesos relacionados con los ámbitos de todas las ciencias.

En el trabajo se presenta un modelo de Programación Lineal en Entero, el Método de Montecarlo y un Sistema Informático para el análisis de inversiones y el cálculo del riesgo en un proyecto de inversión Industrial, la aplicación se hace en la Refinería “Camilo Cienfuegos”, utilizando el Método de Montecarlo para evaluar los riesgos de un proyecto de inversión en 3 o 5 rangos de clasificación de los riesgos, utilizados para el cálculo del Valor Actual Neto. Se aplica un modelo de Programación Lineal en Enteros para encontrar el proyecto de inversión óptimo dentro de un conjunto de proyectos dado. El objetivo que se persigue es Elaborar un Modelo Matemático para el análisis de proyectos de inversión. En el desarrollo del trabajo se emplearon métodos de investigación del nivel teórico, empírico, y del nivel matemático, la Modelación Matemática la cual posibilitó el análisis del modelo de Programación Lineal en Entero y el Método de Montecarlo para determinar, representar y explicar las etapas de los procesos presentes en el sistema, así como los fundamentos en que se sustenta como un reflejo de lo que debe hacerse para la correcta implementación de los mismos en el sistema informático. Se aplicó el método de trabajo con expertos Método Delphi, para valorar los principales pasos a seguir en el sistema y sus resultados prácticos relacionado con el cálculo del mejor proyecto de inversión y el análisis de los riesgos del mismo. Se expresan los resultados.

Abstract

Mathematical Modeling is an attempt to describe some part of the real world in mathematical terms, it is a powerful scientific method with a view to obtaining results in the different processes. It is widely used today in the great processes related to the fields of all sciences.

In the paper we present a linear programming model in Integer, the Montecarlo Method and a Computer System for the analysis of investments and the calculation of risk in an industrial investment project, the application is made in the "Camilo Cienfuegos" Refinery, Using the Monte Carlo Method to evaluate the risks of an investment project in 3 or 5 risk classification ranges used to calculate Net Present Value. A Linear Programming model is applied in Integer to find the optimum investment project within a given set of projects. . The objective is to develop a mathematical model for the analysis of investment projects. In the development of the work were used research methods of the theoretical, empirical level and mathematical level, Mathematical Modeling which made possible the analysis of the model of Linear Programming in Whole and the Monte Carlo Method to determine, represent and explain the stages of The processes present in the system, as well as the foundations on which it is sustained as a reflection of what must be done for the correct implementation of the same in the computer system. The method of working with experts Delphi Method was applied to assess the main steps to be followed in the system and its practical results related to the calculation of the best investment project and the analysis of the risks of the same. The results are expressed.

Índice

Introducción	1
Capítulo I: Análisis de Modelación Matemática en Proyecto de Inversión.	7
1.1. Introducción	7
1.2. La Modelación Matemática. Concepto y características	7
1.2.1. Clasificaciones según diversos criterios	8
1.3. Métodos de la modelación matemática	9
1.3.1. La Programación Lineal	9
1.3.2. Programación Lineal y su aplicación en el Valor Actual Neto (VAN).....	10
1.3.3. Programación Lineal en Enteros	10
1.4. Método de Montecarlo	11
1.5. Paquetes de Programas.	12
1.6. Los riesgos: Definición de términos y procesos.	13
1.6.1. Norma ISO 31000	14
1.6.2. Análisis de los riesgos	14
1.7. Valor Actual Neto (VAN).....	15
1.8. Tasa Interna De Retorno (TIR).....	17
1.9. Sistemas Informáticos existentes.....	18
1.9.1. Metodología, Tecnologías, Herramientas y Lenguajes para la creación del sistema informático propuesto.	18
1.10. Características de la Refinería “Camilo Cienfuegos”	19
1.10.1. Misión de la Refinería “Camilo Cienfuegos” de Cienfuegos:	19
1.10.2. Visión de la Refinería “Camilo Cienfuegos” de Cienfuegos:.....	20
1.11. Documentos existentes para la administración de riesgos y la gestión de proyectos.....	20
1.11.1. Resolución 60/11.....	20
1.11.2. PMBok (Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos).....	20
1.12. Conclusiones parciales del capítulo	21
Capítulo II: Construcción de modelos matemáticos para el cálculo de proyectos de inversión.	22
2.1. Introducción	22
2.2. Modelación de la Problemática para la evaluación del riesgo.....	22
2.2.1. Modelación por Montecarlo.	22
2.3. Modelo Matemático de PL.....	24
2.3.1. Cálculo del Valor Actual Neto.....	25

2.4.	Sistema Informático Propuesto.....	29
2.4.1.	Descripción de los procesos del negocio.....	29
2.4.2.	Casos de Uso del negocio.....	30
2.4.3.	Reglas del Negocio.....	30
2.4.4.	Diagrama de Casos de Uso del Sistema.....	30
2.4.5.	Principales Funcionalidades del Sistema Informático.....	31
2.4.6.	Reportes.....	31
2.5.	Conclusiones Parciales del Capítulo.....	32
Capítulo III: Resultados de la Aplicación de Programación Lineal en Enteros al problema del Valor Presente Neto.....		
34		
3.1.	Introducción.....	34
3.2.	Modelo de Programación Lineal en Enteros.....	34
3.2.1.	Riesgos asociados a cada proyecto:.....	35
3.2.2.	Variante 1.....	37
3.2.3.	Variante 2.....	38
3.3.	Método Delphi.....	40
3.4.	Selección de los expertos.....	41
3.4.1.	Análisis del currículum de los candidatos a expertos.....	41
3.4.2.	Determinación del coeficiente de competencia de los expertos.....	41
3.4.2.1.	Coeficiente de argumentación.....	41
3.4.2.2.	Coeficiente de conocimiento.....	41
3.4.3.	Coeficiente de Competencia de los expertos encuestados.....	42
3.5.	Aplicación del Método Delphi.....	42
3.5.1.	Resultados del Delphi.....	43
3.5.2.	Cálculo del coeficiente de Kendall.....	44
3.6.	Conclusiones Parciales del Capítulo.....	44
Conclusiones.....		46
Recomendaciones.....		47
Bibliografía.....		48
Glosario de Términos.....		52

Introducción

En la actualidad la modelación matemática es un poderoso método científico para poder encontrar alternativas óptimas a la solución en los procesos industriales, según (Taha, 2012) (Hillier & Lieberman, 2010).

Dada la complejidad del conocimiento contemporáneo el desarrollo de un proyecto de inversión de cierta envergadura, requiere de la participación de múltiples especialistas para su realización, así como, de diversos estudios y etapas con diferentes grados de profundidad (Project Management Institute, 2008).

En la evaluación de los proyectos de inversiones se tienen una serie de criterios que miden la eficiencia económica de dichos proyectos. Un problema actual es determinar la rentabilidad del proyecto y establecer su eficiencia económica, para esto hay que conocer si el proyecto es conveniente y seleccionar el más eficiente entre varios proyectos (Mesa, 2007) este autor continúa planteando que se pueden clasificar en dos grupos fundamentales: Criterios de Evaluación Estáticos y Criterios de Evaluación Dinámico.

El uso de modelos matemáticos ayuda a resolver este problema, en especial los modelos de la Investigación de Operaciones (Taha, 2012) (Cortés Cortés M., Miranda, Sánchez, & Curbeira, 2005) y en particular los modelos de programación lineal en enteros (Cortés M., 1999). Existen numerosos paquetes de programas que ayudan a que estos modelos puedan ser aplicados a situaciones reales tales como el WinQSB (Cortés M., 1999).

Seleccionar el proyecto o los proyectos más adecuados para la empresa puede ser una tarea ardua para los directivos de la misma, en los proyectos de inversión se conoce además un factor determinante, el riesgo (Molak, 1997), un riesgo de un proyecto es un evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto negativo o positivo sobre al menos uno de los objetivos del proyecto, como tiempo, costo, alcance (Duncan, 2004).

Otros autores lo declaran como la combinación entre la probabilidad y el suceso (ISO-CEI_73, 2014) o como la incertidumbre sobre la consecución de los objetivos (ISO 31000, 2014).

El análisis de los riesgos puede ser visto de dos puntos de vista (Gallegos, 2006) (Galway, 2004), el cualitativo (Cortés M., 2015) y cuantitativo (Rodríguez, 2016).

Administrar y gestionar correctamente los riesgos es la clave para lograr proyectos viables y económicamente factibles. La Administración de Riesgos es una función derivada del

estudio de las finanzas, que tiene como fin esencial el manejo y la cobertura de los riesgos financieros, para mantener a la compañía en dirección de sus objetivos de rentabilidad, promoviendo la eficiencia de las operaciones y el mantenimiento del capital (Bustos Ávila, 2005), se puede definir como, la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas de gestión, a la tarea de identificar, analizar, evaluar, tratar y controlar los riesgos (Guerra Morales, 2007).

Un concepto fundamental en la administración de los riesgos es la evaluación de estos, este proceso es efectuado por los expertos en la administración de riesgos y gestión de proyectos (Cortés M., 2015). En la actualidad existen sistemas informáticos para ayudar en la administración y análisis de los riesgos (DecisionTools Suite - Software de Análisis de Riesgo y Decisión para Excel, 2015) (Gcpglobal, 2014) (DESOFT, 2014) (Martínez González, 2015) (Expert Choice - Investigación de Operaciones SA, 2015) (Governance, Risk and Compliance, SAS Enterprise GRC | SAS, 2014) (Sistema Gestión Excelencia y Conformidad, 2014)pero no evalúan los riesgos.

En el mundo hay existen guías para la gestión y administración de los riesgos (ISO-CEI_73, 2014) (ISO 31000, 2014) (Project Management Institute, 2008); en el caso de Cuba existe una ley para guiar la administración de los riesgos (Contraloría General de la República de Cuba, 2011) que se aplican a toda empresa inversionista cubana. La Resolución 60/11 de la Contraloría General de la República de Cuba en su Capítulo II, sección segunda inciso a), hace énfasis en la gestión y prevención de los riesgos (Contraloría General de la República de Cuba, 2011).

La Empresa Mixta CUVENPETROL S.A. Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos” es hoy uno de los pilares fundamentales en el proceso de cambio de la matriz energética del Caribe. La misma procesa anualmente más de 20 millones de barriles de crudo y consta entre sus principales estrategias propiciar niveles de pérdida cada vez menores y obtener el máximo rendimiento de productos claros. (S.A, CUVENPETROL, 2009)

Esta empresa cuenta con un proyecto de expansión que tiene como objetivo aumentar la capacidad de refinación de la actual Refinería, con la finalidad además de añadir valor a los productos mediante esquemas de conversión profunda, que garantizará su viabilidad económica y eliminará las pérdidas actuales lo que trae consigo nuevas unidades de

procesos y nuevas tecnologías para las ya existentes. El cual está detenido en la actualidad por problemas de financiamiento.

La empresa tiene implementado un Control Interno amparado por la Resolución 60/11 de la Contraloría General de la República (CGR), que lo define como un proceso integrado a las operaciones con un enfoque de mejoramiento continuo, extendido a todas las actividades inherentes a la gestión (Contraloría General de la República de Cuba, 2011).

Este proceso es efectuado por la dirección y el resto del personal; se implementa mediante un sistema integrado de normas y procedimientos (Contraloría General de la República de Cuba, 2011), que contribuyen a prever y limitar los riesgos internos y externos, proporcionando una seguridad razonable para el logro de los objetivos institucionales y una adecuada rendición de cuentas que documentalmente, cumple con las exigencias del organismo superior, pero aún con un enfoque fundamentalmente subjetivo en el que prevalece la tendencia a evitar riesgos más que a controlarlos.

Es opinión del autor de esta investigación que el estudio de este procedimiento que se utiliza en la empresa para la clasificación de los riesgos, demanda, continuar buscando alternativas objetivas y óptimas para la selección de los mismos, en intervalos de tres y de cinco rangos.

El estudio de este procedimiento que se utiliza en la empresa para la clasificación de los riesgos, demanda, continuar buscando alternativas objetivas y óptimas para la selección de los mismos, en intervalos de tres y de cinco rangos.

A todo proyecto se le asocia la búsqueda de una inversión que cumpla con los requerimientos y optimice la economía, así como la tarea de, identificación, evaluación, gestión y lanzar el plan de prevención de una serie de riesgos industriales. Esta problemática requiere de técnicas y modelos de la matemática para la obtención de resultados óptimos con la ayuda de las tecnologías informáticas, la Modelación Matemática, las técnicas de Programación Lineal y en Enteros, el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) (Cortés M., 1999), el Modelo de Montecarlo (Cortés Iglesias, Manzano Cabrera, & Rodríguez Hernández, Sistema Informático para la Administración de Riesgos en Proyectos, 2016).

Situación Problemática

En la Refinería de Cienfuegos para de la ejecución de un proyecto de inversión se designa un grupo de expertos, que pueden pertenecer a la empresa o ser contratados por esta,

encargados de identificar los posibles riesgos que puedan afectar la correcta ejecución de un proyecto, luego de identificarlos, se procede a evaluarlos para trazar el plan para su prevención. Este proceso se realiza de forma conservadora y empírica, limita la objetividad del cálculo de los riesgos, no considera criterios científicos para la obtención del proyecto óptimo.

El análisis de esta problemática conlleva a plantear como problema Científico:

¿Cómo contribuir, con la ayuda de modelos matemáticos y sistemas informáticos, al análisis de proyectos de inversión y la administración de riesgos?

Objeto de estudio: El proceso de análisis y la administración de riesgos en Proyectos de Inversión de la Refinería de Cienfuegos.

Campo de acción: los modelos matemáticos y sistemas informáticos para el análisis de proyectos y la administración de riesgos en el Proyecto de Expansión.

Objetivo General:

Elaborar un Modelo Matemático para el análisis en proyectos de inversión.

Del objetivo general se desprenden los siguientes objetivos específicos:

1. Elaborar un Modelo de Programación Lineal Entero para el análisis en proyectos de inversión.
2. Aplicar el método teórico de Montecarlo a las condiciones propias de la clasificación de los riesgos en 3 o 5 rangos de evaluación.
3. Implementar un sistema informático para la clasificación del método teórico de Montecarlo en 3 o 5 rangos de evaluación con los riesgos detectados, en la Refinería “Camilo Cienfuegos”.
4. Validar el Modelo Matemático propuesto por el método Delphi.

Hipótesis:

Si se elabora un Modelo Matemático para el análisis de proyectos de inversión y un sistema informático para la administración de riesgos en el proyecto de inversión de la Refinería de Cienfuegos “Camilo Cienfuegos”, entonces, ayudará a la empresa a contar con una toma de decisiones oportuna.

Variables:

Y_i : Variable dependiente: Variable booleana (0,1). 1 si se acepta el proyecto i , 0 en caso contrario:

Variables independientes; ($i=1, n$)

N: número de proyectos a considerar.

t_i : tiempo de duración del proyecto i .

x_{ij} ganancia del proyecto i en la etapa j .

y_{ij} costos del proyecto i en la etapa j .

I: interés del dinero.

R_i : porcentaje de riesgos asociados al proyecto i

Métodos de Investigación

Teóricos

Método Histórico Lógico: Se utiliza con el objetivo de profundizar en los antecedentes de las teorías correspondientes al análisis y la administración de riesgos en proyectos de inversión, en su de cursar histórico, precisando los momentos más significativos de este proceso y revelando las características y tendencias que se expresan en el modelo diseñado.

Método analítico–sintético: Se utilizará para analizar varios documentos y procedimientos legales por los cuales se rigen el análisis y la administración del Proyecto de Inversión en el proceso de Expansión de la Refinería de Cienfuegos. De ellos se extraerán las ideas fundamentales y se detallará la información necesaria para el correcto modelado sistema.

Modelación

La modelación matemática se emplea en el análisis de un modelo de Programación Lineal en Enteros (PLE) y el método de Montecarlo, para obtener el proyecto óptimo y evaluar sus riesgos en el mismo, expresando esto en el sistema informático.

Empíricos

Entrevista: Se utilizará la entrevista con los especialistas de la Refinería para obtener información acerca de los riesgos y su clasificación.

Criterio de Expertos.

Estadístico Matemático

Método Delphi: Se aplicará este método con expertos seleccionados para valorar los resultados del Modelo Matemático con su procesamiento estadístico por el SPSS V22 y el software Sistema de Expertos.

Aporte Práctico

Este trabajo propone un modelo matemático para el análisis de los proyectos de inversión y un sistema informático que evalúe y gestione los riesgos presentes en el Proyecto de Inversión, para la Expansión de la Refinería de Cienfuegos "Camilo Cienfuegos", emitiendo reportes que contribuyan a la toma de decisiones por parte del equipo de dirección sobre la reducción de los riesgos, el costo y la duración del proyecto, durante la implementación del Sistema de Control Interno.

Estructura de la Tesis:

La tesis consta de Introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

En el primer Capítulo se presenta un análisis de la literatura científica en internacional y nacional sobre: Modelación Matemática, la PL, PLE, el Método de Montecarlo y sus aplicaciones. Fundamentos teóricos y herramientas en la administración de riesgos, Gestión de proyectos, sus riesgos y políticas a seguir en la atención de los mismos, Paquetes de programas sobre PL, los Sistemas informáticos que se han utilizado para resolver problemas similares. Se describe los sistemas existentes vinculados al campo de acción. Se presentan las conclusiones del capítulo.

En el segundo capítulo se plantea la elaboración del Modelo matemático de PLE para el cálculo del VAN, el Modelo matemático de Montecarlo para el cálculo del Riesgo en las inversiones, el Sistema Informático Propuesto para resolver el problema. Se describe el modelo matemático de Programación Lineal en Entero para el cálculo de proyecto de inversión óptimo, mediante la aplicación del VAN, el modelo de Montecarlo para el riesgo, el modelo del negocio del sistema informático, especificando características y conceptos fundamentales que conforman las entidades del mismo y sus reglas, los casos de uso del sistema, definiendo los requisitos funcionales y no funcionales.

En el tercer capítulo se dan los resultados de la aplicación de Programación Lineal en Enteros al problema del Valor Presente Neto, modelo general y particular para la solución del problema dado, presentando las corridas del Modelo por el paquete de programas WinQsb. Se dan los resultados del Sistema Informático para el cálculo de los riesgos en la Refinería de Petróleo "Camilo Cienfuegos" con el cálculo del Método de Montecarlo. Se valida el Sistema aplicado con expertos mediante el Método Delphi.

Capítulo I: Análisis de Modelación Matemática en Proyecto de Inversión.

1.1.Introducción

En el presente capítulo se expresa la Modelación Matemática, las características de un modelo matemático, sus fases y pasos para su construcción, su clasificación y los métodos de modelación matemáticos, tales como: La Programación Lineal, La Programación Lineal en Enteros, sus aplicaciones en el cálculo del Valor Actual Neto en los proyectos de inversión, el Método Montecarlo, Paquetes de Programas, los riesgos y su análisis en los proyectos de inversión, características de la Refinería “Camilo Cienfuegos”.

1.2.La Modelación Matemática. Concepto y características

Un modelo matemático es una descripción, en lenguaje matemático, de un objeto que existe en un universo no-matemático su aplicación en la economía, se relaciona con los pronósticos, basados éstos en un modelo matemático (Taha, 2012) (Hillier & Lieberman, 2010).

En los modelos matemáticos se establece un conjunto de relaciones (de igualdad y/o de desigualdad) definidas en un conjunto de variables que reflejan la esencia de los fenómenos en el objeto de estudio. Formalmente un modelo matemático M es una estructura, donde R es el conjunto de las relaciones y V el conjunto de las variables (Brito, Alemán, Fraga, Parra, & Arias de Tapia, 2011).

Los modelos matemáticos describen teóricamente un objeto que existe fuera del campo de las Matemáticas. Las previsiones del tiempo y los pronósticos económicos, por ejemplo, están basados en modelos matemáticos. Su éxito o fracaso depende de la precisión con la que se construya esta representación numérica, la fidelidad con la que se concreten hechos y situaciones naturales en forma de variables relacionadas entre sí.

Básicamente, en un modelo matemático advertimos 3 fases:

- La construcción, proceso en el que se convierte el objeto a lenguaje matemático;
- El análisis o estudio del modelo confeccionado;
- La interpretación de dicho análisis, donde se aplican los resultados del estudio al objeto del cual se partió.

Puede decirse que los modelos matemáticos son conjuntos con ciertas relaciones ya definidas, que posibilitan la satisfacción de proposiciones que derivan de los axiomas teóricos. Para ello, se sirven de diversas herramientas, como el álgebra lineal que, por

ejemplo, facilita la fase de análisis, gracias a la representación gráfica de las distintas funciones (Brito, Alemán, Fraga, Parra, & Arias de Tapia, 2011).

La estrategia general de la modelación matemática consta de los siguientes pasos (Brito, Alemán, Fraga, Parra, & Arias de Tapia, 2011):

- Definición del problema y sus objetivos.
- Definición de la teoría que gobierna el problema.
- Descripción de la situación física en términos matemáticos.
- Solución matemática del modelo.
- Comparación del modelo con la situación real.
- Estudio de las limitaciones del modelo.
- Aplicación del modelo e interpretación de los resultados que ofrece.

1.2.1. Clasificaciones según diversos criterios

De acuerdo a la proveniencia de la información en que se basa el modelo, podemos distinguir entre modelo heurístico, que se apoya en las definiciones de las causas o los mecanismos naturales que originan el fenómeno en cuestión, y modelo empírico, enfocado en el estudio de los resultados de la experimentación.

Asimismo, con respecto al tipo de resultado pretendido, existen dos clasificaciones básicas:

- Modelos cualitativos, que pueden valerse de gráficos y que no buscan un resultado de tipo exacto, sino que intentan detectar, por ejemplo, la tendencia de un sistema a incrementar o disminuir un determinado valor.
- Modelos cuantitativos, que, por el contrario, necesitan dar con un número preciso, para lo cual se apoyan en fórmulas matemáticas de variada complejidad.

Otro factor que divide los tipos de modelos matemáticos es la aleatoriedad de la situación inicial; así distinguimos entre los modelos estocásticos, que devuelven la probabilidad de que se obtenga un cierto resultado y no el valor en sí, y los deterministas, cuando los datos y los resultados se conocen, por lo que no existe incertidumbre.

Una clasificación de modelos de programación matemática:

Una clasificación de los modelos de programación matemática podría tener en cuenta las siguientes características:

- Estructura, objetivos y restricciones (lineales o no-lineales)
- Características de las Variables (Reales, Discretas -Enteras-, Binarias)

- Certidumbre de los Parámetros (Ciertos e Inciertos)
- Número de Objetivos (Ninguno, Uno o más de Uno)
- Número de Restricciones (Ninguna, Más de Cero) (Pérez Porto & Gardey, definicion.de, 2012)

1.3.Métodos de la modelación matemática

Construir un modelo de modelación matemática es un proceso largo, que se realiza paso a paso.

Los métodos de la modelación matemática son variados, no existe una metodología que permita construir a la primera el modelo que corresponda idóneamente al problema que se intenta resolver. Sin embargo, todos los modeladores expertos asumen que el proceso de construcción de un modelo de Modelación Matemática es un camino de continuas idas y vueltas. Lo normal y corriente es que una vez terminada una fase haya que volver a una etapa anterior y de este modo volver a comenzar (García & Maheut, 2015).

La Modelación Matemática aplicada al proceso de inversiones ha sido tratado por varios autores (Taha, 2012), en forma de teoría general de la Investigación de Operaciones y la Programación Lineal en particular (Cortés Cortés & Miranda, 2007), como parte de un modelo multicriterial que trata el tema de las inversiones como modelos multicriteriales.

En particular los modelos de programación lineal se utilizan para resolver problemas de la industria, la producción, los servicios y la salud, muchos autores presentan este tema como el paso básico inicial de la Investigación de Operaciones (Cortés Cortés M., Miranda, Sánchez, & Curbeira, 2005), entre otros.

1.3.1. La Programación Lineal

En esencia la programación lineal típicamente trata del problema de asignar recursos limitados entre actividades competidoras en la mejor forma posible (es decir, óptima). Puede surgir este problema de asignación siempre que deba seleccionarse el nivel de ciertas actividades que compitan por recursos escasos necesarios para realizar esas actividades.

La programación lineal usa un modelo matemático para describir el problema de interés.

El adjetivo “lineal” significa que requiere que todas las funciones matemáticas en este modelo sean funciones lineales. La palabra “programación” no se refiere aquí a la programación de computadoras; más bien, es esencialmente un sinónimo de planificación.

Por tanto, la programación lineal comprende la planificación de actividades para obtener un

resultado “óptimo”, es decir, un resultado que alcance la meta especificada en la mejor forma (según el modelo matemático) entre todas las alternativas factibles.

1.3.2. Programación Lineal y su aplicación en el Valor Actual Neto (VAN)

La Programación Lineal corresponde a un algoritmo a través del cual se resuelven situaciones reales en las que se pretende identificar y resolver dificultades para aumentar la productividad respecto a los recursos (principalmente los limitados y costosos), aumentando así los beneficios. El objetivo primordial de la Programación Lineal es optimizar, es decir, maximizar o minimizar funciones lineales en varias variables reales con restricciones lineales (sistemas de inecuaciones lineales), optimizando una función objetivo también lineal.

Los resultados y el proceso de optimización se convierten en un respaldo cuantitativo de las decisiones frente a las situaciones planteadas.

La Programación Lineal es el eslabón principal de la Investigación de Operaciones o la Modelación Matemática, el modelo se presenta un sistema de restricciones que debe cumplirse en su totalidad (generalmente en forma de desigualdades) y una función objetivo que se pretende optimizar (maximizar o minimizar), tanto el sistema de restricciones como la función objetivo deben ser lineales (Taha, 2012) (Hillier & Lieberman, 2010) (Cortés Cortés M., Miranda, Sánchez, & Curbeira, 2005).

1.3.3. Programación Lineal en Enteros

Si a alguna de las variables de un problema lineal se le impone la condición de integridad el problema pasa a ser de programación lineal entera mixta (PLEM). Si todas son variables enteras, el problema pasa a ser de programación lineal entera. La condición de integridad puede venir impuesta, entre otros motivos, por el imposible fraccionamiento de determinados recursos. Uno de los procedimientos más efectivos para la resolución de este tipo de problemas se fundamenta en el concepto de ramificación y cota. Desgraciadamente, aunque la lógica de este procedimiento es eficaz, conduciendo necesariamente al óptimo, el coste computacional en algunos problemas es, aún hoy en día, excesivo. Otro procedimiento para la resolución de estos problemas se basa en los métodos de planos cortantes (García & Maheut, 2015).

En el caso en que las variables del problema tengan valores netamente en enteros, si punto decimal se tiene la llamada Programación Lineal en Enteros.

La programación lineal en enteros mixta (PLE) involucra problemas en los cuales algunas de las variables están restringidas a ser enteras, mientras que otras variables pueden no ser enteras o reales.

La programación lineal cero-uno involucra problemas en los cuales las variables son restringidas a los valores 0 o 1. Note que cualquier variable entera acotada puede ser expresada como una combinación de variables binarias (Brito, Alemán, Fraga, Parra, & Arias de Tapia, 2011).

En la literatura analizada (AlbertoIndustrial, 2011) (Problema de Inversión y Selección de Proyectos, 2015) se observan varias tendencias para el cálculo del VAN, una con modelos propiamente de Programación lineal PL y otra con Programación Lineal en Enteros PLE, un modelo en donde las variables son enteras o booleanas que tienen las mismas componentes del PL. El problema de inversiones desde el punto de vista de la modelación matemática (Calculo del VAN) fundamentalmente se presenta como una aplicación de PLE, en su forma generalizada con variables enteras, booleanas y reales.

El método de PLE es utilizado para la elección de los mejores proyectos de inversión, utilizando la fórmula del VAN de cada proyecto se maximiza su valor en la función objetivo del problema. Como restricción financiera se toman las inversiones iniciales de cada uno de los proyectos y como variante del modelo propuesto se pueden crear otra restricción u restricciones en caso de que varios proyectos sean de un mismo tipo y solo se necesite seleccionar uno de cada tipo. Las variables presentes en el modelo se establecen booleanas y reales, asegurando así que el proyecto es elegido o no.

1.4.Método de Montecarlo.

El método Montecarlo es un método numérico que permite resolver problemas físicos y matemáticos mediante la simulación de variables aleatorias (Facultad de Ingeniería Universidad de la Republica, 2010).

El método Montecarlo fue bautizado así por su clara analogía con los juegos de ruleta de los casinos, el más célebre de los cuales es el de Montecarlo, casino cuya construcción fue propuesta en 1856 por el príncipe Carlos III de Mónaco, siendo inaugurado en 1861 (Sóbol, 2010).

La importancia actual del método Montecarlo se basa en la existencia de problemas que tienen difícil solución por métodos exclusivamente analíticos o numéricos, pero que

dependen de factores aleatorios o se pueden asociar a un modelo probabilístico artificial (resolución de integrales de muchas variables, minimización de funciones, etc.) (Eli & Yauri, 2009).

Ejemplos sencillos son: el mecanismo básico de la difusión y el establecimiento del equilibrio térmico entre dos sistemas que se ponen en contacto a distinta temperatura. Estos dos ejemplos nos mostrarán el significado de proceso irreversible y fluctuación alrededor del estado de equilibrio (Facultad de Ingeniería Universidad de la Republica, 2010).

Este método es muy usado para la toma de decisiones y es una herramienta potente para el cálculo cualitativo de los riesgos presentes en proyectos, se ajusta a la realidad y necesidad de la empresa, seleccionando las variables cualitativas necesarias para el riesgo se le asignan una probabilidad a cada variable y se multiplica por el peso que presenta en la evaluación el cuál es asignado mediante un criterio general de los expertos en el tema teniendo en cuenta su experiencia (que puede ser modificado mediante un formulario en caso de que los pesos cambien en el futuro recalculando todos los riesgos presentes en el sistema).

Presenta la opción al usuario de escoger 2 variantes para la clasificación del riesgo: Alto, Medio y Bajo (opción de 3 clasificaciones); Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo (opción de 5 clasificaciones). Si el riesgo fue clasificado una vez con la opción 1 y el usuario quiere cambiar a la opción 2 o viceversa el método Montecarlo según los parámetros anteriormente mencionados recalculará la fórmula para el cálculo para cada riesgo presente en el sistema informático y dará un nuevo resultado según el criterio de clasificación. En el método solo se elige el intervalo de las probabilidades que es escogido por el usuario para la iteración.

1.5.Paquetes de Programas.

Existen numerosos productos informáticos propietarios para la solución de problemas de la Investigación de operaciones, algunos en MSDOS, pero que son utilizados actualmente por sus resultados, facilidades y dimensiones en el problema, otros son más modernos en sistema Windows y tienen diferentes alcances y formatos de presentación de resultados, Entre ellos se han analizados los siguientes sistemas informáticos:

Software en MSDOS para resolver diferentes modelos de la Investigación de Operaciones en general y la PL en particular.

- LP (Linear Programming),
- STORM,
- QSB (Quantitative System Business),
- entre otros.
- Software en Windows para resolver problemas de Investigación de Operaciones:
- WinQSB;
- QM (Quantitative Method),
- POM (Program Optimization Methods),
- QMPOM,
- entre otros.

Los cambios profundos, acelerados y generalizados vividos por la Humanidad en las últimas décadas dan pie a las causas determinantes en la articulación, estrecha y orgánica, entre el desarrollo científico, los avances tecnológicos y su aplicación en la esfera de la economía, la producción, los servicios y en particular en las inversiones (Cortés & Borroto, 2008) (Cortés Cortés & Miranda, 2007).

La influencia de la tecnología, los modelos matemáticos y la computación, entre otras, sobre la sociedad está en el análisis de los impactos y riesgos sociales que ellas conllevan, imponiéndose cada vez más la necesidad de la profundización y aplicación de las mismas para lograr el avance del conocimiento científico.

1.6. Los riesgos: Definición de términos y procesos.

El término Riesgo, proveniente del italiano, idioma que, a su vez, lo adoptó de una palabra del árabe clásico que podría traducirse como “lo que depara la providencia”. El término hace referencia a la proximidad o contingencia de un posible daño (Pérez Porto & Gardey, Definicion.de: Definición de riesgo, 2013).

Otros conceptos de riesgo ya más cercanos a este trabajo expresan:

Combinación de la probabilidad de un suceso y de su consecuencia (ISO-CEI_73, 2014).

Efecto de la incertidumbre sobre la consecución de los objetivos (ISO 31000, 2014).

Identificación de riesgos: Proceso por el cual se encuentran, enumeran y caracterizan elementos de riesgo (ISO-CEI_73, 2014).

Evaluación de Riesgos: Proceso en que consiste en comparar el riesgo calculado con ciertos criterios de riesgos para determinar la importancia del riesgo (ISO-CEI_73, 2014).

Gestión de riesgos: Actividades coordinadas para dirigir y controlar una empresa en relación con el riesgo (ISO-CEI_73, 2014).

La gestión del riesgo contribuye de manera tangible al logro de los objetivos y a la mejora del desempeño, ayuda a las personas que toman decisiones a realizar elecciones informadas, a definir las prioridades de las acciones y a distinguir entre planes de acción diferentes (ISO-CEI_73, 2014).

Control de Riesgos: Acciones que ponen en aplicación las decisiones de la gestión de riesgos (ISO-CEI_73, 2014).

Reducción de Riesgos: Acciones tomadas para reducir la probabilidad, las consecuencias negativas, o ambas, en relación con un riesgo (ISO-CEI_73, 2014).

1.6.1. Norma ISO 31000

La norma ISO 31000 establece principios y guías para el diseño, implementación y mantenimiento de la gestión de riesgos en forma sistemática y transparente de toda forma de riesgo en cualquier contexto. Un punto trascendente de dicha Guía, y que se incorpora a la ISO 31000, es el nuevo concepto de riesgo. La nueva definición implica que la palabra “riesgo” se refiere tanto a las situaciones negativas tradicionales de riesgo que provocan pérdidas, como a las situaciones positivas de riesgo, que constituyen oportunidades.

Se puede aplicar a cualquier tipo de riesgo, la generalización de los tipos de riesgos implica que la norma no está pensada para un sistema de gestión en particular ni tampoco para un grupo particular de empresas, sino más bien para proveer una estructura de mejores prácticas y guía para todas las operaciones relacionadas con la gestión de riesgos.

Está estructurada en tres elementos claves para una gestión de riesgos efectiva, transparente, sistemática y creíble. Dichos elementos son: (ISO 31000, 2014)

- 1) Principios de la gestión de riesgos.
- 2) Marco de trabajo para la gestión de riesgos.
- 3) Proceso de gestión de riesgos.

1.6.2. Análisis de los riesgos

Este proceso evalúa el impacto y la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados usando métodos y herramientas de análisis cualitativo. El riesgo se mide a partir de dos parámetros: probabilidad e impacto. La probabilidad es la posibilidad de que el riesgo

pueda ocurrir. El impacto es el efecto sobre los objetivos del proyecto, en caso de materializarse el riesgo.

Todo riesgo viene definido por sus valores de probabilidad e impacto. Si el riesgo puede materializarse en más de una ocasión, aparece un tercer parámetro de medida: la frecuencia, que mide el número de veces que un determinado riesgo puede materializarse a lo largo del proyecto.

Para que este método sea útil y no lleve a conclusiones erróneas es preciso contar con información precisa y no tendenciosa acerca de los riesgos. Los riesgos deben ser adecuadamente entendidos antes de proceder a la determinación de su probabilidad e impacto. Ello implica examinar: el grado de conocimiento del riesgo, la información disponible, y la calidad e integridad de la información. Para medir probabilidad e impacto pueden utilizarse escalas numéricas y no numéricas (Rodríguez, 2016).

Para asegurarse que los riesgos estén controlados correctamente se debe crear un análisis de riesgo (Espinosa, Dias, & Salinas, 2012) resumido en tres etapas: identificación (Tchankova, 2002), estimación (Reason, 1997) y análisis y evaluación (Kumamoto & Henley, 1996).

1.7. Valor Actual Neto (VAN)

Es el rendimiento actualizado de los flujos de ingresos y egresos originados (flujos positivos o negativos). Presupone que se ha de fijar una tasa de descuento para la determinación de este valor, que no es otra cosa que la diferencia entre el valor actual de todos los flujos de ingresos y el valor actual de todos los flujos de egresos (descontados a una tasa elegida) (Jerónimo, 2012) (Mesa, 2007).

El VAN se obtiene descontando o actualizando los flujos de caja proyectados utilizando una tasa de retorno determinada (Matemática Financiera- X Valor Actual Neto | Curso Básico de Finanzas, 2010).

El valor actual neto, más conocido por sus siglas VAN o NPV (de las siglas en inglés Net Present Value), calcula, a valor presente, el dinero que una inversión generará en el futuro, teniendo en cuenta que el valor real del dinero cambia con el tiempo (EmpresaActual, 2010).

De forma general se puede expresar como (Mesa, 2007):

$$VAN = -I + \frac{FC_1}{(1+k)^1} + \frac{FC_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

I = Costo Inicial de inversión.

FC = Flujo de caja.

n = Período de vida útil.

k = Tasa de descuento.

Si el VAN es mayor a cero, significa que obtendremos un resultado positivo en dicha inversión. Si el VAN es igual a cero, alcanzaremos el punto de equilibrio, es decir, que no obtendremos ni pérdidas ni ganancias. Por último, si el VAN es menor que cero, la inversión no es recomendable pues el resultado será negativo generándose pérdidas (Mesa, 2007).

La principal ventaja del VAN es que permite introducir variables que puedan afectar a la inversión tales como la inflación, la fiscalidad o el riesgo de negocio. Por otro lado, su mayor inconveniente es que hay que realizar cuantiosas hipótesis para su cálculo como las ventas a futuro, el número de años de vida de la empresa, etc. todo ello con el objetivo de escoger la tasa más adecuada para descontar el dinero procedente de las operaciones (Mesa, 2007).

Para poder decidir sobre la conveniencia de realizar una inversión, no solamente hay que tener en cuenta el VAN. También el entorno o sector en el que opera, las características del mismo y su posible evolución, así como comparar diferentes alternativas.

Para realizar el cálculo del VAN presentes en los proyectos de inversión de la empresa se introducirán dos variables:

- La tasa de interés del dinero.
- Riesgos asociados a cada proyecto.

Para conocer la tasa de interés del dinero nos apoyamos en la Circular 2/2012 del Banco Central de Cuba (BCC), en la Resolución 91/06 del Ministerio de Economía y Planificación (MEP) y en el Decreto Ley 327/2014 del Consejo de Ministros que establecen para las

empresas cubanas y la inversión extranjera una tasa comprendida entre un 7 y un 15% para el capital de trabajo e inversión (Banco Central de Cuba, 2012) (Consejo de Ministros de la República de Cuba, 2014) (Ministerio de Economía y Planificación, 2006).

Para calcular los riesgos asociados a cada proyecto se emplea una media ponderada dándole mayor valor a aquellos que sean considerados de alto impacto y frecuencia.

1.8.Tasa Interna De Retorno (TIR)

La TIR es, en términos de tipo efectivo anual, el tipo de descuento que iguala el valor de los flujos de entradas y salidas de una inversión a la fecha inicial de la misma. Por consiguiente, el tipo de retorno interno, si se toma como tipo de coste de capital o tipo de descuento de los flujos netos de caja, hace que el valor actualizado de estos flujos se iguale al valor inicial de la inversión, produciendo un VAN cero (Jerónimo, 2012) (Mesa, 2007).

La TIR es la tasa de descuento (TD) de un proyecto de inversión que permite que el BNA sea igual a la inversión (VAN igual a 0). La TIR es la máxima TD que puede tener un proyecto para que sea rentable, pues una mayor tasa ocasionaría que el BNA sea menor que la inversión (VAN menor que 0) (CreceNegocios, 2014).

Para hallar la TIR se necesitan:

- Tamaño de inversión.
- flujo de caja neto proyectado.

Es una medida de la Rentabilidad de una inversión, mostrando cuál sería la tasa de Interés más alta a la que el proyecto no genera ni pérdidas ni Ganancias (Eco-finanzas, 2012).

Al comparar la TIR con la tasa de interés de Mercado se puede disponer de una sencilla regla de decisión. Ella consiste en que se deben realizar todos aquellos proyectos de Inversión que posean una TIR superior a la tasa de interés.

Contrariamente, si TIR es menor que la tasa de Interés de Mercado, dicho proyecto no debe realizarse. Sin embargo, la tasa interna de retorno como medida de la Rentabilidad de un proyecto de inversión tiene ciertos defectos, como:

- TIR no siempre es única, es decir, la Tasa Interna de Retorno puede tomar dos o más valores para un mismo proyecto de Inversión, lo que impide adoptar una decisión.
- El método de la TIR supone que los fondos que va generando el proyecto ganan, al ser reinvertidos, la misma tasa que rinde el proyecto, lo cual no es cierto.

Esto puede llevar a una decisión de inversión incorrecta, y a un ranking de los proyectos de Inversión también erróneo.

1.9.Sistemas Informáticos existentes.

Se analizaron varios sistemas informáticos existentes en el mundo y en Cuba para la administración de los riesgos. En el ámbito internacional: ORCA Risk Management para la reducción de tiempo y costos al concentrar procesos manuales y aislados (Gcpglobal, 2014); SAS® for Enterprise Risk Management para la Mejora de la calidad de la toma de decisiones en todas las áreas de la empresa (Governance, Risk and Compliance, SAS Enterprise GRC | SAS, 2014); SE RiskFacilita la categorización del riesgo proporcionando más eficacia en la prevención y control de los riesgos identificados (Sistema Gestión Excelencia y Conformidad, 2014); DecisionTools Serie de programas integrados para analizar riesgos y tomar decisiones que se ejecutan en Microsoft Excel (DecisionTools Suite - Software de Análisis de Riesgo y Decisión para Excel, 2015);

En el ámbito nacional: FarolaOfrece el Plan de prevención de riesgos exigido por la Resolución 60/11 de la CGR (DESOFT, 2014); XGER Ofrece el Plan de prevención de riesgos exigido por la Resolución 60/11 de la CGR, enfocado a Procesos (Martínez González, 2015).

Todos los sistemas anteriormente mencionados con sus fortalezas tienen como inconveniencia que son privativos y adquirirlos tendría un alto costo para el usuario; además de que no evalúan los riesgos de la forma que necesita la empresa.

1.9.1. Metodología, Tecnologías, Herramientas y Lenguajes para la creación del sistema informático propuesto.

El Proceso Unificado de Rational (RUP) y el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) se escogen como metodologías para modelar para el sistema informático; HTML, CSS, PHP y JavaScript como lenguajes para la construcción del sistema informático; Yii Framework para la maquetación del código; MySQL como sistema gestor de base de Datos y Apache como servidor web; se emplea Microsoft Project para la administración del tiempo del sistema informático (Cortés Iglesias, Manzano Cabrera, & Rodríguez Hernández, Sistema Informático para la Administración de Riesgos en Proyectos, 2016) (Cortés M., 2015).

1.10. Características de la Refinería “Camilo Cienfuegos”

CUVENPETROL S.A. es una Empresa Mixta que adopta la forma de Sociedad Anónima por acciones nominativas, con personalidad jurídica y patrimonio propio, balance financiero independiente y gestión económica, financiera, organizativa y contractual, autónoma. En general, conduce sus actividades de negocio sobre los principios del autofinanciamiento empresarial.

CUVENPETROL S.A. tiene como objeto social el desarrollo y la operación del sistema de refinación de petróleo, gas natural licuado (GNL) y gas natural comprimido, en la República de Cuba, que incluye, los siguientes Proyectos: (S.A, CUVENPETROL, 2009)

- I. La expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos.
- II. El Desarrollo del Diseño y Construcción de Facilidades de la Planta de Regasificación de Gas Natural Licuado (GNL), en la República de Cuba.
- III. La Construcción de nueva Refinería en Matanzas.
- IV. La expansión de la Refinería Hermanos Díaz.

El Proyecto Expansión de la Refinería pertenece al programa de Proyectos Mayores en Cuba, y se localiza en el futuro polo petroquímico de la provincia de Cienfuegos; se subordina a la empresa mixta cubano- venezolana CUVENPETROL, S.A. Su construcción se prevé aledaña a la actual Refinería en la ribera norte de la bahía de Cienfuegos.

El objetivo de este proyecto es aumentar la capacidad de refinación de petróleo de la actual Refinería, además de añadir valor a los productos mediante esquemas de conversión profunda, que garantizará su viabilidad económica y eliminará las pérdidas actuales. Esto trae consigo nuevas unidades de procesos y nuevas tecnologías para las ya existentes, su estructura organizativa está compuesta por nueve direcciones de forma que garantice el ciclo de todos los procesos claves y de apoyos llevados a cabo durante el proceso inversionista para lo que cuenta con una plantilla de 120 trabajadores (Curbelo Alonso, 2014).

1.10.1. Misión de la Refinería “Camilo Cienfuegos” de Cienfuegos:

Operar de forma segura y competitiva un sistema de refinación y suministro de derivados de petróleo y gas, para el mercado nacional e internacional, con un capital humano comprometido y competente, alta responsabilidad social y ambiental, contribuyendo al desarrollo de los países del ALBA (S.A, CUVENPETROL, 2009).

1.10.2. Visión de la Refinería “Camilo Cienfuegos” de Cienfuegos:

Ser una empresa de clase mundial en el campo de la refinación de hidrocarburos y el suministro de gas, reconocida por su alto compromiso ambiental y su contribución al desarrollo sustentable de nuestros pueblos (S.A, CUVENPETROL, 2009).

1.11. Documentos existentes para la administración de riesgos y la gestión de proyectos.

1.11.1. Resolución 60/11

La Resolución 60/11 de la Contraloría General de la República se estableció con el fin de asegurar el control interno en las empresas cubanas. Este documento, en su Capítulo II sección segunda inciso a), hace énfasis en la gestión y prevención de los riesgos en el que se establecen las bases para la identificación y análisis de los riesgos que enfrentan los órganos, organismos, organizaciones y demás entidades para alcanzar sus objetivos (Contraloría General de la República de Cuba, 2011).

Una vez clasificados los riesgos en internos y externos, por procesos, actividades y operaciones, y evaluadas las principales vulnerabilidades, se determinan los objetivos de control y se conforma el Plan de Prevención de Riesgos para definir el modo en que habrán de gestionarse.

Existen riesgos que están regulados por disposiciones legales de los organismos rectores, los que se gestionan según los modelos de administración previstos. El componente se estructura en las siguientes normas: Identificación de riesgos y detección del cambio; Determinación de los objetivos de control; Prevención de riesgos.

1.11.2. PMBoK (Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos).

La guía del PMBoK describe la Gestión de los Riesgos de Proyectos como un proceso que incluye los de llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su seguimiento y control en un proyecto.

Refiere que, para tener éxito, la organización debe comprometerse a tratar la gestión de riesgos de una manera proactiva y consistente a lo largo del proyecto. (Curbelo Alonso, 2014)

El Capítulo 11, Gestión de los Riesgos del Proyecto, describe los procesos involucrados en la identificación, análisis y control de los riesgos para el proyecto. Este capítulo incluye (Curbelo Alonso, 2014) (Project Management Institute, 2008):

- Planificar la Gestión de Riesgos
- Identificar los Riesgos
- Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos
- Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos
- Planificar la Respuesta a los Riesgos
- Monitorear y Controlar los Riesgos.

Es una norma reconocida en la profesión de proyectos, el conocimiento contenido en esta norma evolucionó a partir de buenas prácticas reconocidas por profesionales dedicados de la dirección de proyectos, quienes contribuyeron a su desarrollo (Project Management Institute, 2008).

Contiene el cuerpo de conocimiento (Body of Knowledge) indispensable para la profesión de la gerencia de proyectos (Project management). Dicho cuerpo del conocimiento disciplinar involucra y afecta a los profesionales y académicos que aplican ese conocimiento y lo avanzan.

El PMBOK® incluye conocimiento probado y prácticas tradicionales que se aplican ampliamente, además del conocimiento e innovaciones de prácticas avanzadas que han visto un uso más limitado. Proporciona y promueve un vocabulario común para analizar, escribir y aplicar la dirección de proyectos. Un vocabulario estándar es un elemento esencial de cualquier profesión (Project Management Institute, 2008).

1.12. Conclusiones parciales del capítulo

En el capítulo se abordó la fundamentación sobre la modelación matemática y los métodos relacionados con la Programación lineal, y la programación Lineal en Enteros, que se aplican en el cálculo de Valor Actual Neto para la búsqueda de los proyectos óptimos de inversión. Se analiza el modelo matemático de Montecarlo para la clasificación de los riesgos en los proyectos de inversión en la Refinería “Camilo Cienfuegos”. Se establece la Metodología, Tecnologías, Herramientas y Lenguajes para la creación del sistema informático.

Capítulo II: Construcción de modelos matemáticos para el cálculo de proyectos de inversión.

2.1.Introducción

En este capítulo se abordará el modelo matemático de Programación Lineal en Entero para el cálculo de los proyectos de inversión óptimos, mediante la aplicación del VAN, el modelo de Montecarlo para la evaluación del riesgo, el sistema informático, especificando características y conceptos fundamentales que lo conforman.

2.2.Modelación de la Problemática para la evaluación del riesgo:

Se tienen N criterios para la evaluación del riesgo descrito por los expertos en administración de riesgos, los cuales pueden tener de $R = R_i$ valores:

Donde R_i

a) en caso de $i = 1,5$ puede ser: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy Alto.

b) en caso de $i = 1,3$ puede ser: Bajo, Medio, Alto.

La ecuación de la Evaluación del Riesgo sería:

$$E = \sum_{i=1}^N C_{ir}$$

Donde C_{nr} son los criterios para la evaluación de riesgo.

Para el caso de la Refinería de Cienfuegos C_{ir} toma dos criterios: el impacto y la frecuencia.

E = Resultado de la evaluación del Riesgo.

2.2.1. Modelación por Montecarlo.

Luego de definir como sería la modelación de la evaluación del riesgo se aplica el método de Montecarlo a esta modelación:

Donde C_{ir} es:

$$C_{nr} = \sum_{i=1}^n P_i * V_i$$

P_i es el peso de cada criterio para la evaluación del riesgo donde:

$$\sum_{i=1}^n P_i = 1$$

Por ser pesos ponderados probabilísticos.

V_i es una variable aleatoria entre 0 y 1 para cada criterio.

Por lo que la fórmula para la evaluación del riesgo sería:

$$E = \sum_{i=1}^n P_i * V_i$$

Para modelar el método se necesitan asignarles valores entre 0 y 1 a los R_i convirtiendo los C_{nr} en probabilidades:

a) en caso de $i=1,5$

$$0.01 \leq \text{Muy Bajo} \leq 0.20,$$

$$0.21 \leq \text{Bajo} \leq 0.33,$$

$$0.34 \leq \text{Medio} \leq 0.6,$$

$$0.61 \leq \text{Alto} \leq 0.90,$$

$$0.91 \leq \text{Muy Alto} \leq 0.99$$

b) en caso de $i=1,3$

$$0.01 \leq \text{Bajo} \leq 0.33$$

$$0.34 \leq \text{Medio} \leq 0.66$$

$$0.67 \leq \text{Alto} \leq 0.99$$

Se determinan estos rangos considerando que 0 no es ocurrencia y 1 es certeza del suceso.

Se realizan M iteraciones para la simulación (M es definido por los expertos en administración de riesgos), restringiendo las V_n a los rangos definidos, logrando así almacenar los datos las j veces que cumpla con la condición anterior en la variable E_j . Se almacena además la cantidad de veces que el método cumple con la condición en la variable C_j .

Una vez iterado las M veces se procede a hallar la media de los resultados:

$$E_j = \sum_{m=1}^n P_m * V_m$$

$$E_i = \frac{\sum_{j=1}^j E_j}{\sum_{j=1}^j C_j}$$

Donde:

E_i : es el resultado probabilístico de la evaluación del riesgo.

E_j : es la variable donde se almacenan los datos que cumplan con la condición.

C_j : es la cantidad de veces que el método cumple con la condición de la variable.

De esta forma queda establecido el valor cuantitativo de los riesgos que pueden tomar E_i valores:

a) en caso de $i=1,5$

$$0.01 \leq \text{Muy Bajo} \leq 0.20,$$

$$0.21 \leq \text{Bajo} \leq 0.33,$$

$$0.34 \leq \text{Medio} \leq 0.6,$$

$$0.61 \leq \text{Alto} \leq 0.90,$$

$$0.91 \leq \text{Muy Alto} \leq 0.99$$

b) en caso de $i=1,3$

$$0.01 \leq \text{Bajo} \leq 0.33$$

$$0.34 \leq \text{Medio} \leq 0.66$$

$$0.67 \leq \text{Alto} \leq 0.99$$

Se analiza el valor de la variable E_i en los rangos antes mencionados, obteniendo la evaluación del riesgo de forma cuantitativa y convirtiéndola a cualitativa.

2.3. Modelo Matemático de PL

La programación lineal concierne a la solución de un tipo de problema especial, en el cual todas las relaciones entre las variables son lineales o en la función a ser optimizada.

El problema general de la programación lineal (P.L.) puede ser descrito como sigue:

Dado un conjunto de m inequaciones lineales o ecuaciones con n variables, se desea encontrar valores no-negativos de esas variables los cuales satisfagan el conjunto de restricciones y maximicen o minimicen una función lineal de las variables.

Matemáticamente:

$$\text{Sean } x_i \geq 0, i=1, n \text{ (variables reales y no negativas)} \quad (1)$$

Sujeto a:

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n \{< = >\} b_1$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n \{< = >\} b_2$$

$$\dots \dots \dots \quad (2)$$

$$a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n \{< = >\} b_m$$

que maximizan o minimizan la función objetivo

$$\text{maxo min } Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n \quad (3)$$

Notaciones:

(1) = restricciones de no negatividad

(2) = sistema de restricciones

(3) = función objetivo

x_i = variable y (incógnitas del sistema)

a_{ij} = coeficientes tecnológicos (normas) de la restricción i -ésima y la variable j -ésima

C_j = coeficiente de la función objetivo o costes de x_i .

b_j = coeficientes o términos independientes.

{ $\leq, \geq, =$ } = signos de las restricciones que en cada caso debe ser $\leq, \geq, =$.

En los problemas de Inversiones se utilizan variables booleanas para escoger un proyecto o no, eso implica la utilización del Modelo de Programación Lineal en Enteros, caso mixto, que presenta la misma estructura del modelo antes visto, solo que, en la definición de variables, existirán variables:

X_i variable del tipo real,

Z_j variables del tipo entera y o

B_i variables del tipo 0, 1 o (variables booleanas).

Concretamente las variables se definirán según el caso, de las explicadas anteriormente

Modelos de PLE para la Selección de Proyectos de Inversión:

VAE: Valor actual equivalente: Todos los ingresos y costos que ocurran durante un período son convertidos en una anualidad equivalente. Si $VAE > 0$ el proyecto es recomendable.

VAN: Valor anual o valor presente neto.

TIR: Es el rendimiento que se espera que devengue una inversión. Es la tasa de retorno o tiempo de actualización o descuento de una inversión que hace cero al VAN.

VAN: Consiste en determinar en un tiempo cero de los flujos de efectivo futuros (corriente de cobros y pagos actualizados) que genere un proyecto y compara esta equivalencia con el desembolso inicial. Si el $VAN > 0$ se recomienda el proyecto.

Suponiendo que se tengan muchos proyectos a evaluar, es necesario acudir a la selección óptima mediante métodos computacionales. Una de estas técnicas es la Programación Lineal en Enteros que permite resolver con facilidad dichos problemas una vez que se hayan calculado los VAN de cada proyecto de inversión.

2.3.1. Cálculo del Valor Actual Neto

La fórmula para el cálculo del VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1 + k_{da})^t} - P$$

Donde:

S_t : Valor de los flujos de caja en el año t.

t: Años de vida del proyecto.

P: Inversión inicial del proyecto.

k_{da} : tasa de recuperación mínima.

Para el cálculo de k_{da} se necesitan dos valores fundamentales:

- La tasa de interés del dinero
- El porcentaje del riesgo presente en los proyectos.

La tasa de interés del dinero es un valor que oscila para las empresas entre un 7% y un 15%, aunque para cada empresa inversionista cubana el valor es definido a un 10%.

El porcentaje del riesgo presente en cada proyecto se obtiene a partir de la evaluación de cada riesgo presente en el proyecto. Se calcula mediante una media ponderada asignándole valores más altos a los riesgos cuya evaluación sea mayor.

Para el caso de la evaluación de en $i=3$ se multiplica por los siguientes pesos:

$$A = \sum_{j=1}^n Alto * P_A$$

Para el caso de los riesgos Altos presentes en el proyecto.

$$M = \sum_{j=1}^n Medio * P_M$$

Para el caso de los riesgos Medios presentes en el proyecto.

$$B = \sum_{j=1}^n Bajo * P_B$$

Para el caso de los riesgos Bajos presentes en el proyecto.

La suma de los pesos tiene que ser igual a 1.

$$P_A + P_M + P_B = 1$$

Obtenidos los valores para las evaluaciones se conforma la ecuación de la media ponderada:

$$M_p = \frac{A+M+B}{N}$$

Donde:

A: es la suma de los riesgos ponderados Altos.

M: es la suma de los riesgos ponderados Medios.

B: es la suma de los riesgos ponderados Bajos.

N: el total de riesgos presentes en el proyecto de inversión.

Para el caso de la evaluación i=5 se tienen se multiplican los siguientes pesos:

$$MA = \sum_{j=1}^n Alto * P_{MA}$$

Para el caso de los riesgos Muy Altos presentes en el proyecto.

$$A = \sum_{j=1}^n Alto * P_A$$

Para el caso de los riesgos Altos presentes en el proyecto.

$$M = \sum_{j=1}^n Alto * P_M$$

Para el caso de los riesgos Medios presentes en el proyecto.

$$B = \sum_{j=1}^n Alto * P_B$$

Para el caso de los riesgos Bajos presentes en el proyecto.

$$MB = \sum_{j=1}^n Alto * P_{MB}$$

Para el caso de los riesgos Muy Bajos presentes en el proyecto.

La suma de los pesos tiene que ser igual a 1.

$$P_{MA} + P_A + P_M + P_B + P_{MB} = 1$$

Obtenidos los valores para las evaluaciones se conforma la ecuación de la media ponderada:

$$M_p = \frac{MA+A+M+B+MB}{N}$$

Donde:

MA: es la suma de los riesgos ponderados Muy Altos.

A: es la suma de los riesgos ponderados Altos.

M: es la suma de los riesgos ponderados Medios.

B: es la suma de los riesgos ponderados Bajos.

MB: es la suma de los riesgos ponderados Muy Bajos.

N: el total de riesgos presentes en el proyecto de inversión.

Una vez obtenidos los dos valores fundamentales se calcula la k_{da} de la siguiente manera:

$$k_{da} = k * (1 + r)$$

Donde:

k : es el interés del dinero.

r : El porcentaje del riesgo presente en los proyectos.

Una vez que se acoplen las fórmulas nos queda de la siguiente manera el cálculo del VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1 + (k * (1 + r)))^t} - P$$

De esta forma queda calculado el Valor Actual Neto de un proyecto de inversión.

2.3.2. Definición de variables

$X_{ij} = (1, 0) \quad j = 1, J; \quad k = 1, K$

J = total de subdivisiones que pretenden realizar inversiones.

K = total de proyectos de inversión por subdivisión.

T = total de períodos de inversión.

VAN_{jk} = Valor anual/ presente neto del proyecto k en la subdivisión j durante el período t.

X_{jk} = variable de decisión para el proyecto k en la subdivisión j.

i = TREMA (tasa de recuperación mínima atractiva).

P_{jkt} = desembolso inicial del proyecto k en la división j.

C = capital disponible de la empresa.

2.3.3. Función Objetivo

$$Max z = \sum \sum VAN_{jk}$$

2.3.4. Restricciones

1.- Financieras

$$\sum \sum P_{jk} * X_{jk} < C$$

2.- Proyectos Excluyentes

$$\sum X_{jk} \leq 1$$

3.- Relaciones de contingencia

Cuando la captación de un proyecto depende de la aceptación previa de otro.

$$-X_{ik} + X_{jk} \geq 0$$

i = 1, I

j = 1, J

k = 1, K

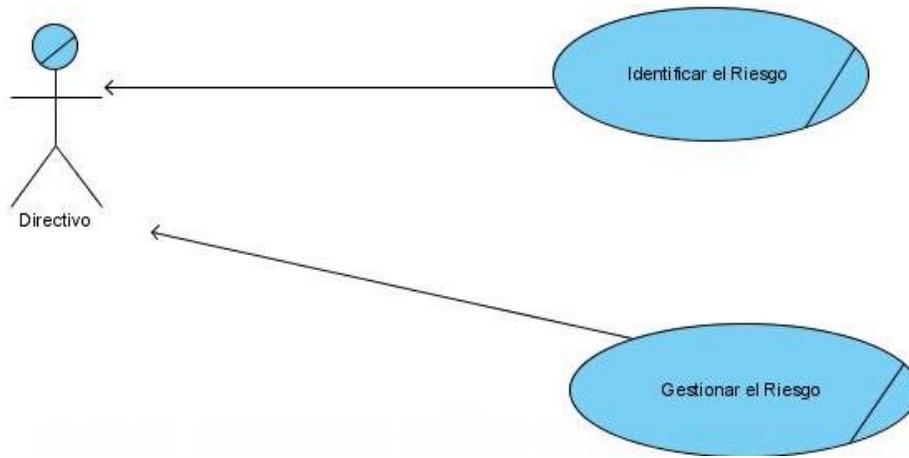
2.4.Sistema Informático Propuesto.

2.4.1. Descripción de los procesos del negocio.

En el departamento de economía y contabilidad de la Refinería “Camilo Cienfuegos” de Cienfuegos, es necesario una gestión y evaluación de los riesgos existentes en los proyectos que se desarrollan en esta empresa.

Al iniciar un proyecto se reúne un comité de expertos, que puede ser personal propio de la empresa o personal contratado por la Dirección de la misma, para identificar los riesgos generales de los proyectos que se encuentran en fase de desarrollo. Posteriormente el comité se reúne con el personal cualificado encargado de la gestión del proyecto para identificar los riesgos particulares. Una vez identificados los riesgos generales y particulares, el comité de expertos los evalúa, durante la gestión de los riesgos, el grupo de dirección confecciona el plan de prevención para minimizar las probabilidades y las consecuencias negativas en relación con los riesgos evaluados y lo entrega a los activistas para su ejecución.

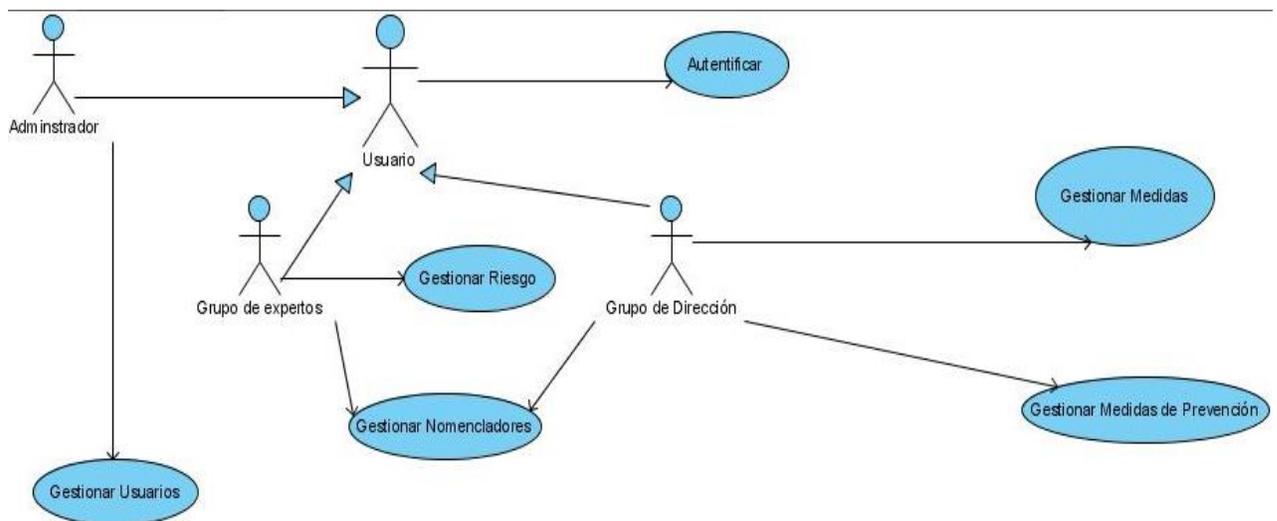
2.4.2. Casos de Uso del negocio.



2.4.3. Reglas del Negocio.

- En todos los proyectos deben ser identificados, evaluados y gestionados los riesgos.
- El comité de expertos y el personal cualificado son los únicos encargados de identificar los riesgos.
- El comité de expertos es el único encargado de evaluar los riesgos de los proyectos.
- El grupo de dirección es el único encargado de gestionar los riesgos encontrados en los proyectos.
- El grupo de dirección es el único encargado de confeccionar el plan de prevención.
- Los activistas son los únicos encargados de ejecutar el plan de prevención.

2.4.4. Diagrama de Casos de Uso del Sistema.



2.4.5. Principales Funcionalidades del Sistema Informático.

Para la evaluación del riesgo, el usuario tiene que estar autenticado en el sistema como experto, una vez realizada esta operación correctamente se selecciona la opción de insertar el riesgo en el sistema, debe rellenar todos los campos obligatorios, presiona el botón insertar y el riesgo queda evaluado.

Insertar Riesgo

[Listar Riesgo](#)

Nombre *	Tratamiento *	Objeto de Trabajo
<input type="text"/>	Evitar	<input type="text"/>
Area *	Frecuencia *	Causas que Motivan *
<input type="text"/>	Muy Baja	<input type="text"/>
Proceso *	Impacto *	Objetivo de Control
Gestión Estratégica del Proye	Alto	<input type="text"/>
Consecuencia *	Tipo *	
Afecta el costo total del proye	interno	<input type="text"/>

[Insertar](#)

Visualizar Riesgo: Deslave de tierra

Nombre	Deslave de tierra
Area	Área 2
Objeto de Trabajo	
Causas que Motivan	Lluvias torrenciales
Proceso	Dirección y Gestión de la Ejecución del Proyecto
Exposición	Importante
Objetivo de Control	
Consecuencia	Afecta la calidad final de proyecto
Tipo	externo
Tratamiento	Evitar
Impacto	Muy Alto
Frecuencia	Media
Evaluación	Alto

2.4.6. Reportes

El sistema informático presenta una serie de reportes que son de gran importancia ya que permiten conocer el estado en que se encuentra la información almacenada, así como información sensible para la toma de decisiones de los usuarios, tales como el plan de prevención de riesgos o la matriz de riesgo.

 PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS						
Proceso	Elaborado por:	Aprobado por:				
	Cargo:	Cargo:				
	Fecha:	Fecha:				
Área	Riesgos	Consecuencias	Medidas de Prevención	Responsable	Ejecutante	Fecha
economía	mala calidad de los productos	Afecta la calidad final de proyecto	Implementación de acciones correctivas	Juan Gómez		2016-04-20
contabilidad	desvío de recursos	Afecta el cronograma aprobado	Implementación de acciones correctivas	Enrique Ramírez		2015-04-03

Frecuencia	Moderado: inundación;	Importante: vandalismo;	Catastrófico: terrorismo de estado y gobierno;
	Moderado: colapso;	Moderado: sabotaje;	Importante: desvío de recursos;
	Insignificante: derrumbe;	Bajo: insubordinación;	Moderado: bancarrota; mala calidad de los productos;
	IMPACTO		

2.5. Conclusiones Parciales del Capítulo

Mediante el modelo de Modelación Matemática de Montecarlo se pueden evaluar los riesgos presentes en los proyectos de inversión de la empresa en 3 o 5 valores para su clasificación eliminando así la subjetividad y los errores humanos ayudando a los directivos de la empresa a una mejor toma de decisiones.

El modelo de Programación Lineal en Enteros obtiene mediante el cálculo del Valor Actual Neto los proyectos que mejor factibilidad le representarán a la empresa. Se maximiza este valor tomando como variables enteras y booleanas los proyectos presentes, las restricciones se encaminan a la financiación del proyecto y tipos de proyectos en común según se necesite.

Para el cálculo del VAN se tiene en cuenta el interés del dinero y los riesgos presentes en cada proyecto, mediante el cálculo de una media ponderada de los riesgos presentes en cada proyecto dando un valor mayor al riesgo de mayor clasificación.

El sistema informático propuesto ayuda al directivo de la empresa a realizar una toma de decisiones acertadas con respecto a la evaluación de los riesgos. Emite igualmente reportes que dan una visión más ampliada de la prevención de los riesgos y la magnitud de estos.

Capítulo III: Resultados de la Aplicación de Programación Lineal en Enteros al problema del Valor Presente Neto.

3.1. Introducción

En este capítulo se presentan los resultados del Modelo matemático y el Sistema Informático para la Aplicación al proyecto de Inversión: Caso de Estudio la Refinería de Cienfuegos.

En Investigaciones previas (Cortés M., 2015) se clasificaron los riesgos en la Refinería, aplicando el método de Montearlo y el producto informático, todo esto a algunos proyectos previos, la idea central de la Investigación ha sido la de encontrar el proyecto óptimo y calcularle los riesgos, en los momentos actuales la Refinería ha decidido no hacer la inversión, por problemas económicos del país, motivo por el cual el sistema investigado con relación a la Programación Lineal Entero será aplicado a condiciones reales, por no poseer datos al paralizarse las Inversiones. Además, los datos provistos para el proyecto de expansión son escasos, contando con solo un proyecto en la cartera de inversión y el capital de la empresa el mismo que la inversión inicial del proyecto.

En su lugar se harán las comprobaciones de los modelos y las corridas computacionales con datos dados en la bibliografía, para ver la efectividad de la investigación realizada, dejando así las bases para cuando la empresa necesite seleccionar el o los proyectos más factibles teniendo en cuenta el interés del dinero y los riesgos presentes. Debe destacarse que el modelo matemático y el sistema informático pueden ser aplicados a cualquier proceso de inversión en cualquier empresa.

3.2. Modelo de Programación Lineal en Enteros.

Se necesita realizar una inversión con un horizonte de planeación de 10 años, para lo que cuenta con tres Proyectos A, B y C, Según los datos de la siguiente Tabla (Cortés M., 1999):

La empresa inversionista necesita de una lista de proyectos, seleccionar los mejores teniendo en cuenta el capital disponible, los ingresos en los años de cada proyecto en miles de pesos y los riesgos asociados a cada uno de los proyectos:

Proyecto	Inversión Inicial.	Ingreso/año	Duración del Proyecto
A1	100	30	10

A2	200	65	10
A3	300	85	10
B1	50	10	10
B2	100	50	10
B3	150	60	10
B4	200	70	10
C1	150	45	10
C2	130	80	10

Este proceso de elección del Proyecto óptimo se hace con la Ayuda del Modelo de Programación Lineal en Enteros y el paquete de programas WinQsb.

Se calculan los Riesgos asociados a cada proyecto de la tabla anterior, para tres y cinco categorías mediante el Modelo de Montecarlo.

Para los riesgos asociados a los proyectos se toman la opción i=3 de la evaluación por Montecarlo:

3.2.1. Riesgos asociados a cada proyecto:

Proyecto	Evaluación de los Riesgos	Cálculo del Riesgo por Montecarlo
A1	MEDIO	0.53
	ALTO	0.82
	MEDIO	0.56
	BAJO	0.12
	ALTO	0.92
A2	MEDIO	0.51
	BAJO	0.28
	ALTO	0.69
	ALTO	0.80
	ALTO	0.70
A3	ALTO	0.85
	MEDIO	0.39
	BAJO	0.30
	MEDIO	0.37

	BAJO	0.22
B1	MEDIO	0.36
	ALTO	0.91
	ALTO	0.87
	ALTO	0.78
	ALTO	0.95
B2	BAJO	0.01
	MEDIO	0.45
	MEDIO	0.62
	MEDIO	0.49
	MEDIO	0.50
B3	BAJO	0.28
	ALTO	0.76
	MEDIO	0.63
	ALTO	0.75
	BAJO	0.06
B4	MEDIO	0.40
	ALTO	0.80
	MEDIO	0.58
	BAJO	0.01
	BAJO	0.04
C1	BAJO	0.11
	ALTO	0.79
	ALTO	0.78
	MEDIO	0.57
	MEDIO	0.46
C2	ALTO	0.70
	BAJO	0.21
	MEDIO	0.60
	MEDIO	0.35
	ALTO	0.75

Con las evaluaciones del riesgo en cada proyecto y el valor que se le asigna por el modelo de Montecarlo y con la tasa de interés del dinero (k) que es del 10% para las empresas cubanas se puede calcular el VAN:

Para hallar la media ponderada de los riesgos para cada proyecto se necesita los pesos para cada evaluación del riesgo:

$$P_A = 0.5$$

$$P_M = 0.3$$

$$P_B = 0.2$$

Con el porcentaje que representan los riesgos en la función solo falta hallar la tasa de recuperación mínima y el VAN queda calculado con los siguientes valores:

$$k_{da} = k * (1 + r)$$

Proyecto	Media Ponderada de los Riesgos	Tasa de Recuperación Mínima	Valor Actual Neto
A1	0.24	0.124	64.2
A2	0.26	0.126	158.2
A3	0.15	0.115	186.1
B1	0.37	0.137	2.6
B2	0.12	0.112	191.8
B3	0.20	0.120	188.8
B4	0.14	0.114	147.4
C1	0.22	0.122	202
C2	0.21	0.121	310.9

3.2.2. Variante 1

3.2.2.1. Definición de Variables:

X_{1j} : variable de decisión para las actividades A.

X_{2j} : variable de decisión para las actividades B.

X_{3j} : variable de decisión para las actividades C.

Variables booleanas [0,1]

3.2.2.2. Función Objetivo:

$$\begin{aligned} \text{Max } z = & 64.2X_{11} + 158.2X_{12} + 186.1X_{13} + 2.6X_{21} + 191.8X_{22} + 188.8X_{23} + 147.4X_{24} \\ & + 202X_{31} + 310.9X_{32} \end{aligned}$$

3.2.2.3. Restricciones:

$$100X_{11} + 200X_{12} + 300X_{13} + 50X_{21} + 100X_{22} + 150X_{23} + 200X_{24} + 150X_{31} + 130X_{32} \leq 500$$

Restricción Financiera.

$X_{jk} \geq 0$; booleana.

3.2.2.4. Solución:

Una vez declaradas las variables, conocida la función objetivo y las restricciones del sistema, introducimos los datos en el WinQSB tenemos como solución:

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X11	1,0000	64,2000	64,2000	0	basic
2	X12	0	158,2000	0	158,2000	at bound
3	X13	0	186,1000	0	186,1000	at bound
4	X21	0	2,6000	0	2,6000	at bound
5	X22	1,0000	191,8000	191,8000	0	basic
6	X23	0	188,8000	0	188,8000	at bound
7	X24	0	147,4000	0	147,4000	at bound
8	X31	1,0000	202,0000	202,0000	0	basic
9	X32	1,0000	310,9000	310,9000	0	basic
	Objective	Function	(Max.) =	768,9000		
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price
1	FINANCIERA	480,0000	<=	500,0000	20,0000	0

Como solución óptima del problema tenemos que se debe invertir en el proyecto A1, B2, C1 y C2, para que la empresa obtenga ganancias en los proyectos propuestos. Así quedan establecidos los proyectos con mejor VAN y más probables que se puedan realizar por los riesgos asociados a ellos.

3.2.3. Variante 2

Para el caso de que la empresa tenga los mismos proyectos, pero los proyectos que se presenten de la misma área de producción sean mutuamente excluyentes. Presentamos el mismo ejemplo con la misma declaración de variables, función objetivo, pero con mayores restricciones:

3.2.3.1. Definición de Variables:

X_{1j} : variable de decisión para las actividades A.

X_{2j} : variable de decisión para las actividades B.

X_{3j} : variable de decisión para las actividades C.

Variables booleanas [0,1]

3.2.3.2.Función Objetivo:

$$\text{Max } z = 64.2X_{11} + 158.2X_{12} + 186.1X_{13} + 2.6X_{21} + 191.8X_{22} + 188.8X_{23} + 147.4X_{24} + 202X_{31} + 310.9X_{32}$$

3.2.3.3.Restricciones:

$$100X_{11} + 200X_{12} + 300X_{13} + 50X_{21} + 100X_{22} + 150X_{23} + 200X_{24} + 150X_{31} + 130X_{32} \leq 500$$

Restricción Financiera.

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} \leq 1 \text{ Restricción para las actividades A.}$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} \leq 1 \text{ Restricción para las actividades B.}$$

$$X_{31} + X_{32} \leq 1 \text{ Restricción para las actividades C.}$$

$X_{jk} \geq 0$; booleana.

3.2.3.4.Solución:

Declaradas las variables, conocida la función objetivo y las nuevas restricciones del sistema, introducimos los datos en el WinQSB tenemos como solución:

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X11	0	64,2000	0	-121,9000	at bound
2	X12	1,0000	158,2000	158,2000	158,2000	at bound
3	X13	0	186,1000	0	0	basic
4	X21	0	2,6000	0	-189,2000	at bound
5	X22	1,0000	191,8000	191,8000	0	basic
6	X23	0	188,8000	0	-3,0000	at bound
7	X24	0	147,4000	0	-44,4000	at bound
8	X31	0	202,0000	0	-108,9000	at bound
9	X32	1,0000	310,9000	310,9000	0	basic
	Objective	Function	(Max.) =	660,9000		
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price
1	FINANCIERA	430,0000	<=	500,0000	70,0000	0
2	ACTIVIDAD_A	1,0000	<=	1,0000	0	186,1000
3	ACTIVIDAD_B	1,0000	<=	1,0000	0	191,8000
4	ACTIVIDAD_C	1,0000	<=	1,0000	0	310,9000

Para este caso se elige solo un proyecto de cada área, en el caso de la actividad A se eligió el proyecto A2, para la B el B2 y para la C el C2 para que la empresa obtenga ganancias en los proyectos propuestos. Así quedan establecidos los proyectos con mejor VAN y más probables que se puedan realizar por los riesgos asociados a ellos.

3.3.Método Delphi.

El método utilizado, Método Delphi para Evaluación de Alternativas, consiste en la presentación a un grupo de expertos reconocidos o conocedores de la Modelación Matemática y sus Aplicaciones a la Economía y la Administración, en especial a los Proyectos de Inversión y los Riesgos en los mismos. con el objetivo de la obtención de un acuerdo consensuado, por los expertos, mediante las preguntas realizadas en una encuesta, sobre los resultados de la investigación presente, según una escala de Licker de Muy Adecuado, Bastante Adecuado, Adecuado, Poco Adecuado e Inadecuado. Se obtiene un rano numérico que permite evaluar cada aspecto presentado.

Este método fue escogido por la flexibilidad que permite encontrar tendencias en un proceso mediante criterios aislados de los expertos y sin contacto entre ellos. El Delphi, se considera como uno de los métodos subjetivos más confiables y con la elaboración estadística de las opiniones de expertos en el tema tratado. El conjunto de opiniones que se obtiene de la consulta es sometido a un procesamiento estadístico.

Las Principales características de este método son (Cortés & Iglesias, 2005):

- Anonimato.
- Retroalimentación Controlada por el facilitador.
- Respuesta estadística de grupo. La información estadística obtenida se procesa mediante el uso de técnicas estadístico-matemáticas del diseño experimental.

Las fases de su aplicación son (Cortés & Iglesias, 2005):

- Seleccionar el coordinador.
- Elaborar lista de candidatos a expertos que cumplan los requisitos predeterminados de experiencia, años de servicio, conocimientos del tema, etc.
- Determinación del coeficiente de competencia de cada experto.
- Presentación a los expertos de la encuesta a valorar.
- Tratamiento Estadístico.

- Cálculo del Rayo numérico y clasificación de los aspectos de la encuesta, según la escala de Licker.
- Cálculo de la W de Kendal para la concordancia de los expertos.

3.4. Selección de los expertos.

3.4.1. Análisis del currículum de los candidatos a expertos.

Para el análisis de Delphi en la presente investigación se constó con 12 expertos, profesores universitarios, de ellos el 83 % son PhD y un 25 % de masters, todos en temas afines al de la investigación realizada en la presente tesis de maestría. Con un promedio de 28 años de experiencia en el trabajo docente y un promedio de 16 publicaciones en revistas indexadas o libros publicados, en los últimos 5 años. El promedio de trabajos como tutores en el nivel de maestrías o doctorados da 7 en los últimos 5 años.

3.4.2. Determinación del coeficiente de competencia de los expertos.

Para determinar el coeficiente de cada experto se emplea la siguiente ecuación:

$$K_{\text{comp}} = \frac{K_c + K_a}{2}$$

Donde:

K_c : Coeficiente de conocimiento.

K_a : Coeficiente de argumentación.

K_{comp} : Coeficiente de competencia de cada experto.

Para determinar el nivel del coeficiente de competencia de cada experto se siguen los siguientes criterios:

La competencia de un experto es ALTA si $K_{\text{comp}} > 0.8$.

La competencia de un experto es MEDIA si $0.5 < K_{\text{comp}} \leq 0.8$.

La competencia de un experto es BAJA si $K_{\text{comp}} \leq 0.5$.

3.4.2.1. Coeficiente de argumentación.

Para determinar el coeficiente de argumentación se realiza la tabla (Anexo 1) donde el experto pondrá su grado de influencia de cada una de las fuentes en su conocimiento y criterio según sea bajo, medio, alto. Se suman los valores obtenidos y con el resultado se forma el coeficiente de argumentación K_a .

3.4.2.2. Coeficiente de conocimiento.

Se realiza una encuesta donde el candidato le otorga a la o las preguntas un valor en una escala de 1 a 10, en dependencia del conocimiento que considere tenga al respecto de los

modelos matemáticos aplicados o la inversión y riesgos aplicados a la empresa. El valor obtenido será el coeficiente de conocimiento del candidato K_c . (Anexo el mismo del otro arriba)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3.4.3. Coeficiente de Competencia de los expertos encuestados

Se envió a 11 expertos en el tema la encuesta para conocer su coeficiente de competencia.

Experto	K_c	K_a	K_{comp}	Alto	Medio	Bajo
1	0.8	0.87	0.835	X		
2	0.8	0.88	0.84	X		
3	1	1	1	X		
4	0.9	1	0.95	X		
5	0.8	1	0.9	X		
6	0.9	0.79	0.845	X		
7	0.7	0.57	0.635		X	
8	0.8	0.85	0.825	X		
9	0.9	0.99	0.945	X		
10	0.6	0.81	0.705		X	
11	0.7	1	0.85	X		
12	0.9	1	0.95	X		

De los 12 expertos entrevistados 10 tienen una competencia alta y 2 competencia media, son seleccionados todos los Expertos.

3.5. Aplicación del Método Delphi

Se le envía a cada experto seleccionado una encuesta en la cual deberán llenar los datos de esta mediante una escala de Liker para evaluar los diferentes aspectos tenidos en cuenta en la investigación. La encuesta tuvo 12 preguntas enmarcadas en 4 temas principales, Método de Montecarlo; Cálculo del VAN; Modelo de Programación Lineal en Enteros; Salidas del sistema informático y WinQSB. Para mayor información ver Anexo 2.

De esta forma se construye la tabla de frecuencia observada (Anexo 3), solo se plasma en la tabla la cantidad de expertos que marcó ese rango de valoración.

Seguidamente se obtiene la tabla de frecuencia acumulada (Anexo 4), se calcula sumando cada columna con la columna anterior.

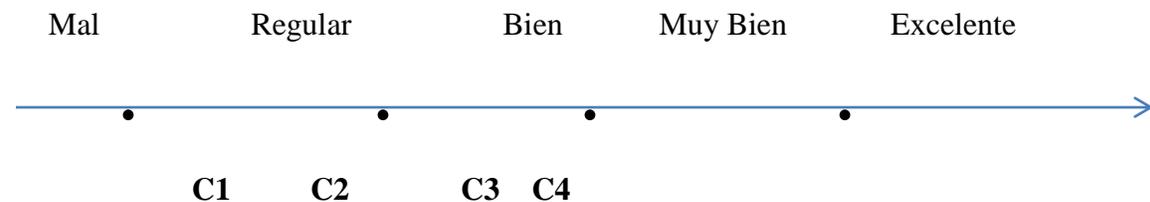
Posteriormente se obtiene la tabla de frecuencia acumulativa relativa al dividirse el valor de cada frecuencia acumulada por la cantidad de expertos, en este caso 12. El último rango de valoración se elimina pues se está buscando 4 puntos de corte, pues son cinco rangos de valoración (Anexo 5).

A continuación, se obtiene el valor de la imagen que corresponde a cada frecuencia acumulativa relativa a partir de la tabla de Z de la distribución normal inversa (Anexo 6).

3.5.1. Resultados del Delphi.

Realizados todos los cálculos correspondientes al método Delphi para la evaluación de los criterios se llegó a las siguientes conclusiones.

Los puntos de corte se obtienen mediante los valores anteriores al dividir la sumatoria por rango de valoración entre número de aspectos a evaluar.



Valores: $a < -3.09$ $-3.09 \leq a < -2.52$ $-2.52 \leq a < -0.72$ $a \geq -0.72$

Puntos de corte = Sumatoria por Rango de Valoración (Sumatoria por Columnas)

No. de Aspectos a Evaluar

Puntos de corte:

C1: Mal = menores de -3.09

C2: Regular = menores de -3.09

C3: Bien = Rango desde -3.09 a -2.52

C4: Muy Bien = Rango de -2.52 a -0.72

C5: Excelente = Valores superiores a -0.72

La sumatoria de todos los puntos de corte por aspectos a evaluar es el GRAN TOTAL

Los puntos por cada aspecto se obtienen a través de la diferencia de $N - P$.

Donde:

N = Sumatoria de la Suma por Aspectos

(No. Rango de Valoración x No. Aspectos)

P = Promedio por Aspectos.

Valores Promedios dados por los expertos a cada criterio N-P:

Criterios evaluados por los expertos Valor N-P

La ubicación de los valores N-P de cada criterio en el gráfico de los puntos de corte da el criterio que le otorgan los expertos a cada una de las alternativas.

Como puede observarse los N-P valores de los 12 criterios estudiados son superiores al punto de corte C4 (-0.72) correspondiente a la categoría de Excelente, significando esto que todos los expertos valoran en esta categoría de evaluación a todos los aspectos analizados.

3.5.2. Cálculo del coeficiente de Kendall

Una vez conocido el resultado de todos los aspectos en la categoría de Excelentes queda por probar la concordancia de los expertos en cuanto a dicho resultado. Recopilados los datos de los expertos (Anexo 2) se evalúa la concordancia que existe entre sus criterios por el W de Kendall, es un criterio que mide el grado de correlación de las respuestas de los expertos. Se expresa con valores entre 0 y 1, donde cero sería falta total de concordancia de los expertos y 1 sería total concordancia de los expertos. Se considera concordancia general cuando el resultado es mayor que 0.7. Apoyados del software estadístico SPSS V22 se arribaron a los siguientes resultados (Anexo 7).

Para un intervalo de confianza del 99% (un nivel de significación alpha del 0.01) se obtuvo que el criterio de los expertos hacia las preguntas presenta alta concordancia con valor de $W = 0.931$, por lo que se rechaza la hipótesis nula H_0 de que no existe concordancia entre los expertos y se acepta la alternativa H_1 donde si existe concordancia entre los expertos.

3.6. Conclusiones Parciales del Capítulo.

Se realiza la corrida del método de Programación Lineal en Enteros con datos de la bibliografía consultada al estar el proyecto de expansión de la refinería detenido por decisión del país y por contar con datos insuficientes para la realización del proyecto, por lo que se plantea para futuros proyectos de inversión que realice la refinería o cualquier empresa en general.

La utilización del método de PLE para el cálculo del Valor Actual Neto posibilita a la empresa seleccionar de una lista de proyectos los más rentables teniendo en cuenta los riesgos asociados a ellos y el interés del dinero. También posibilita la selección del mejor

proyecto de un área determinada teniendo en cuenta igualmente los riesgos asociados y el interés del dinero.

Para la validación de la propuesta se envían a expertos del tema una encuesta para conocer su grado de competencia, dando como resultado la selección de los 12 expertos.

Se le envió a cada experto seleccionado una encuesta con las 12 preguntas, resultados principales del Sistema, en la cual plasmaron sus criterios según la escala de Likert para evaluar los diferentes aspectos tenidos en cuenta en la investigación. Como Resultados se obtuvo mediante el método Delphi que todas las preguntas fueron calificadas de Excelente, y mediante la Prueba W de Kendal se pudo comprobar la concordancia de los Expertos.

Conclusiones

Los resultados del siguiente trabajo responden satisfactoriamente a los objetivos propuestos, por lo que se concluye:

- La modelación matemática es una herramienta muy poderosa en las aplicaciones industriales para encontrar resultados óptimos, la Programación Lineal (PL) y en particular la Programación Lineal en Enteros (PLE), se utiliza en la optimización de proyectos en donde hay variables Booleanas, en el caso de aplicaciones del cálculo del Valor Actual Neto VAN, con la PLE se seleccionan proyectos óptimos de inversión.
- El método Montecarlo, como modelo matemático presenta muchas aplicaciones a procesos industriales, en especial es una herramienta poderosa para la clasificación de los riesgos de presentes en las inversiones.
- La unión de la PLE y el Método de Montecarlo, en el cálculo del VAN y la clasificación de los riesgos asociados a los proyectos óptimos, constituyen modelo óptimo, viable, profundo y riguroso.
- En el presente trabajo de investigación una vez encontrado el proyecto óptimo VAN, por PLE, se aplica al modelo óptimo, un Sistema Informático que permite administrar los riesgos, aplicando Montecarlo, en 3 o 5 rangos de evaluación.
- La validación del modelo propuesto se realizó con el Método Delphi, contando con 12 expertos, 12 alternativas de respuestas y 5 criterios de evaluación en escala de Liker. Se obtuvo el rayo en con las 12 alternativas evaluadas de Excelentes por los expertos. Para la concordancia de la validación de los expertos se aplicó el coeficiente W de Kendal con resultados de concordancia de 0.931 a un nivel de significación del 0.01, quedando comprobado así la validación de los resultados obtenidos.
- Se aplicó el modelo Montecarlo y el Sistema Informático en la Refinería “Camilo Cienfuegos” logrando la clasificación de los riesgo en actividades de la misma, posteriormente el proyecto de Expansión de la Refinería fue detenido por problemas económicos del país, no pudiéndose aplicar los modelos PLE para el cálculo del VAN, al carecer del presupuesto para los proyectos, este Modelo PLE para el cálculo del VAN se simuló con datos de la literatura científica para la obtención del proyecto óptimo utilizando los dos Modelos Matemáticos explicados, escogiéndose el óptimo en cada caso.

Recomendaciones

A pesar de cumplirse los objetivos planteados en este trabajo se realizan las siguientes recomendaciones:

- Que el Sistema obtenido (Modelación Matemática PLE- Montecarlo- Sistema informático) en la presente investigación sea aplicado en las empresas nacionales que necesiten de la selección de proyectos de inversión.
- Que se continúe trabajando en la investigación ampliando el Sistema Informático, de manera que incluya el cálculo del Modelo de PLE.

Bibliografía

- Tchankova, L. (2002). Risk identification-basic stage in risk management. *Environmental Management and Health* , 290-297.
- AlbertoIndustrial. (2011, 10 29). Retrieved from Presupuesto del Capital: <https://albertoindustrial.wordpress.com/2011/10/29/presupuesto-de-capital/>
- Banco Central de Cuba. (2012). *Circular 2/2012*. La Habana.
- Brito Vallina, M. L., Alemán Romero, I., Fraga Guerra, E., Para García, J. L., & Arias de Tapia, R. I. (2011). Papel de la modelación Matemática en la Formación de los Ingenieros. *Ingeniería Mecánica* , 129-139.
- Bustos Ávila, J. C. (2005, Agosto 29). MEDICIÓN Y CONTROL DE RIESGOS FINANCIEROS. Bogotá, Bogotá, Colombia.
- Consejo de Ministros de la República de Cuba. (2014). *Decreto Ley 327/2014 Reglamento del proceso inversionista*. La Habana.
- Contraloría General de la República de Cuba. (2011). *Resolución 60/11*. La Habana.
- Cortés Cortés, M. E., & Iglesias León, M. (2005). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. Ciudad del Carmen: Universidad Autónoma del Carmen.
- Cortés Cortés, M. E., & Miranda, R. (2007). Modelación Multicriterio aplicada al análisis de inversiones. *Revista Investigación Operacional*, Vol. 28 , 262-268.
- Cortés Cortés, M., Miranda, R., Sánchez, T., & Curbeira, D. (2005). *Aplicaciones de la Modelación Matemática a la Administración y la Economía*. Universidad Autónoma del Carmen. Mérida: Universidad Autónoma del Carmen.
- Cortés Iglesias, M. (2015). *Sistema Informático para la Evaluación de Riesgos en Proyectos de Inversión*. Cuba: Universidad de Cienfuegos.
- Cortés Iglesias, M., Manzano Cabrera, M., & Rodríguez Hernández, C. (2016). Sistema Informático para la Administración de Riesgos en Proyectos. *Universidad y Sociedad* , 78-85.
- Cortés, M. C. (1999). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Cortés, M., & Borroto, A. (2008). Modelación y Sociedad. *Problemas del Desarrollo* .
- CreceNegocios. (2014, Julio 17). *El VAN y el TIR*. Retrieved from CreceNegocios: <http://www.crecenegocios.com/el-van-y-el-tir/>

Curbelo Alonso, M. (2014, Julio). Sistema de Gestión de Riesgos para el proyecto Expansión de la Refinería de Cienfuegos . Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba.

DecisionTools Suite - Software de Análisis de Riesgo y Decisión para Excel. (2015, Noviembre 15). Retrieved from Palisade Corporation: http://www.palisade-lta.com/decisiontools_suite

DESOFIT. (2014, Octubre 22). *Farola - EcuRed.* Retrieved from EcuRed: <http://www.ecured.cu/index.php/Farola>

Duncan, W. (2004). *A Guide to the project management body of knowledge* . Project Management Institute Standards Committee.

Eco-finanzas. (2012, Julio 12). *TASA INTERNA DE RETORNO.* Retrieved from Eco-finanzas: http://www.eco-finanzas.com/diccionario/T/TASA_INTERNA_DE_RETORNO.htm

(2009). Introducción al Método de Simulación de Montecarlo. In Y. Eli, & G. Yauri, *MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LOS NEGOCIOS* (p. Capítulo 8).

EmpresaActual. (2010, noviembre 10). *Escuela financiera: El valor actual neto (VAN o NPV).* Retrieved from EmpresaActual: <http://www.empresaactual.com/escuela-financiera-el-valor-actual-neto-van-o-npv/>

Espinosa, F., Dias, A., & Salinas, G. (2012). Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial. *Ingeniare* , 242-254.

Expert Choice - Investigación de Operaciones SA. (2015, Noviembre 12). Retrieved from IOSA: <http://www.iosa.com.pe/productos/expert-choice>

Facultad de Ingeniería Universidad de la Republica. (2010, septiembre). Métodos de Monte Carlo. Montevideo, Montevideo, Uruguay. Retrieved from <https://www.fing.edu.uy/inco/cursos/mmc/unidad01/sesion01/transp.pdf>.

Gallegos, J. D. (2006). Análisis del riesgo en la administración de proyectos de tecnología de información. *Industrial Data* , 104-107.

Galway, L. (2004). *Cuantitative Risk Analysis for Project Management: A critical review.* RAND Coporation.

García Sabater, J. P., & Maheut, J. (2015). *Modelado y Resolución de Problemas de Organización Industrial mediante Programación Matemática Lineal.* Grupo de Investigación ROGLE.

Gcpglobal. (2014, Mayo 26). *Software para Gestión de Riesgos, Cumplimiento Normativo y Gobierno Corporativo*. Retrieved from gcpglobal: <http://www.gcpglobal.com/>

Gestión de Operaciones. (2015, 08 28). Retrieved from Blog sobre la Gestión e Investigación de Operaciones: <http://www.gestiondeoperaciones.net/programacion-entera/problema-de-inversion-y-seleccion-de-proyectos/>

Governance, Risk and Compliance, SAS Enterprise GRC / SAS. (2014, Mayo 26). Retrieved from SAS Enterprise GRC | SAS: <http://www.sas.com/offices/latinamerica/mexico/software/governance-riskcompliance/enterprise-grc/#section=1>

Guerra Morales, M. L. (2007, Septiembre). *La Administración del Riesgo de Crédito en la Cartera de Consumo de una Institución Bancaria*. Ciudad de Guatemala, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Hillieer, F., & Lieberman, G. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. México: McGraw Hill.

ISO 31000. (2014, Octubre 21). *Iso 31000 riesgos corp - ISO_31000_riesgos_corporativos*. Retrieved from ISO 3100: <http://www.ISO/ISO31000.pdf/>.

ISO-CEI_73. (2014, Octubre 22). *Guia_ISO-CEI_73*. Retrieved from www.iso.com: <http://www.ISO/ISO73.pdf>

Jerónimo, J. (2012, Septiembre 12). *Consultoría financiera: Utilidad del VAN y la TIR en los flujos de caja*. Retrieved from Consultoría Financiera: <http://jeronimojover.blogspot.com/2012/09/utilidad-del-van-y-la-tir-en-los-flujos.html>

Kumamoto, H., & Henley, E. (1996). *Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers*. New York: IEEE Press.

Martínez González, H. (2015, Julio). *Sistema Informático para la Gestión de Riesgos*. Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba.

Matemática Financiera- X Valor Actual Neto | Curso Básico de Finanzas. (2010, Septiembre 10). Retrieved from Finanzas101: <https://finanzas101.wordpress.com/2010/09/10/matematica-financiera-x-valor-actual-neto/>

Mesa, G. M. (2007). *FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN FINANCIERA Y SOCIAL DE PROYECTOS DE INVERSIÓN*. La Habana: Universidad de La Habana.

Ministerio de Economía y Planificación. (2006). *Resolución 91/06*. La Habana.

Molak, V. (1997). *Fundamentals of Risk Analysis and Risk Management*. Cincinnati: Lewis Publisher.

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2012). *definicion.de*. Retrieved from <http://definicion.de/modelo-matematico/>: <http://definicion.de/modelo-matematico/>

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2013, Octubre 22). *Definicion.de: Definición de riesgo*. Retrieved from Definición De: <http://www.definicion.de/riesgo/>

Project Management Institute. (2008). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos*. Pennsylvania: PMI.

Reason, J. (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Asgate: Burlington.

Rodríguez Robaina, C. A. (2016). *SISTEMA INFORMÁTICO PARA EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS EN PROYECTOS DE INVERSIÓN*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

S.A, CUVENPETROL. (2009). *Planeación Estratégica CUVENPETROL*. Cienfuegos.

Sistema Gestión Excelencia y Conformidad. (2014, Mayo 26). Retrieved from Softexpert: <http://www.softexpert.es>

Sóbol, M. (2010). *Método de Montecarlo*. España. Retrieved from <https://www.quedelibros.com/libro/46780/Metodo-de-Montecarlo.html>

Taha, H. (2012). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. México: Pearson Educación.

Glosario de Términos.

Consecuencia: Resultado de un suceso.

Suceso: Ocurrencia de una serie de circunstancias particulares.

Probabilidad: Grado en que un suceso puede tener lugar.

Mitigación: Limitación de cualquier consecuencia negativa de un suceso en particular.

Transferencia de Riesgos: Puesta en común con otra parte de la carga de las pérdidas o el beneficio de las ganancias consecuencia de un riesgo.

Tasa de Interés de Mercado: Es la tasa que, aplicada sobre un monto de capital, establece su rendimiento o su costo por período. Representa el porcentaje adicional que va a recibir un inversionista.

BNA: Beneficio Neto Actualizado.

Anexos.

Anexo 1: Coeficiente de argumentación.

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos sobre la Modelación Matemática Aplicada o Procesos de Inversión Empresarial realizados o estudiados por usted.	0.3	0.2	0.1
Su experiencia práctica en su área del conocimiento	0.5	0.4	0.2
Conocimiento de autores nacionales sobre el tema.	0.05	0.04	0.03
Conocimiento de autores extranjeros sobre el tema.	0.05	0.04	0.03
Su propio conocimiento del estado del tema.	0.05	0.04	0.03
Su intuición.	0.05	0.04	0.03

Anexo 2: Encuesta Método Delphi.

Selección de los expertos:

A los expertos seleccionados se les envió la siguiente carta, invitándolos a participar en el proceso de investigación. A esta carta se adjuntó una encuesta para medir su nivel de competencia y registrar algunos datos personales de interés para la investigación.

Contenido de la carta:

Conociendo su experiencia en el trabajo docente en la educación superior, en la matemática aplicada en especial y su habitual disposición a colaborar con el trabajo científico, le pedimos cordialmente acepte participar en la validación del Trabajo de Tesis de Maestría “Modelación Matemática para el Análisis en Proyectos de Inversión” cuyo objetivo es: “Elaborar un Modelo Matemático para el análisis de proyectos de inversión”

Con el objetivo de que ofrezca sus criterios sobre dicho sistema le pedimos que responda a las siguientes preguntas.

Muchas gracias por anticipado.

Saludos, Ing. Manuel Cortés Iglesias.

Cuestionario:

Marque con una cruz (x), en una escala creciente de 1 a 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento e información que posee sobre el proceso de modelación matemática aplicada o la inversión y riesgos aplicado a las empresas:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Realice una autovaloración, según la tabla siguiente, de sus niveles de argumentación o fundamentación sobre el tema objeto de investigación.

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos sobre la Modelación Matemática Aplicada o Procesos de Inversión Empresarial realizados o estudiados por usted.			
Su experiencia práctica en su área del conocimiento			
Conocimiento de autores nacionales sobre el tema.			

Conocimiento de autores extranjeros sobre el tema.			
Su propio conocimiento del estado del tema.			
Su intuición.			

Responda en una escala de Liker su valoración sobre los diferentes aspectos tenidos en cuenta en la tesis de maestría en la escala:

EXCELENTE	MUY BIEN	BIEN	REGULAR	MAL
-----------	----------	------	---------	-----

Método de Montecarlo

El Tratamiento de los Riesgos en la inversión

Excelente	Muy Bien	Bien	Regular	Mal

Utilización del método de Montecarlo para calcular en 3 opciones las evaluaciones de los riesgos.

Excelente	Muy Bien	Bien	Regular	Mal

Utilización del método de Montecarlo para calcular en 5 opciones las evaluaciones de los riesgos.

Excelente	Muy Bien	Bien	Regular	Mal

Formulario para insertar el peso de la frecuencia y el impacto, así como el número de iteraciones para la Simulación de Montecarlo.

Excelente	Muy Bien	Bien	Regular	Mal

Evaluación de los riesgos mediante el método de Montecarlo para hallar el porcentaje de los riesgos en los proyectos de inversión.

Excelente	Muy Bien	Bien	Regular	Mal

Cálculo del VAN

Cálculo del Valor Actual Neto para conocer la factibilidad de los proyectos.

Excelente	Muy Bien	Bien	Regular	Mal

Utilización de una media ponderada de riesgos y el interés del riesgo para calcular la tasa de rentabilidad en el cálculo del VAN.

Excelente	Muy Bien	Bien	Regular	Mal

Modelo de Programación Lineal en Enteros

Utilización del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.

Excelente	Muy Bien	Bien	Regular	Mal

Variante 1 del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.

Excelente	Muy Bien	Bien	Regular	Mal

Variante 2 del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.

Excelente	Muy Bien	Bien	Regular	Mal

Propuesta de presentación de los resultados del sistema

Excelente	Muy Bien	Bien	Regular	Mal

La Aplicación del Software WinQsb para la solución del modelo de Programación Lineal Entera.

Excelente	Muy Bien	Bien	Regular	Mal

Anexo 3: Frecuencia Observada.

Aspectos	Mal	Regular	Bien	Muy Bien	Excelente
El Tratamiento de los Riesgos en la inversión	0	0	0	2	10
Utilización del método de Montecarlo para calcular en 3 opciones las evaluaciones de los riesgos.	0	0	0	7	5
Utilización del método de Montecarlo para calcular en 5 opciones las evaluaciones de los riesgos.	0	0	0	2	10
Formulario para insertar el peso de la frecuencia y el impacto, así como el número de iteraciones para la Simulación de Montecarlo.	0	0	0	2	10
Evaluación de los riesgos mediante el método de Montecarlo para hallar el porcentaje de los riesgos en los proyectos de inversión.	0	0	0	1	11
Cálculo del Valor Actual Neto para conocer la factibilidad de los proyectos.	0	0	0	2	10
Utilización de una media ponderada de riesgos y el interés del riesgo para calcular la tasa de rentabilidad en el cálculo del VAN.	0	0	1	2	9
Utilización del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.	0	0	0	4	8
Variante 1 del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.	0	0	1	1	10
Variante 2 del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.	0	0	0	2	10
Propuesta de presentación de los resultados del sistema.	0	0	1	4	7

La Aplicación del Software WinQsb para la solución del modelo de Programación Lineal Entera.	0	0	1	3	8
--	---	---	---	---	---

Anexo 4: Frecuencia Acumulada

Aspectos	Mal	Regular	Bien	Muy Bien	Excelente
El Tratamiento de los Riesgos en la inversión	0	0	0	2	12
Utilización del método de Montecarlo para calcular en 3 opciones las evaluaciones de los riesgos.	0	0	0	7	12
Utilización del método de Montecarlo para calcular en 5 opciones las evaluaciones de los riesgos.	0	0	0	2	12
Formulario para insertar el peso de la frecuencia y el impacto, así como el número de iteraciones para la Simulación de Montecarlo.	0	0	0	2	12
Evaluación de los riesgos mediante el método de Montecarlo para hallar el porcentaje de los riesgos en los proyectos de inversión.	0	0	0	1	12
Cálculo del Valor Actual Neto para conocer la factibilidad de los proyectos.	0	0	0	2	12
Utilización de una media ponderada de riesgos y el interés del riesgo para calcular la tasa de rentabilidad en el cálculo del VAN.	0	0	1	3	12
Utilización del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.	0	0	0	4	12
Variante 1 del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.	0	0	1	2	12
Variante 2 del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.	0	0	0	2	12
Propuesta de presentación de los resultados del sistema.	0	0	1	5	12

La Aplicación del Software WinQsb para la solución del modelo de Programación Lineal Entera.	0	0	1	4	12
--	---	---	---	---	----

Anexo 5: Frecuencia Acumulada Relativa

Aspectos	Mal	Regular	Bien	Muy Bien
El Tratamiento de los Riesgos en la inversión	0	0	0	0.16666667163372
Utilización del método de Montecarlo para calcular en 3 opciones las evaluaciones de los riesgos.	0	0	0	0.583333313465118
Utilización del método de Montecarlo para calcular en 5 opciones las evaluaciones de los riesgos.	0	0	0	0.16666667163372
Formulario para insertar el peso de la frecuencia y el impacto, así como el número de iteraciones para la Simulación de Montecarlo.	0	0	0	0.16666667163372
Evaluación de los riesgos mediante el método de Montecarlo para hallar el porcentaje de los riesgos en los proyectos de inversión.	0	0	0	0.0833333358168602
Cálculo del Valor Actual Neto para conocer la factibilidad de los proyectos.	0	0	0	0.16666667163372
Utilización de una media ponderada de riesgos y el interés del riesgo para calcular la tasa de rentabilidad en el cálculo del VAN.	0	0	0.0833333358168602	0.25
Utilización del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.	0	0	0	0.333333343267441

Variante 1 del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.	0	0	0.0833333358168602	0.16666667163372
Variante 2 del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.	0	0	0	0.16666667163372
Propuesta de presentación de los resultados del sistema.	0	0	0.0833333358168602	0.416666656732559
La Aplicación del Software WinQsb para la solución del modelo de Programación Lineal Entera.	0	0	0.0833333358168602	0.333333343267441

Anexo 6: Distribución Normal Inversa

Aspectos	Mal	Regular	Bien	Muy Bien
El Tratamiento de los Riesgos en la inversión	-3.09	-3.09	-3.09	-0.967421546774634
Utilización del método de Montecarlo para calcular en 3 opciones las evaluaciones de los riesgos.	-3.09	-3.09	-3.09	0.210428343158112
Utilización del método de Montecarlo para calcular en 5 opciones las evaluaciones de los riesgos.	-3.09	-3.09	-3.09	-0.967421546774634
Formulario para insertar el peso de la frecuencia y el impacto, así como el número de iteraciones para la Simulación de Montecarlo.	-3.09	-3.09	-3.09	-0.967421546774634
Evaluación de los riesgos mediante el método de Montecarlo para hallar el porcentaje de los riesgos en los proyectos de inversión.	-3.09	-3.09	-3.09	-1.38299411128801
Cálculo del Valor Actual Neto para conocer la factibilidad de los proyectos.	-3.09	-3.09	-3.09	-0.967421546774634
Utilización de una media ponderada de riesgos y el interés del riesgo para calcular la tasa de rentabilidad en el cálculo del VAN.	-3.09	-3.09	-1.38299411128801	-0.674489750223422
Utilización del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.	-3.09	-3.09	-3.09	-0.430727272073484
Variante 1 del modelo de	-3.09	-3.09	-1.38299411128801	-0.967421546774634

programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.				
Variante 2 del modelo de programación lineal en enteros en proyectos de inversión utilizando el VAN.	-3.09	-3.09	-3.09	-0.967421546774634
Propuesta de presentación de los resultados del sistema.	-3.09	-3.09	-1.38299411128801	-0.210428419533838
La Aplicación del Software WinQsb para la solución del modelo de Programación Lineal Entera.	-3.09	-3.09	-1.38299411128801	-0.430727272073484

Anexo 7: Resultados del SPSS coeficiente de Kendall

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						Percentil 25	Percentil 50 (Mediana)	75°
Excelente	12	9,00	1,706	5	11	8,00	10,00	10,00
Muy_Bien	12	2,67	1,670	1	7	2,00	2,00	3,75
Bien	12	,33	,492	0	1	,00	,00	1,00
Regular	12	,00	,000	0	0	,00	,00	,00
Mal	12	,00	,000	0	0	,00	,00	,00

Rangos

	Rango promedio
Excelente	4,92
Muy_Bien	4,04
Bien	2,38
Regular	1,83
Mal	1,83

Estadísticos de prueba

N	12
W de Kendall ^a	,931
Chi-cuadrado	44,670
gl	4
Sig. asintótica	,000

a. Coeficiente de concordancia de Kendall