

Universidad de las Ciencias Informáticas Facultad 3.



***Título:** “Propuesta de Modelo de Pre Factibilidad para la Evaluación de Proyectos de Software en la Universidad de las Ciencias Informáticas”.*

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autor(es): Marieta Peña Abreu.

Beatriz Bertamí Barrios.

Tutor(es): Dr.C Pedro Yobanis Piñero Pérez

MSc. Maikel Yelandi Leyva Vázquez

Cotutor: Ing.C Jessie Castell González

Declaración de Autoría

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Marieta Peña Abreu

Beatriz Bertamí Barrios

Firma del Autor

Firma del Autor

Pedro Yobanis Piñero Pérez

Maikel Yelandi Leyva Vázquez

Jessie Castell González

Firma del Tutor

Firma del Tutor

Firma del Tutor

AGRADECIMIENTOS

De Betty:

Gracias infinitamente:

A mis padres por su sacrificio, entrega y por siempre confiar en mí. Gracias por estar siempre a mi lado y darme fuerzas en los momentos más difíciles.

A mi hermanita por acompañarme siempre y hacer mi vida más amena y divertida.

A Arcel por estar siempre a mi lado estos años y darme su apoyo en los momentos difíciles, compartiendo alegrías y pesares, por aguantar todas mis malcriadeces. Gracias por ser un maravilloso amigo y compañero y llenar mi vida de amor.

A todos mis amigos de la Universidad, por todos los momentos compartidos, por hacer estos años agradables y divertidos. Agradecimientos especiales a mi amiga y compañera Marieta por aguantarme todos estos años y por convertirse en mi hermana en esta Universidad.

A nuestro tutor Pedro Y. Piñero Pérez por compartir con nosotras su conocimiento y experiencia, por guiarnos todos estos años y sobre todo por su amistad incondicional.

A nuestro tutor Maikel Y. Leyva Vázquez por su guía y ayuda, por orientarnos y compartir sus conocimientos. Por estar siempre cuando necesitamos de él.

A nuestra cotutora Jessie Castell González por su ayuda y estar siempre a nuestra disposición.

A la obra inmensa de nuestra Revolución por permitirnos formarnos como profesionales en esta maravillosa Universidad, permitiéndonos ser parte de "la tropa del futuro", como nos llamo nuestro comandante Fidel.

Agradecimientos

De Marieta:

A mi madre por su entrega total para que yo fuese universitaria y su amor infinito en todos los momentos difíciles. Gracias por ser la mejor de todas.

A mi padre por su exigencia, constancia, por el amor tan grande que siento por él que me ha permitido ser fuerte para nunca defraudarlo.

A mi abuela Lola por ser fuente inspiradora de fortaleza y sacrificios, por ser mi segunda madre y siempre estar dispuesta a ayudarme.

A todas las personas que forman parte de mi familia a mis hermanos, a Mily, mis tíos y primos.

A todas las personas que han estado a mi lado en la Universidad ayudándome en cada momento y han sido mis amigos.

A mi mejor amiga y hermana Betty porque sin ella estos años hubiesen sido más difíciles, por escucharme y ser siempre mi paño de lágrimas.

A mi tutor, profesor y amigo Pedro Y. Piñero Pérez, por ser incondicional en cada momento en estos 5 años, por ser luz y guía de mi carrera profesional, por no abandonarme nunca en un momento difícil.

A mis tutores Maikel Y. Leyva Vázquez y Jessie Castell González por compartir sus conocimientos con nostras y guiarnos en nuestro trabajo de diploma.

A la FEU por formarme como mejor estudiante y persona, por ser mi compañera desde los inicios hasta el final.

A nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz por soñar esta Universidad y hacerla realidad permitiendo que hoy sea fruto de la obra de la revolución.

DEDICATORIA

De Betty:

Dedico este trabajo especial mente a mis padres, que con su ejemplo y sabiduría me han guiado en el camino de la vida dándome mucha entrega y amor. Porque sin su apoyo y sacrificio no sería posible estar aquí hoy. Gracias por ser los mejores padres del mundo, los amo.

A mi hermanita que tanto quiero para que valla aprendiendo lo que es una tesis y se prepare para la suya.

A Arcel, por compartir conmigo tantas horas de estudio y hacer mí paso por la Universidad tan agradable, por compartir cada detalle de mi vida, y darme tanto amor y cariño. Por que este sea el principio de una nueva y bella vida para los dos, te amo.

A todos mis amigos y compañeros con los que he compartido maravillosas experiencias, y por estar hoy aquí conmigo.

Para todos ustedes esta Tesis con mucho amor.

De Marieta

Dedico este trabajo de diploma y estos 5 años a mis padres, por ser mi razón de ser, mis mejores amigos, por darme la fuerza para seguir adelante. A ellos que han sido el amor más puro y verdadero que existe en mi vida, los que son y serán siempre la luz de mi vida.

A mi abuela Lola que la amo infinitamente y es el mejor ejemplo de mujer perseverante y fuerte.

Dedico esta tesis a todos lo que me quieren de corazón y nunca me abandonan.

RESUMEN

En el presente trabajo de diploma, se propone un modelo para realizar el análisis de pre factibilidad en los proyectos de software en la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), con el objetivo de mejorar el proceso de selección de proyectos a desarrollar en la UCI. Centrando como objeto de estudio la gestión de proyectos de software y más específicamente la evaluación de proyectos de software.

Para lograr alcanzar este objetivo, se realizó un estudio referente a la evaluación de proyectos de software, y los procesos asociados a la misma. Se analizaron las principales tendencias vigentes, en aras de conocer si alguna de estas se adapta al entorno productivo de la universidad.

El modelo se divide en tres fases fundamentales: Iniciación, Evaluación y Comunicación. Cada una de ellas es sustentada por entradas, salidas así como técnicas y herramientas. Este modelo de aplicará en proyectos del Centro de Tecnologías de Almacenamientos y Análisis de Datos (CENTALAD).

Palabras Clave:

Evaluación

Factibilidad

Meta evaluador

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| AGRADECIMIENTOS | I |
| DEDICATORIA | I |
| RESUMEN..... | III |
| ÍNDICE | IV |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | IV |
| ÍNDICE DE TABLAS | V |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... | 10 |
| INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1.1 CONCEPTOS GENERALES..... | 10 |
| 1.2 TENDENCIAS Y METODOLOGÍAS MUNDIALES DE LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS..... | 14 |
| 1.2.1 Metodología Propuesta por el Departamento de Inversiones del Gobierno de Chile..... | 14 |
| 1.2.2 Metodología Cubana. Gestión de Proyectos para Informáticos..... | 16 |
| 1.2.3 Guía Práctica para el Diseño, Administración, y Evaluación de Proyectos Sociales..... | 18 |
| 1.2.4 Metodología Propuesta por el International Project Management Association..... | 19 |
| 1.3 TENDENCIAS DE LAS TÉCNICAS USADAS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS..... | 20 |
| 1.3.1 Modelos para la Evaluación Individual de Proyectos..... | 27 |
| 1.3.1.1 Modelos Económicos..... | 27 |
| 1.3.1.2 Modelos Basados en la Experiencia..... | 31 |
| 1.3.1.3 Modelos Matemáticos..... | 35 |
| 1.3.1.4 Modelos de Simulación..... | 39 |
| 1.3.2 Modelos para la Evaluación de Portafolios de Proyectos..... | 40 |
| 1.3.2.1 Modelos de Programación Matemática..... | 40 |
| 1.3.2.2 Modelo Basado en Clúster..... | 43 |

| | |
|--|----|
| 1.4 TENDENCIAS DE LOS CLASIFICADORES AUTOMÁTICOS..... | 45 |
| 1.4.1 Técnicas para Generar Clasificadores..... | 45 |
| CONCLUSIONES PARCIALES..... | 48 |
| CAPÍTULO 2: MODELO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS..... | 49 |
| INTRODUCCIÓN..... | 49 |
| 2.1 Modelo de Pre Factibilidad para la Evaluación de Proyectos de Software..... | 49 |
| 2.1.1 Fase de Iniciación..... | 52 |
| 2.1.1.1 Entradas..... | 53 |
| 2.1.1.2 Técnicas y Herramientas..... | 59 |
| 2.1.1.3 Salidas..... | 73 |
| 2.1.3 Fase de Evaluación..... | 74 |
| 2.1.3.1 Entradas..... | 74 |
| 2.1.3.2 Técnicas y Herramientas..... | 74 |
| 2.1.3.2.1 Modelo de Pre factibilidad para la Evaluación de de Proyectos de Software..... | 76 |
| 2.1.3.3 Salidas..... | 90 |
| 2.1.4 Fase de Comunicación..... | 91 |
| 2.1.4.1 Entradas..... | 91 |
| 2.1.4.2 Técnicas y Herramientas..... | 91 |
| 2.1.4.3 Salidas..... | 92 |
| CONCLUSIONES PARCIALES..... | 92 |
| CAPITULO 3: EVALUACIÓN Y APLICACIÓN DE LA PROPUESTA..... | 94 |
| INTRODUCCIÓN..... | 94 |
| 3.1 FASE DE INICIACIÓN..... | 94 |
| 3.1.1 Entradas..... | 94 |

| | |
|---|-----|
| 3.1.2 Técnicas y Herramientas..... | 95 |
| 3.2.3 Salidas..... | 99 |
| 3.2 FASE DE EVALUACIÓN..... | 100 |
| 3.2.1 Entradas | 100 |
| 3.2.2 Técnicas y Herramientas..... | 100 |
| 3.2.3 Salidas..... | 108 |
| 3.3 FASE DE COMUNICACIÓN | 108 |
| 3.3.1 Entradas | 108 |
| 3.3.2 Técnicas y Herramientas..... | 108 |
| 3.3.3 Salidas..... | 109 |
| CONCLUSIONES PARCIALES..... | 111 |
| CONCLUSIONES | 112 |
| RECOMENDACIONES | 113 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 114 |
| ANEXOS..... | 116 |
| ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA CALCULAR EL FLUJO DE CAJA..... | 116 |
| ANEXO 2: DOCUMENTO DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO DEL PROYECTO 1. | 116 |
| ANEXO 3: DOCUMENTO DE INFORMACIÓN DEL ENTORNO DEL PROYECTO DEL PROYECTO 1..... | 126 |
| ANEXO 4: DOCUMENTO DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO DEL PROYECTO 2. | 128 |
| ANEXO 5: DOCUMENTO DE INFORMACIÓN DEL ENTORNO DEL PROYECTO DEL PROYECTO 2. | 137 |
| ANEXO 6: PROCESO DE SELECCIÓN DEL MÉTODO AHP. | 138 |
| ANEXO 7: ACTA DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO. | 138 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Evolución de la Gestión de Proyectos | 1 |
| Figura 2: Gráfica relación Costo – Eficiencia..... | 15 |
| Figura 3: Grafo de Técnicas de Evaluación de Proyectos..... | 21 |
| Figura 4: Árbol de Decisión..... | 33 |
| Figura 5: Estructura Piramidal para Elegir el Trazado Adecuado. | 38 |
| Figura 6: Estructura del Modelo de Evaluación | 50 |
| Figura 7: Estructura de del Equipo de Desarrollo. | 52 |
| Figura 8: Estructura de la Fase de Iniciación | 53 |
| Figura 9: Flujo de la Técnica Selección de Expertos..... | 68 |
| Figura 10: Flujo de la Técnica Selección de Criterios..... | 70 |
| Figura 11: Cuadrante de Selección de Criterios..... | 72 |
| Figura 12: Estructura de la Fase de Evaluación..... | 74 |
| Figura 13: Proceso de Funcionamiento del Meta Evaluador. | 77 |
| Figura 14: Meta Evaluador Propuesto..... | 78 |
| Figura 15: Descomposición Jerárquica del Problema | 80 |
| Figura 16: Estructura de la Fase de Comunicación..... | 91 |
| Figura 17: Gráfica de los Criterios Seleccionados..... | 98 |
| Figura 18: Resultado del Meta Evaluador | 101 |
| Figura 19: Simbología empleada en el Excel | 105 |
| Figura 20: Paso 1, Aplicación del AHP..... | 105 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1: Técnicas de Evaluación de Proyectos | 27 |
| Tabla 2: Tabla de Decisión Genérica. | 32 |
| Tabla 3: Áreas que Recoge los Documentos de Entrada | 54 |
| Tabla 4: Propuesta de Criterios..... | 67 |
| Tabla 5: Cantidad de Votaciones de Experto por Criterio..... | 71 |
| Tabla 6: Votaciones de los Expertos..... | 71 |
| Tabla 7: Preferencias de Criterios..... | 81 |
| Tabla 8: Índices de Consistencia. | 85 |
| Tabla 9: Prioridad Global de los Criterios (resumen de los pasos 6-8)..... | 86 |
| Tabla 10: Grado de Apreciación de los Expertos sobre el Criterio | 96 |
| Tabla 11: Resultado de los Métodos Financieros en Escala de 0 a 1..... | 102 |
| Tabla 12: Matriz de Comparación por Pares del Paso 2, Aplicación del AHP | 106 |
| Tabla 13: Matriz Normalizada del Paso 3, Aplicación del AHP | 106 |
| Tabla 14: Vector de Prioridad del Paso 4, Aplicación del AHP | 106 |
| Tabla 15: Consistencia de la Opinión de los Expertos..... | 107 |
| Tabla 16: Matriz de Prioridad del Paso 6 de la Aplicación del AHP | 107 |
| Tabla 17: Matriz Recíproca del Paso 7, Aplicación del AHP | 107 |
| Tabla 18: Vector de Prioridad Global del Paso 8, Aplicación del AHP | 108 |

INTRODUCCIÓN

Al revisar la historia de la especie humana resulta fácil percatarse que los proyectos han surgido con la propia capacidad del pensamiento humano, tal vez no se encuentre una historia completamente definida pero si algo es seguro es que este proceso ha ocurrido según el transcurso y desarrollo de la historia de la humanidad.

En el curso de la evolución del pensamiento del hombre se pueden encontrar complejas obras constructivas como las antiguas pirámides de Egipto, el templo de Chichén Itsa de los Mayas, la pirámide de Sakkara en Egipto 2650 años a.c¹, los Dólmenes y Círculos Megalíticos de Stonehenge de las Irlas Británicas en 1495 a.c. Al apreciar estas maravillosas construcciones se puede decir que el hombre sin lugar a dudas tenía objetivos bien definidos [1].

Podría decirse que los realizadores de estas obras mostradas en la Figura 1, fueron los primeros directores de proyectos que se conocen. Estas obras han sido ejemplos de cómo a través de metodologías, técnicas y procesos de desarrollo, la gestión de proyectos fue convirtiéndose en una disciplina propia tal cual es en la época actual, donde se denomina gestión de proyectos moderna y que da sus primeros pasos en la década del 1950 y 1960 [2].

Hace 30 años los métodos de gestión de proyectos estaban considerados como una especialidad limitada de interés exclusivo para ciertos servicios técnicos oscuros.

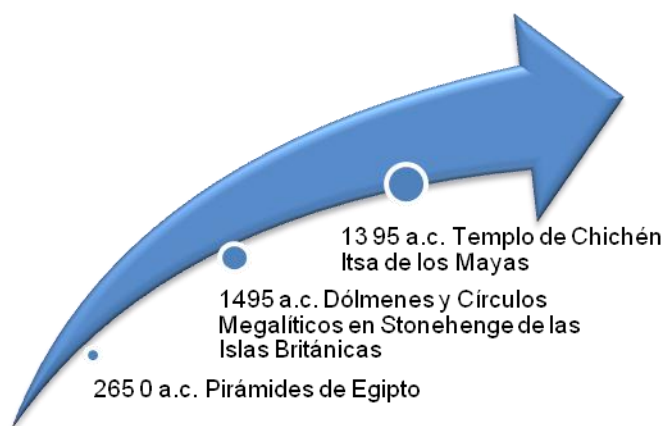


Figura 1: Evolución de la Gestión de Proyectos

¹ a.c: Antes de Cristo.

La necesidad de su profesionalización surgió en el ámbito militar con el surgimiento de grandes proyectos militares en los años 50 que requerían de coordinación, trabajo en conjunto de equipos y disciplinas diferentes en la construcción de sistemas únicos [2].

Un elemento distintivo a destacar fue la introducción del concepto de concurrencia por Bernard Schriever, arquitecto de desarrollo de misiles balísticos, el cual marca el inicio de una nueva etapa conocida hoy como Dirección Integrada de Proyectos [3].

A finales de la década del '50 Peter Norden, del laboratorio de investigación de IBM, encontró una relación entre la asignación de recursos a un proyecto de desarrollo e investigación y el tiempo de desarrollo del trabajo que se debe completar, un elemento fundamental en el desarrollo de proyectos. En 1960, en su seminario de Ingeniería de Presupuesto y Control presentado ante American Management Association [3] indicó lo siguiente:

- Es posible relacionar proyectos pasados o completados con nuevos proyectos para pronosticar costos de proyectos.
- Existen regularidades en todos los proyectos.
- Es absolutamente necesario descomponer un proyecto en componentes más pequeños para efectos de pronósticos.

El aporte más significativo en los últimos años a la Gestión de Proyectos de Software ha sido la creación de numerosos Institutos de altos estudios que han enfocado sus esfuerzos en la formalización de nuevos métodos de organización y trabajo. Dentro de estas instituciones pueden citarse al Project Management Institute (PMI) y el International Project Management Association (IPMA), ambos fundados en 1965. Desde su fundación han estado trabajando en la publicación de estándares profesionales para la Gestión de Proyectos, siendo las más relevantes: el PMBOK (Project Management Body of Knowledge) [4], la norma ISO-10006 del 2003 y Prince2² publicada en 1989.

² **PRINCE**, Projects in Controlled Environments

La Gestión de Proyectos ha ido evolucionando y aun continúa haciéndolo, convirtiéndose en la actualidad en un área del conocimiento interdisciplinaria donde las técnicas de dirección y de gestión de recursos humanos y los conocimientos técnicos del área específica de aplicación se funden en un sistema único de trabajo, dirigido por un líder. En los días actuales la aceleración de la evolución de productos, de mercados, de estructuras y capacidades coloca en el centro la gestión de proyectos de cambio que tienen la función principal de adaptar rápidamente todos los aspectos de la explotación para mantener o desarrollar su competitividad [5].

La nueva estructura de organización de los proyectos y la necesidad del perfeccionamiento en los procesos de producción, por otra parte el entorno empresarial, el mundo de la comercialización y los negocios se vuelven cada día más competitivos, exigen mayor calidad en los procesos y reclaman tecnología avanzada.

Es importante conocer de antemano la viabilidad de un proyecto así como si el resto de las condiciones de ejecución son razonables y si es aconsejable que dicha idea se convierta en un proyecto. Es imprescindible anticipar las dificultades previsibles y consiguientemente poder poner en juego los medios necesarios y las soluciones técnicas a fin de que la ejecución de la obra en cuestión se realice en las debidas condiciones de calidad y coste. La decisión de acometer un proyecto entraña siempre un riesgo y supone la adjudicación de recursos importantes, por lo cual no es sensato lanzarse a la ejecución del proyecto sin antes realizar los estudios pertinentes que confirmen la viabilidad y factibilidad del mismo [5].

Dentro de la Gestión de Proyectos se puede identificar una importante área encargada de dar respuesta a la interrogante de si es o no factible la realización de un proyecto, este es el caso de la Evaluación de Proyectos.

Según PMBOK antes de comenzar con las actividades del Grupo de Procesos de Iniciación, se deben documentar las necesidades o requisitos de negocio de la organización. Es en este momento donde se puede realizar una primera evaluación para determinar la viabilidad del mismo.

La Evaluación de Proyectos ha ido evolucionando a lo largo de los años, anteriormente el proceso de selección de proyectos era fácilmente manejable por sus pequeñas dimensiones. Al crecer la competencia a nivel mundial entre las empresas de desarrollo de software se hace imprescindible la utilización de

nuevos modelos que exijan mayor competitividad para una mejor distribución de recursos y planificación del desarrollo de software [6].

En una época marcada por progresivos avances tecnológicos y científicos, la correcta selección de proyectos de software es vital para el desarrollo de esta industria. Son numerosos los fracasos de proyectos informáticos por diferentes razones, las más frecuentes son: las dificultades con el equipo de desarrollo, mala organización de los mismos, insuficiente estimación de costos o equivocaciones en la toma de decisiones en diferentes fases del desarrollo del software.

Para tomar decisiones sobre un proyecto a realizar es necesario un análisis multidisciplinario desde diferentes aristas. Algunos de los factores que se deben revisar son: estudios de mercado, estudios tecnológicos, económicos y los recursos humanos entre muchos otros que no se deben descuidar al iniciar un proyecto. Desde el enfoque de los estudios de mercado algunos factores importantes a considerar son: cuantificación de la demanda y oferta así como los análisis de precios y las proyecciones de comercialización.

La selección de buenos proyectos es quizás uno de los problemas más cruciales que enfrentan las organizaciones encargadas de promover la ciencia y la tecnología con dos sub problemas fuertemente enlazados:

- La evaluación de proyectos individuales.
- La formación de una cartera.

A favor de resolver estos problemas, muchas organizaciones han tratado de establecer guías y estándares. Ante la necesidad de extender las guías publicadas por el PMI para abarcar los procesos organizacionales relacionados con la gestión de proyectos surgen la guía para la gestión de programas y The Standard for Portfolio Management. Para el PMI una de las metas de la gestión del portafolio es maximizar el valor del portafolio evaluando con cuidado los proyectos y programas candidatos a ser incluidos en el portafolio.

La calidad de un proyecto debe ser juzgada por su impacto global (económica, social, científica, formación de recursos humanos de alto nivel) y su probabilidad de éxito (currículum del líder, dificultad del problema

científico, fortaleza del grupo de investigación, concepción de la propuesta, ambiente académico de la institución proponente, entre otros.) [7].

En los últimos tiempos son grandes los esfuerzos de las agencias internacionales, las Organizaciones no Gubernamentales y otras entidades por mejorar la gestión y sobre todo el impacto que generan los proyectos de desarrollo en las poblaciones, comunidades y los pueblos beneficiarios. En ese sentido y en muchas ocasiones motivados por el aprendizaje de los fracasos, los organismos han invertido tiempo, esfuerzo y recursos en mejorar sus intervenciones y la gestión de las mismas a través de la evaluación de proyectos. Todavía son pocas las entidades que lo asumen como una práctica generalizada y mucho menos la necesidad de generalizar las experiencias sistematizadas que puedan servir al aprendizaje colectivo [7].

En la mayoría de los países subdesarrollados existe gran dificultad para incorporar logros de la ciencia y la técnica en su desarrollo social debido a la deficiente organización de sus empresas de software, lo que impide a los trabajadores del sector informático impactar en este sentido.

Cuba como país subdesarrollado, lucha incansablemente por estar a la altura de los avances de la ciencia y la tecnología. Para lograr este objetivo ha creado espacios donde se practica la inteligencia en bien de la humanidad.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se presenta en el desarrollo de la industria de software como una institución joven, con una comunidad de trabajadores inexpertos en el tema, lo que trae consigo la ejecución de algunos procesos de manera ineficiente. Los métodos de evaluación para la selección de proyectos son insuficientes y están en constante perfeccionamiento. Temas como la gestión de riesgos y la factibilidad técnica en general no se tratan adecuadamente. Los estándares internacionales no se encuentran completamente implantados y generalizados. Los modelos de evaluación existentes no se ajustan al modelo de producción de la UCI convergiendo la mayoría a temas de factibilidad económica. En estos momentos la universidad no dispone de procesos para la evaluación dentro de la gestión de proyectos de software, lo que provoca la inadecuada selección de proyectos productivos.

Por tal motivo surge el interés de establecer un conjunto de procesos que permita evaluar la pre factibilidad de los proyectos de software en la UCI.

Problema Científico de la Investigación

Las insuficiencias de los métodos de evaluación para los proyectos de software está afectando el adecuado análisis de la factibilidad técnica y económica en los proyectos productivos de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Objeto de Estudio

Gestión de Proyectos de Software.

Campo de Acción

Modelos de Evaluación de Proyectos Software.

Objetivo General

Elaborar un modelo de pre factibilidad para la evaluación de proyectos de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Objetivos Específicos

1. Realizar un estudio del estado del arte del tema de evaluación de proyectos de software dentro de la Gestión de Proyectos de Software.
2. Elaborar un modelo de pre factibilidad para la evaluación de proyectos de software basado en métodos analíticos.
3. Validar el modelo en el Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos (CENTALAD) en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Hipótesis

Si se desarrolla un modelo de pre-factibilidad para la evaluación de proyectos de software dentro de la Gestión de Proyectos de software que permita solucionar las deficiencias de las metodologías y procesos vigentes en la actualidad para su implantación en la Universidad de las Ciencias Informáticas, entonces se lograrán mejoras en la evaluación y selección de proyectos de software contribuyendo a la factibilidad técnica y económica.

Tareas de la Investigación

1. Sistematización en el estudio del estado del arte sobre las tendencias de la evaluación de proyectos de software existentes en el mundo.
2. Concepción de un modelo para la evaluación de pre factibilidad que se ajuste al caso particular de proyectos de software.
3. Identificación de fases para realizar un modelo de pre factibilidad para la evaluación de proyectos de software.
4. Descripción de fases para realizar un modelo de pre factibilidad para la evaluación de proyectos de software.
5. Identificación de criterios en la fase de evaluación.
6. Selección de los métodos analíticos para evaluar los proyectos de software en la UCI.
7. Descripción de los métodos analíticos para evaluar los proyectos de software en la UCI.
8. Selección de proyectos de software en la UCI donde se aplicara el modelo para la evaluación.
9. Aplicación del modelo de evaluación de pre factibilidad para la evaluación proyectos de software en el Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos (CENTALAD).
10. Obtención de los resultados.

Diseño Metodológico

Estrategias de investigación

Exploratoria y la aplicativa: Se realizará una exploración de las distintas tendencias de la evaluación de proyectos de software, incluyendo procesos, métodos y criterios de evaluación dentro de la gestión de proyectos. Todo con el propósito de identificar fortalezas y debilidades de cada uno de los procesos identificando la factibilidad de cada una de ellas y su adaptabilidad a la investigación, para así poder desarrollar un modelo de evaluación que contribuya a resolver las deficiencias que hoy tiene la Universidad y siguiendo las mejores tendencias mundiales.

Métodos teóricos:

Histórico Lógico: Desde este enfoque, en la primera parte de la investigación se realiza un estudio de la problemática anunciada, revisando los beneficios y las deficiencias de las tendencias y modelos de

evaluación de proyectos de software, estableciendo así una conexión entre su concepción histórica y la actualidad.

Hipotético-Deductivo: Se realiza un análisis hipotético-deductivo ya que a partir de la problemática existente hoy en la Universidad de las Ciencias Informáticas se plantean los objetivos generales y específicos de nuestra investigación. Proponiendo la hipótesis, a la cual se dará un seguimiento dando respuesta en el transcurso de la investigación a la misma, siguiendo métodos científicos fundamentados llegando a introducir nuevos conocimientos que posteriormente serán evaluados.

Sistémico: Se plantea el problema y su solución como un todo, realizando un estudio de cada uno de los componentes de la evaluación de proyectos de software, estableciendo dependencias y conexiones entre cada una de las fases para poder lograr un resultado integral e instaurar así un sistema sostenible.

Aporte Teórico – Práctico

El presente trabajo de diploma brinda como principal aporte teórico – práctico la elaboración de un modelo de evaluación de proyectos de software enfocado en las necesidades de la UCI y basado en las tendencias y estándares mundiales de evaluación de proyectos de software. En futuros trabajos de postgrado, maestría y doctorado se podrá seguir ampliando el tema con un mayor alcance.

El modelo propuesto como aporte práctico servirá para la toma de decisiones en la selección de proyectos de software a desarrollar en la UCI fortaleciendo dicho proceso ya que mejora la factibilidad financiera y técnica, fortaleciendo de esta manera el proceso de desarrollo de software.

ESTRUCTURA DEL TRABAJO

El presente trabajo de diploma consta de tres capítulos y una breve introducción al tema de la Evaluación de Proyectos de Software. En el capítulo 1 se realiza la fundamentación teórica de la propuesta y un estudio del estado del arte en la Evaluación de Proyectos Software. En el capítulo 2 se elaboró la propuesta del para la evaluación de pre factibilidad de proyectos de software, explicando las distintas fases del proceso de evaluación así como las entradas, técnicas y herramientas, y salidas de cada una de estas fases. En el capítulo 3 se expone el análisis de los resultados tras la aplicación de la propuesta. Finalmente se presentan las conclusiones del trabajo y las recomendaciones.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Introducción

En el presente capítulo se muestra un estudio del estado del arte de las principales tendencias en cuanto a técnicas, métodos, factibilidad técnica y económica de las metodologías y modelos de evaluación de proyectos de software dentro de la Gestión de Proyectos de Software.

1.1 Conceptos generales.

Para entender el concepto general de la Gestión de Proyectos se introducen diferentes definiciones de proyecto presentadas como estándares.

Proyecto: El PMBOK define un proyecto como un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. El término *temporal* se refiere a que cada proyecto define un comienzo y un final al cual se llega cuando se han cumplido todos los objetivos del proyecto o cuando queda claro que no se han alcanzado o no se alcanzarán los objetivos. Un proyecto crea servicios productos o resultados únicos mediante una elaboración gradual, lo que significa que se va desarrollando en pasos el proyecto y este va aumentando cada vez [4].

Portafolio o Cartera de Proyecto: Es un conjunto de proyectos que, llevados a cabo en un determinado periodo de tiempo, comparten una serie de recursos y entre los que pueden existir relaciones de complementariedad, incompatibilidad y sinergias producidas por compartir costes y beneficios derivados de la realización de más de un proyecto a la vez. Ello implica que no es suficiente comparar un proyecto con otro, sino que es necesario comparar grupos de proyectos, buscando la cartera de proyectos eficiente que mejor se adapte a las necesidades de la organización [8].

Temporal: Cada proyecto tiene un tiempo de vida definido. El proyecto concluye cuando se cumplen los objetivos propuestos en el plazo determinado o cuando la necesidad del proyecto ya no exista y sea cancelado. La mayoría de los proyectos se emprenden para obtener un resultado duradero [4].

Productos, servicios o resultados únicos: Un proyecto crea productos entregables únicos. La singularidad es una característica muy importante en la evaluación ya que le da un alto valor en el análisis [4].

Elaboración gradual: La elaboración gradual acompaña los conceptos de temporal y único. El proyecto se va desarrollando en pasos y va aumentando gradualmente según su complejidad. La elaboración gradual debe ser coordinada con la definición del alcance del proyecto y con el entendimiento del equipo de desarrollo de los objetivos propuestos [4].

Gestión: Acción y efecto de realizar tareas con el cuidado, esfuerzo y eficacia que conducen a una finalidad [9].

Gestión de Proyectos: La dirección de proyectos es la aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto. Se aplican e integran los procesos de dirección de proyectos de inicio, planificación, ejecución, seguimiento, control y cierre. En este proceso el director del proyecto es la persona responsable de alcanzar los objetivos del proyecto [4].

Pre-factibilidad: Se realiza como una de las premisas fundamentales antes de elaborar el proyecto, pues ayuda a descubrir si es aconsejable o no aceptar el contrato [9].

Factibilidad: Se realiza al mismo tiempo que se ejecuta el proyecto de acuerdo con los resultados que se obtienen y ayuda a decidir si se realiza la inversión para introducir los resultados [9].

Evaluación de Proyectos: Proceso por el cual se determina el establecimiento de cambios generados por un proyecto a partir de la comparación entre el estado actual y el estado previsto en su planificación [10].

Surgimiento de los proyectos.

Los proyectos surgen a partir de diferentes necesidades, en numerosas ocasiones persiguen lograr un plan estratégico en una organización. Generalmente los proyectos son autorizados como resultado de una o más de las siguientes consideraciones estratégicas [4]:

- Una demanda del mercado (por ejemplo, una compañía petrolera autoriza un proyecto para construir una nueva refinería en respuesta a una escasez crónica de gasolina).
- Una necesidad de la organización (por ejemplo, una compañía de formación autoriza un proyecto para crear un nuevo curso a fin de aumentar sus ingresos).
- Una solicitud de un cliente (por ejemplo, una compañía eléctrica autoriza un proyecto para construir una nueva subestación para abastecer a un nuevo polígono industrial).
- Un avance tecnológico (por ejemplo, una firma de software autoriza un nuevo proyecto para desarrollar una nueva generación de videojuegos después de la introducción de nuevos equipos de juegos por parte de las empresas de electrónica).
- Un requisito legal (por ejemplo, un fabricante de pinturas autoriza un proyecto para establecer los procedimientos de manejo de un nuevo material tóxico).

En el entorno de desarrollo de la Universidad se han desarrollado proyectos híbridos, no existe una línea única, por lo que el modelo de evaluación propuesto debe ser adaptable al entorno de desarrollo de la Universidad de las Ciencias Informáticas, principalmente orientado a aquellos proyectos que se realizan a riesgo.

Los proyectos en dependencia de su naturaleza se clasifican en las cinco categorías siguientes [9]:

- Proyecto de investigación y desarrollo: Cuando existe una situación problemática que está afectando la vida económica o social de una institución, una comunidad, un territorio o un país que su solución es de interés para los implicados en la misma y que sea producto de un desconocimiento, que refleja una contradicción entre la teoría y la práctica; se hace necesario

realizar una investigación científica para encontrar la solución, haciendo un aporte al conocimiento llegando a desarrollar una tecnología un producto o un proceso.

- Proyecto de innovación: Proyecto dirigido a mejorar un producto, un servicio, un proceso, un sistema u otro resultado obtenido en la fase de desarrollo, con el objetivo de introducirlo en el mercado o en una aplicación social o medio ambiental. Cuando se ha desarrollado una tecnología, un producto, un proceso, un sistema o una modificación o cualquiera de ellas, que mejore la gestión de la organización, se hace necesario la elaboración de un proyecto para planificar y ejecutar su introducción en la práctica social.
- Proyecto para la ejecución de una inversión: Para realizar una inversión se hace necesario elaborar un proyecto donde se fundamente la misma, se haga su valoración económica, se identifiquen los recursos necesarios y se aporte una herramienta para controlar su ejecución.
- Proyecto de servicio científico-técnico: Los proyectos de servicio científico-técnicos se elaboran para la prestación de servicios de consultorías e información y para el apoyo a la selección y negociación de tecnologías, generalmente vinculadas a investigaciones, innovaciones y nuevas inversiones.
- Proyecto de formación de recursos humanos: Los proyectos de formación de recursos humanos están dirigidos a la formación, capacitación de profesionales y técnicos para asegurar el desarrollo científico técnico de las diferentes áreas del conocimiento.

Los proyectos en dependencia del nivel que se logre desde la obtención de un nuevo conocimiento hasta su introducción en la práctica social, se pueden clasificar en alguna de las siguientes categorías [9]:

- Proyectos de investigación básica o de creación científica: son aquellos que aportan un nuevo conocimiento científico, teniendo carácter estratégico para el desarrollo científico y económico de un país, constituyendo la base para el desarrollo futuro de nuevos productos, tecnologías, sistemas y procesos. En ellos es muy difícil llegar a la etapa de comercialización. Para realizar estas investigaciones se tiene que hacer una planificación detallada de las tareas que hay que ejecutar y de los recursos necesarios, lo que consiste en diseñar la investigación.

- Proyecto de desarrollo: Están encaminados a la obtención de nuevos productos, servicios, procesos o sistemas, o la mejora sustancial de los existentes a partir de un conocimiento adquirido mediante investigación o experiencia práctica, persigue beneficios prácticos. Generalmente la mayoría de los proyectos de producción de software constituyen proyectos de desarrollo
- Proyecto de investigación aplicada: Están dirigidos a adquirir nuevos conocimientos orientados a un objetivo práctico bien definido o a la profundización de los conocimientos existentes derivados de la investigación o de la experiencia práctica y donde el cliente está plenamente identificado. Por lo general están precedidos de proyectos básicos o de creación científica que producen los conocimientos necesarios para generar este tipo de proyectos.

1.2 Tendencias y metodologías mundiales de la evaluación de proyectos

1.2.1 Metodología Propuesta por el Departamento de Inversiones del Gobierno de Chile.

El departamento de Inversiones del gobierno de Chile elaboró una metodología que muestra la factibilidad técnica y económica al desarrollar un determinado proyecto, guiando a las instituciones que desarrollan proyectos de software [11].

En ella se propone la siguiente clasificación de proyectos informáticos:

- Proyectos de Desarrollo de aplicaciones: Elaboración y puesta en marcha de programas o sistemas computacionales.
- Proyectos de Equipamiento: Adquisición por primera vez de equipos, incluyendo tanto hardware como software básico utilitario.
- Proyectos de Mejoramiento, ampliación o reposición: Aumento de capacidad y calidad de servicios de hardware y/o mejoramiento de software.

La metodología se basa en la aplicación de la técnica de evaluación costo-eficiencia la cual consiste en definir los atributos a evaluar, otorgarle un valor a cada uno de ellos y finalmente calcular el índice de la eficiencia. En la siguiente gráfica se muestra la relación costo-eficiencia.

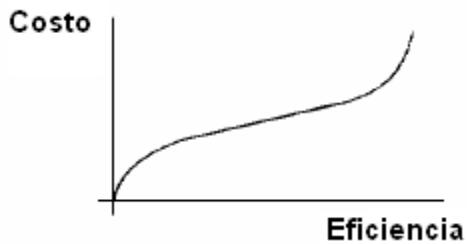


Figura 2: Gráfica relación Costo – Eficiencia.

A través de la ponderación de atributos se evalúan las diferentes alternativas, seleccionando la alternativa con mayor nivel técnico que resuelva los problemas planteados. La mayor complejidad del modelo radica en la definición de los atributos y la respectiva ponderación de los mismos.

Se plantean dos tipos de atributos relevantes:

- Atributos imprescindibles: Son aquellos que obligatoriamente deben cumplirse en su totalidad, en la alternativa a evaluar. De lo contrario, dicha alternativa no deberá ser considerada [11].
- Atributos evaluables: Son aquellos medibles y por tanto que permiten una evaluación y discriminación de cada alternativa, lo que es importante pues las alternativas de la solución pueden ser variadas y complejas, para la decisión de implementar una solución [11].

Los principales criterios son los siguientes:

- Efectividad
- Plataforma Tecnológica
- Calidad Técnica de la Solución
- Ahorro de costos operacionales

Conclusiones parciales de la metodología Preparación y evaluación de Proyectos Informáticos.

La dificultad del modelo radica justamente en la definición de atributos y la estimación de los ponderadores. El proceso de generación de atributos, asignación de puntajes y ponderadores, requiere claridad respecto a los requerimientos inicialmente identificados, de los problemas del actual sistema, de

los objetivos que persigue el nuevo sistema y de las funciones y sistemas administrativos. Una mala selección de atributos puede errar el modelo y no lograr una buena selección.

1.2.2 Metodología Cubana. Gestión de Proyectos para Informáticos.

La metodología propuesta por el Dr. Rolando Alfredo profesor en la Universidad de las Ciencias Informáticas, plantea un grupo de premisas para la evaluación de un proyecto tales como: conocer la vida útil del proyecto, el costo de la inversión y del financiamiento, así como determinar el flujo de caja, el valor actual neto, la tasa interna de retorno, el punto de equilibrio y hacer un análisis de sensibilidad de los indicadores desfavorables. Los recursos a invertir deben ser los necesarios para la instalación del proyecto y para su funcionamiento, siendo lo primero el capital fijo del mismo y lo segundo el capital de trabajo, todos estos recursos se deben expresar en valor monetario para poder hacer el estudio económico financiero [9].

El procedimiento que se presenta en este trabajo para evaluar proyectos combina los métodos multicriterio con los cuantitativos. A partir de criterios de expertos, utilizando procedimientos estadísticos se determina de manera rápida un índice de aceptación para el proyecto y su combinación con un estudio de factibilidad económica facilita la toma de decisiones sobre la posibilidad de éxito de los proyectos que intervienen en la evaluación, estableciendo un orden de prioridad para los mismos [9].

Clasificación de proyectos informáticos propuesta por el autor:

- Proyectos de Creación Científica.
- Proyectos de I+D.
- Innovación Tecnológica.

En el proceso de evaluación de proyectos se definen como principales protagonistas:

- Analista: Dirige todo el proceso de evaluación, define los criterios utilizados, selecciona los evaluadores y hace la propuesta del orden de los proyectos.

- Evaluador: Expresa la calidad del proyecto de acuerdo con sus conocimientos sobre la temática que trata y califica los criterios empleados según la escala pre-establecida.
- Decisor: Aprueba el proyecto de acuerdo con la importancia de los criterios utilizados

Propone en su proceso de evaluación dos fases fundamentales:

- Aceptación del proyecto
- Proceso de evaluación

En el proceso de evaluación se determinan un grupo de criterios de evaluación, a los cuales los especialistas le asignan un valor determinado y a través de un método matemático y del criterio de los mismos finalmente se determina si el proyecto es excelente, bueno, aceptable, cuestionable o malo [9].

Clasifican los criterios de evaluación en cuatro grupos fundamentales:

- Criterios de méritos científicos
- Criterios económicos
- Criterios de comercialización
- Criterios de impacto

En la evaluación son utilizados además métodos cuantitativos como el valor actual neto y la tasa interna de retorno para tener una idea real del gasto que va a tener el proyecto.

Conclusiones parciales de la metodología Gestión de Proyectos para Informáticos

Esta metodología planteada por el Doctor Rolando Alfredo está bastante completa, con respecto a otras estudiadas ya que define detalladamente todos los procesos a ejecutar desde las premisas para la definición del proyecto hasta la evaluación del mismo.

La metodología se adapta al entorno de desarrollo de la Universidad de las Ciencias Informáticas, pero necesita mayor profundidad en cada una de sus fases. Su mayor peso está dado sobre los atributos que definen los especialistas por lo que hay que tener mucho cuidado al definir los mismos.

1.2.3 Guía Práctica para el Diseño, Administración, y Evaluación de Proyectos Sociales.

El trabajo es una guía básica para el diseño, administración y evaluación de proyectos sociales a fin de perfeccionar el trabajo en las empresas [12].

Se da fundamental importancia a la creación de indicadores para la medición y realizarán la valoración de los efectos de las acciones.

Subrayan dos indicadores fundamentales y en ellos basan su metodología:

Eficacia: La forma en que la organización y las personas en lo individual cumplen con sus tareas programadas. Un registro puntual de acciones nos da resultado [12].

Eficiencia: Requiere el diseño de uno o varios indicadores que se adapten al tipo de acciones que está desarrollando la empresa para lo mismo se da un tiempo razonable [12].

Dentro del indicador de eficiencia definen tres subindicadores importantes:

- Gestión
- Impacto
- Producto

Se especifica además que cada empresa define sus propios indicadores de acuerdo a la naturaleza del proyecto. A cada uno de estos indicadores se les asigna un valor, determinando finalmente el proyecto más adecuado.

Definen tres tipos de evaluación que se le puede realizar a la empresa [12]:

- *Autoevaluación:* Cuando la organización se hace responsable del ejercicio de evaluar sus propias acciones.

- *Evaluación interna*: Cuando la empresa designa uno o varios responsables de hacer la evaluación.
- *Evaluación externa*: Cuando se contrata a un grupo externo que haga el trabajo de evaluación.

Conclusiones parciales de la metodología Guía práctica para el diseño, administración, y evaluación de proyectos sociales.

Esta metodología solo está en función de proyectos sociales por lo tanto se le da mucha importancia a las lecciones aprendidas durante la evaluación, así como al criterio de expertos para poder transmitir sus experiencias.

Esta metodología no se ajusta a nuestro entorno de producción, pero si sirve de experiencia para evaluar algunos de los proyectos que no reportan beneficios económicos sino sociales a la Universidad.

1.2.4 Metodología Propuesta por el International Project Management Association.

La metodología propuesta por la Administración de Estándares de Portafolio es aplicable a los proyectos principalmente de:

- Investigación + Desarrollo
- Desarrollo

Su propuesta se basa en la definición de diferentes fases donde cada una de ellas tiene un conjunto de entradas y salidas permitiendo dividir y evaluar los proyectos en componentes más pequeños. Para la realización de la evaluación se apoya en el uso de técnicas y herramientas como el criterio de expertos y representaciones gráficas para mejor comprensión [13].

Se definen un conjunto de criterios de beneficios cuantitativos y beneficios cualitativos. Proponen además como métodos económicos la tasa interna de retorno y el valor neto presentado [13].

Las fases propuestas para la evaluación del producto en general son:

- Identificación
- Categorización de proyectos
- Evaluación
- Selección

- Priorización del Proyecto
- Balance
- Autorización

Cada una de estas fases posee un grupo de criterios de evaluación destacándose entre ellos:

- Negocio
- Beneficio Financiero
- Riesgo
- Conformidades Reguladas
- Recursos Humanos
- Mercado
- Técnicos

Conclusiones parciales de la metodología propuesta por International Project Management Association.

Esta metodología es bastante completa y los proyectos para la cual se aplica tienen mucha relación con los proyectos de la Universidad. Está diseñada básicamente para una cartera de proyectos. Tiene de positivo que define por cada fase un conjunto de entradas y salidas que permiten guiar la evaluación, incluso la metodología va más allá de la evaluación del proyecto terminando con un balance de los resultados de la evaluación.

No se adapta completamente a la UCI y propone en general una guía, no explica con claridad las fases definidas.

1.3 Tendencias de las técnicas usadas para la evaluación de proyectos

Las técnicas y métodos empleadas para evaluar los diferentes proyectos se pueden clasificar en tres grupos fundamentales, según las características de cada uno de ellos: Los métodos cuantitativos basados fundamentalmente en criterios económicos, los métodos multicriterio basados en aspectos cualitativos que son evaluados por expertos y la revisión por pares, la cual se basa, en el juicio que dan los expertos que trabajan la temática llegando a una conclusión final a través del consenso [14].

De acuerdo al estudio realizado a cada uno de estos métodos, se ha hecho una selección de ellos agrupándose según su aplicación en dos grupos: en la evaluación de los proyectos de forma individual y la evaluación a partir de una cartera, facilitando así la selección de estos en el proceso de evaluación, consultar Figura 3

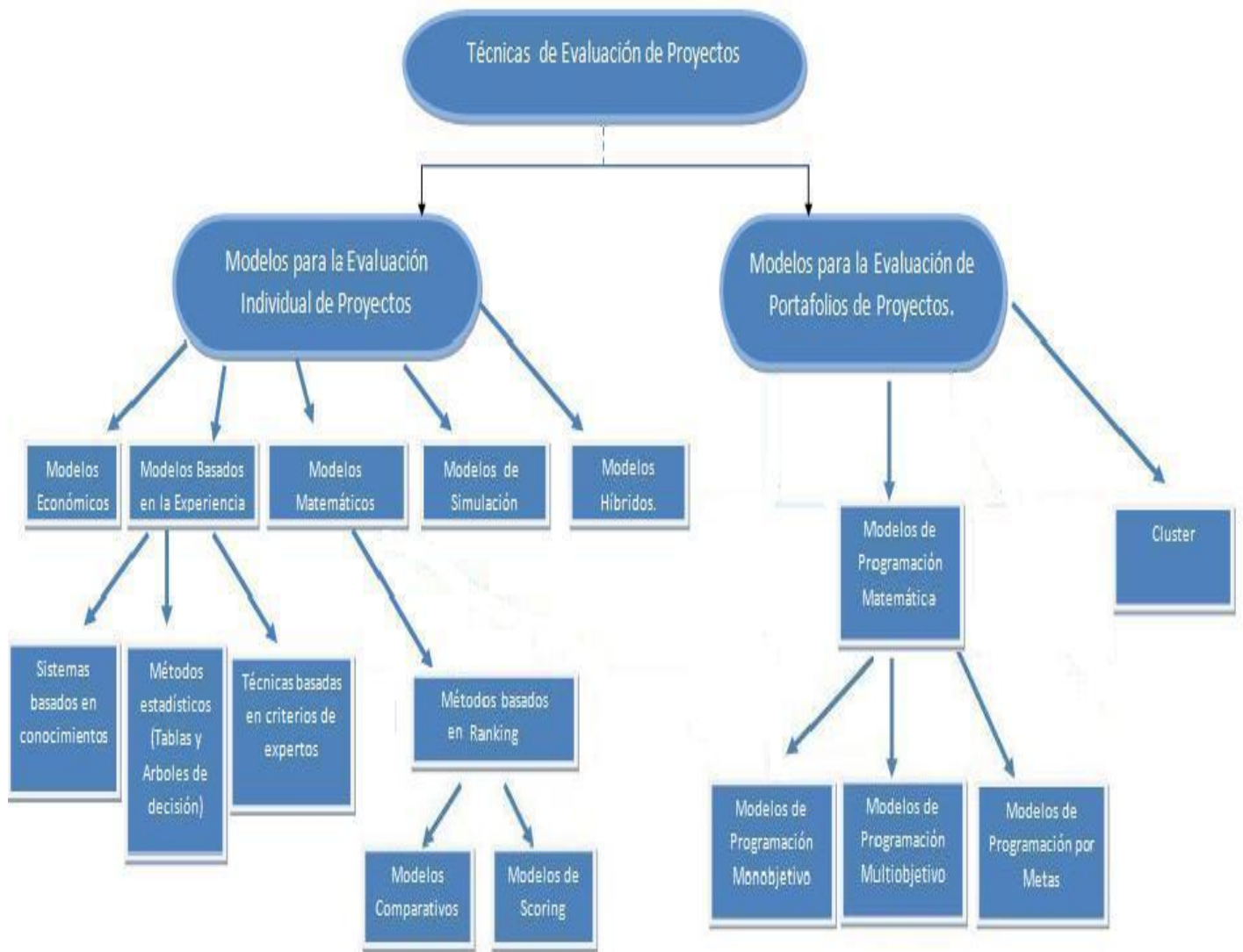


Figura 3: Grafo de Técnicas de Evaluación de Proyectos.

A continuación se muestra una tabla resumen de los métodos y técnicas existentes con su respectiva descripción, además de los autores que los utilizan en sus metodologías, ver Tabla 1.

| Métodos | Técnicas | Descripción | Autor |
|---------------------------|--|---|--|
| Modelos Económicos | Flujo de Caja (FC) | Es la expresión de los costos y beneficios esperados en dinero líquido. | <ul style="list-style-type: none"> - Fernández Carazo, Ana. - Gómez Núñez, Trinidad. - Hernández León, Rolando A. - Caballero Fernández, Rafael. |
| | Valor Actual Neto (VAN) | Es el saldo entre los valores actualizados de los ingresos y egresos durante la vida útil del proyecto. | <ul style="list-style-type: none"> - Fernández Carazo, Ana. - Gómez Núñez, Trinidad. |
| | Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) | Es la rentabilidad del capital invertido durante el ciclo de vida del proyecto. | <ul style="list-style-type: none"> - Guerrero Casas, Flor M. |
| | Periodo de Recuperación de la Inversión(PRI) | Es el periodo que debe transcurrir para que se igualen los egresos con los ingresos. | <ul style="list-style-type: none"> - Caballero Fernández, Rafael. |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | Ratio beneficio-coste | <p>Es un procedimiento para comparar el valor actual de los ingresos, frente al valor actual de sus costes.</p> <p>Está representado por la relación <i>ingreso/gastos</i>.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Hernández León, Rolando A. - Freeman, C. - Ellis, L.W. - Hartmann, M. y Hassan, A. |
| Modelos basados en la experiencia | Sistemas basados en conocimiento | Es un sistema computarizado capaz de resolver problemas en el dominio en el cual posee conocimiento específico. | <ul style="list-style-type: none"> - Hernández León, Rolando A. |
| | <p>Métodos estadísticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tablas de Decisión ✓ Arboles de Decisión | Estos modelos estudian el problema de la selección de una alternativa o proyecto candidato, mediante la asignación de probabilidades de ocurrencia de cada uno de los posibles factores (estados) que pueden afectar la decisión, por lo que para evaluar cada proyecto candidato esta selección se apoyará en principios de la Teoría de la Probabilidad. | <ul style="list-style-type: none"> - Gear, A.E. y Lockett, A.G. - Howard, R.A. y Metheson, J.E. - Heidenberger, K. - Gustafsson, J. y Salo, A. |
| | Técnicas basadas en | Se basan en el análisis de las condiciones que normalmente se | |

| | | | |
|----------------------------|---|---|--|
| | criterios expertos | relacionan con el éxito o fracaso de un proyecto (la calidad de la ejecución, las sinergias, etc.). | |
| Modelos Matemáticos | <p>Métodos basados en ranking:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Modelos Comparativos ✓ Modelos de Scoring <ul style="list-style-type: none"> - <i>Modelo de Análisis Jerárquico (AHP)</i> | <p>En los Modelos Comparativos cada proyecto se compara o con otro proyecto, o con otro grupo de proyectos alternativos.</p> <p>Los Modelos de Scoring son una expresión algebraica que produce una puntuación para cada proyecto en consideración, teniendo en cuenta los factores o criterios considerados más importantes por parte del/los decisor/es.</p> <p>Dentro de estos modelos se encuentra el <i>AHP</i>, diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. Dando como resultado una jerarquización con prioridades para cada una de las alternativas de decisión.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Liberatore, M.J. y Titus, G.J. - Meredith, J.R. y Mantel, S.J. - Cleland, D.I. y Ireland, L.R. - Henriksen, A.D. y Traynor, J.A. - Lucas, H. y Moore, J. - Lockett, G., Hetherington, B. y Yallup, P. - Schniederjans, M.J. y Wilson, R.L. |
| | Simulación estadística o Monte | Basada en el muestreo sistemático | |

| | | | |
|------------------------------|------------------------------------|--|---|
| Modelos de Simulación | Carlo | de variables aleatorias. | <ul style="list-style-type: none"> - David M. Raffo y Wayne Wakeland. - Ermakov, S. M. y Melas, V. B. - Houston, D. - Law, Averill M. - Barreto H. y Howland F. - Winston W. - García Dunna, E; García Reyes, H. y Cárdenas Barrón, L.E. |
| | Simulación Continua | Los estados del sistema cambian continuamente su valor. Estas simulaciones se modelan generalmente con ecuaciones diferenciales. | |
| | Simulación por Eventos Discretos | Se define el modelo cuyo comportamiento varía en instantes del tiempo dados. Los momentos en los que se producen los cambios son los que se identifican como los eventos del sistema o simulación. | |
| | Simulación por Autómatas Celulares | Se aplica a casos complejos, en los que se divide al comportamiento del sistema en subsistemas más pequeños denominadas células. El resultado de la simulación está dado por la interacción de las diversas células. | |
| Modelos Híbridos | | Estos modelos consisten en la unión de dos o más de dos métodos de evaluación. | <ul style="list-style-type: none"> - Hernández León, Rolando A. |

| | | | |
|---|---------------------------------------|---|--|
| Modelos de Programación Matemática (basados en la programación lineal) | Modelos de Programación Monobjetivo | <p>Modelo basado en la programación lineal, busca la asignación eficiente de los recursos asignados, que permite maximizar las utilidades y minimizar los costos.</p> <p>Intenta abordar todas las características de selección de proyectos, y avanzar en los procedimientos técnicos de resolución de los problemas formulados.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Weingartner, H.M. - Martino, J.P. - Lorie, J.H. y Savage, L.J. |
| | Modelos de Programación Multiobjetivo | <p>Modelo que puede ser definido como un problema de optimización que presenta dos o más funciones objetivo.</p> <p>Este modelo en lugar de una solución óptima única, más bien, genera un conjunto de soluciones que no pueden ser consideradas diferentes entre sí.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Ringuest, J.L. y Graves, S.B. - Carazo, A.F. - Carazo, A.F., Gómez T.; Molina, J.; Hernández-Díaz, A, Caballero, R. y Guerrero, F. |
| | Modelos de Programación por Metas | <p>El enfoque sigue siendo el mismo de la programación lineal. Se basa en una filosofía complaciente, no se buscan soluciones óptimas sino soluciones que verifiquen</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Ballesteros, E. y Romero, C. - Santhanam, R. y Kyparisis, J. |

| | | | |
|---------|--|--|-------------------------|
| | | determinados niveles de aspiración con las que el decisor se encuentra satisfecho. Están presentes las restricciones de meta en lugar de las restricciones de recursos que se han utilizado. Además incluye el rango de prioridad entre las funciones de objetivo. | - Lee, J.W. y Kim, S.H. |
| Clúster | | Esta técnica consiste en agrupar los proyectos candidatos a partir de una serie de atributos independientes. De forma tal que estos grupos sean lo más homogéneos posible en función de lo similar o distinto que sean los proyectos entre sí. | - Martino, J.P. |

Tabla 1: Técnicas de Evaluación de Proyectos

1.3.1 Modelos para la Evaluación Individual de Proyectos

1.3.1.1 Modelos Económicos: Estos métodos evalúan los proyectos en función de su sostenibilidad financiera (ingresos y costes económicos) en el tiempo, sin incluir en su valoración aspectos no cuantificables económicamente. Las técnicas utilizadas seleccionarán los proyectos teniendo en cuenta el movimiento de flujo de dinero que se prevé tendrá cada proyecto a lo largo de todo su ciclo de vida, para lo que es necesario establecer o estimar cuáles serán las necesidades financieras de cada uno de los proyectos para su futuro desarrollo [6].

Los métodos económicos más comunes y de los cuales se dará explicación de su uso son: El flujo de caja (FC), valor actual neto (VAN), tasa interna de rentabilidad (TIR), periodo mínimo de recuperación de la inversión y ratio beneficio-coste.

- Flujo de Caja (FC)

El flujo de caja no es más que la expresión de los costos y beneficios esperados en dinero líquido. Este es un componente imprescindible de la presupuestación de capital o plan de inversiones de la empresa.

El flujo de caja para un determinado período es la diferencia entre el flujo monetario recibido y el flujo monetario emitido si un proyecto de inversión es desarrollado.

Los flujos de caja se pueden estructurar en tres flujos fundamentales:

Flujos Iniciales: dentro de estos se encuentran, la inversión inicial (principal salida de efectivo del proyecto) y las variaciones en el capital de trabajo³. Hay que aclarar que el capital de trabajo es un monto de dinero que no sale de la empresa por lo que al terminar el proyecto en un dinero que yo recupero.

Flujos Operacionales: en estos se incluyen todas las entradas y salidas de efectivo que tengan que ver con el proyecto.

Flujos Finales: la recuperación de capital de trabajo y el valor en libro de los Activos fijos.

- Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto de un proyecto es el saldo entre los valores actualizados de los ingresos y egresos durante toda su vida útil, lo que significa que todas las corrientes de liquidez anuales han de actualizarse a comienzos de la ejecución del proyecto a una tasa de actualización fija y se representa por la ecuación siguiente:

$$VAN = \sum_n C_t / (1+r)^t - C_0$$

Donde:

t=1

³ Capital de Trabajo: es aquel monto de dinero que se utiliza para que no se detengan las operaciones de una empresa, matemáticamente es Activos Circulantes- Pasivos Circulantes.

n = Vida útil del proyecto

C_t = Flujo de caja

r = Tasa de actualización fija

t = años

C_0 = Inversión inicial

Un proyecto es aceptable cuando el VAN es igual o mayor que cero.

El VAN mide las utilidades netas del proyecto, pero no las relaciona con la inversión, por lo que se hace necesario calcular el rendimiento del VAN.

Rendimiento del VAN = $RVAN = VAN / I$

$RVAN$ = Relación entre las utilidades netas actualizadas según la misma tasa de interés y la inversión.

I = Inversión actualizada según la misma tasa de interés.

Valoración de la Técnica Valor Actual Neto.

Esta técnica es muy sencilla en su uso y comprensión. Como inconveniente tiene que para realizar la evaluación se deben conocer tanto los ingresos como los gastos futuros, y en el caso que no se conozcan se realiza una estimación con el riesgo de no ser fiables del todo. Otro de sus inconvenientes radica en el desconocimiento de la tasa de descuento que se va a utilizar, para lo cual se emplea una que no es real, esta técnica trabaja hipotéticamente con un mercado financiero ideal, en el que los flujos positivos son reinvertidos a una tasa r de interés y los negativos son financiados a la misma tasa.

- Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es la máxima tasa de interés que gana el capital no amortizado en un período de tiempo y que conlleva a la recuperación del capital. Para su cálculo se hace el VAN igual cero y se determina la tasa de actualización correspondiente.

La TIR representa la rentabilidad del capital invertido durante el ciclo de vida del proyecto. El proyecto se acepta si la TIR es mayor que la tasa de oportunidad [9].

$$0 = -I + FC * \frac{a_n}{r}$$

Cuando:

TIR $i \geq r \Rightarrow$ Inicialmente aceptamos realizar proyecto p_i

TIR $i < r \Rightarrow$ Inicialmente rechazamos realizar proyecto p_i

Valoración de la técnica Tasa Interna de Retorno.

Esta técnica al igual que la anterior necesita de información que no siempre se tiene disponible antes de la realización del proyecto. Por lo que cuando no se dispone de ella, debe ser estimada, asumiendo los riesgos de la posible falta de exactitud que ello implica.

- Periodo Mínimo de Recuperación de la Inversión (PR)

Esta medida establece el tiempo mínimo que tarda en amortizarse la inversión inicial, esto es, desde que comienza el proyecto p_i hasta que se recupera la inversión, momento en el que el flujo de caja llega a ser positivo, obteniéndose a partir de ese momento beneficios netos.

Este cálculo se realiza para cada uno de los proyectos y se seleccionan aquellos que presenten un menor período de recuperación de la inversión.

Valoración de la técnica periodo mínimo de recuperación de la inversión.

Proporciona una medición de la liquidez del proyecto o de la velocidad con que el efectivo invertido es reembolsado. Como desventaja se tiene que ignora los flujos netos de efectivo más allá del periodo de recuperación; sesga los proyectos a largo plazo que pueden ser más rentables que los proyectos a corto plazo; ignora el valor del dinero en el tiempo cuando no se aplica una tasa de descuento o costo de capital. Estas desventajas pueden inducir a los inversionistas a tomar decisiones equivocadas.

- Ratio beneficio-coste (BCR)

Esta técnica constituye otro procedimiento para comparar el valor actual de los ingresos de un proyecto p_i frente al valor actual de sus costes. Aunque este ratio es conocido como ratio beneficio-coste está representado por la relación *ingresos/gastos*, donde los ingresos y los gastos se calculan actualizando sus corrientes futuras:

$$BCR = \frac{VAIngresos}{VACostes}$$

Este ratio será mejor para el agente decisor cuanto mayor sea su valor. Así, se acepta un proyecto si este es mayor o igual a la unidad y se rechaza cuando sea menor que la unidad [6]:

$VAN_i \geq 0 \Rightarrow BCR_i \geq 1 \rightarrow$ el proyecto i se aceptaría.

$VAN_i < 0 \Rightarrow BCR_i < 1 \rightarrow$ el proyecto i se rechazaría.

1.3.1.2 Modelos Basados en la Experiencia: Estos modelos se basan en la selección de proyectos de acuerdo a la experiencia de un grupo de especialistas en la materia comúnmente llamados expertos. Este modelo se encuentra fundamentado en modelos Estadísticos y el modelo que lleva precisamente el nombre de Experto [6].

Las principales técnicas que se estudian son: los Métodos Estadísticos (las Tablas de Decisión y los Árboles de Decisión) y los Criterios de Expertos.

- Tablas de Decisión

En el caso de las tablas de decisión, en cada una de las filas representamos los I proyectos candidatos (p_1, p_2, \dots, p_I) p en las columnas los m estados posibles ($\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_m$) y las utilidades $u(p_i, \theta_j)$ asignadas, por los decisores, a cada uno de los proyectos candidatos en cada posible estado en las celdas internas de la tabla de decisión, ver Tabla 2 .

| | θ_1 | θ_2 | ... | θ_m |
|----------|--------------------|--------------------|-----|--------------------|
| p_1 | $u(p_1, \theta_1)$ | $u(p_1, \theta_2)$ | ... | $u(p_1, \theta_m)$ |
| p_2 | $u(p_2, \theta_1)$ | $u(p_2, \theta_2)$ | ... | $u(p_2, \theta_m)$ |
| \vdots | \vdots | \vdots | ... | \vdots |
| p_I | $u(p_I, \theta_1)$ | $u(p_I, \theta_2)$ | ... | $u(p_I, \theta_m)$ |

Tabla 2: Tabla de Decisión Genérica.

Una vez reflejado el problema en la tabla, se evalúan cada una de las alternativas, para lo que se debe, en primer lugar, asignar una probabilidad de ocurrencia a cada uno de los estados posibles b_j y en segundo lugar, calcular la utilidad esperada de cada una de las alternativas p_i mediante la siguiente expresión:

$$\sum_{j=1}^m b_j u(p_i, \theta_j) = E[u(p_i)]$$

Seleccionar aquellas alternativas (en orden) que presenten la máxima utilidad esperada.

Valoración de la técnica tablas de decisión

Esta técnica presenta dificultades al representar alternativas en las que surge más de un momento de elección, es decir presenta problemas dinámicos. Estos inconvenientes han llevado a que estos métodos no sean tan usados en la selección de proyectos o cartera de proyectos.

- Árboles de Decisión

Este modelo es usado en situaciones en las cuales el decisor, para llegar a seleccionar un proyecto, debe llevar a cabo una secuencia de decisiones y entre cada dos de ellas tiene lugar un resultado de la decisión anterior; es decir, cada decisión depende (normalmente) de un conjunto de decisiones anteriores, cada una de ellas con distintos estados, con diferentes probabilidades de ocurrencia. Se evalúa así cada una de las ramas del árbol (opciones posibles) en función de la probabilidad de cada estado j_θ . Para su

resolución aplicando el principio de máxima utilidad esperada, se determina la mejor de las alternativas posibles, conociendo que en todo momento, el cálculo se realiza siempre de atrás hacia delante, es decir desde las hojas del árbol hacia la raíz. Un árbol de decisión se caracteriza por presentar una estructura ramificada (ver Figura 2) [6].

Con tres tipos de nodos:

- De decisión, nodos rectangulares, del que emergen ramas que representan las decisiones posibles que se pueden tomar en ese instante.
- De azar, nodos circulares, cuyas ramas representan los estados posibles que se pueden dar en ese instante (en cada nodo de azar, las probabilidades deben sumar 1).
- De valor, terminales, que representan la utilidad de las consecuencias asociadas a la sucesión de decisiones y estados desde la raíz hasta ese nodo.

En un árbol de decisión visto en la Figura 4, el decisor puede escoger qué rama de un nodo rectangular seguir, pero no qué rama de un nodo de azar, pues estarán determinados por circunstancias que se encuentran fuera de su control.

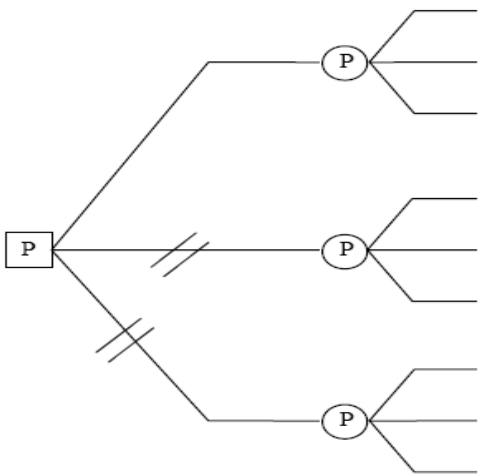


Figura 4: Árbol de Decisión

El cálculo de un árbol de decisión se realiza de atrás hacia delante, desde la hoja hasta la raíz, en el orden inverso al que los sucesos y decisiones realmente ocurren. Las últimas decisiones se analizan primero

porque determinan las consecuencias de decisiones anteriores. De esta manera, partiendo de los nodos terminales se regresa hasta la raíz, seleccionando la máxima utilidad esperada.

Valoración de la técnica árboles de decisión

Con ella se tienen en consideración las distintas posibilidades de ocurrencia de cada una de las ocurrencias, graficando el problema de forma longitudinal.

Esta técnica cuando se enfrenta a la selección de problemas de gran tamaño se vuelve ineficiente debido a que grafica cada una de las posibles soluciones, y para ello requiere gran cantidad de tiempo.

Otra de sus debilidades es la dificultad que presenta al valorar el riesgo de cada uno de los sucesos, debido a que la ocurrencia de ellos depende, en parte, de la ocurrencia o no de algún otro suceso. Otro inconveniente radica en que la estructura del árbol es incapaz de mostrar las relaciones de dependencia que pueden existir entre las distintas alternativas.

- Criterios de Expertos

Este criterio se basa en la experiencia de un grupo de profesionales en el tema, los cuales a través de la selección de criterios y la evaluación de estos mediante la asignación de pesos dados a cada uno de ellos, son capaces de determinar la factibilidad de los proyectos

Para validar el trabajo realizado por los expertos se emplea el coeficiente de concordancia de Kendall y el estadígrafo Chi cuadrado (χ^2) [6].

Para ello se utiliza el siguiente procedimiento:

1. Sea C el número de criterios que van a evaluarse y E el número de expertos que realizan la evaluación.
2. Para cada criterio se determina $\sum E$ que representa la sumatoria del peso dado por cada experto.
3. Se calcula el peso medio de cada criterio ($M_{\sum E}$) y se determina la desviación de la media, que posteriormente se eleva al cuadrado para obtener la dispersión (S) por la expresión.

$$s = \sum (\sum E - \sum \sum E/c)^2$$

Conociendo la dispersión se puede calcular el coeficiente de concordancia de Kendall (W)

$$W = \frac{s}{E^2} (C^3 - C) / 12$$

El coeficiente de concordancia de Kendall permite calcular el Chi cuadrado real

$$X^2 = E(C - 1)W$$

El Chi cuadrado calculado se compara con el obtenido de las tablas estadísticas.

Si se cumple:

$$X_2 \text{ real} < X_2 (\alpha, c-1)$$

Existe concordancia en el trabajo de expertos.

Valoración de la Técnica Criterios de Expertos

La principal dificultad que se encuentra en esta técnica es precisamente que es basada en el criterio de un grupo de personas que por su experiencia pueden realizar esta evaluación, pero los resultados siempre pueden ser cuestionados.

1.3.1.3 Modelos Matemáticos: Estos modelos se caracterizan por la elección de criterios seleccionados por los decisores a los cuales se les dará una puntuación. Estos se calculan a través de una fórmula matemática y tienen en cuenta aspectos de diversa índole, ya sean cuantitativos o cualitativos, objetivos o subjetivos [6].

Estos modelos estudian las técnicas basadas en la competencia las cuales son conocidas como técnicas basadas en Ranking (Modelo Comparativo y Modelos de Scoring).

- Modelos Comparativos
 - Conteo de la Dominancia

Esta técnica permite jerarquizar proyectos en función del orden de dominancia de cada uno de ellos con respecto al resto de los proyectos para todos los criterios, considerandos en conjunto. Así, en primer lugar, se localizará el proyecto más dominante para todos los aspectos; y luego, el segundo en orden de dominancia; y así sucesivamente.

Valoración de la técnica conteo de la dominancia

Esta técnica presenta como dificultad, que el procedimiento que realiza se hace más complejo a medida que aumenta el número de proyectos a realizar y el número de criterios, debido a la gran cantidad de tiempo que consume para su cálculo, y los problemas que presenta para ordenar proyectos que tengan el mismo valor.

- Modelos de Scoring

Un modelo de Scoring es una expresión algebraica que produce una puntuación para cada proyecto teniendo en cuenta los criterios más importantes a consideración de los decisores. Luego para obtener una valoración, se pondera cada uno de estos criterios en relación a su importancia con respecto al resto de los criterios.

Dentro de los modelos de Scoring se encuentran: *Checklist*, *Scoring tradicional*, *Análisis de utilidad multiatributo (MAUT)* y *proceso analítico jerárquico (Analitic AHP)*.

- Modelos de Scoring Tradicional

Este modelo se calcula a través de una fórmula matemática o expresión algebraica que produce una puntuación o valoración para cada uno de los proyectos en consideración. Esta fórmula incorporará aquellos factores que se consideran más importantes para evaluar cada uno de los proyectos y cada uno de estos factores estará ponderado para reflejar su importancia relativa con respecto al resto de los factores.

La primera y más sencilla estructura de scoring consiste en la suma ponderada de cada uno de los valores de cada criterio para cada proyecto i:

$$M_i = \sum_{j=1}^n W_j S_{ij}$$

Siendo M_i la puntuación total que se concede al proyecto i, donde i representa a cada uno de los proyectos candidatos a evaluar, W_j la ponderación de cada uno de los n criterios, y S_{ij} es la puntuación que se concede al proyecto pi bajo el criterio j.

Valoración de la Técnica Modelos de Scoring Tradicional.

Esta técnica permite la valoración de aspectos cuantitativos o cualitativos, objetivos o subjetivos. Entre las dificultades que se aprecian de esta técnica es que a pesar de estar valorando el proyecto con diferentes criterios, no considera el problema en su totalidad ya que no tiene en cuenta las restricciones del mismo. Así como que no incorpora la cuantificación de la unión entre los proyectos.

Una recomendación de esta técnica es que debe de utilizarse cuando los criterios sean mutuamente independientes; en otro caso, un efecto puede estar valorándose más de una vez.

- Proceso Análisis Jerárquico (AHP)

Este modelo, ayuda a comparar un conjunto de alternativas en el que se pueden considerar aspectos tangibles e intangibles, basándose en tres principios fundamentales: descomposición, juicios comparativos y síntesis de prioridades. La técnica se puede aplicar para ordenar proyectos cuando los criterios se pueden descomponer jerárquicamente y, además, no necesita información cuantitativa acerca del valor que alcanza cada alternativa bajo cada uno de los criterios, sino, tan solo los juicios de valor del decisor.

Para establecer un orden entre proyectos, esta técnica estructura el problema de forma piramidal mostrada en la Figura 5 , de manera que todos los proyectos quedan en la parte baja de la pirámide, en los niveles intermedios se encuentran los subcriterios y criterios y en la parte alta de la estructura los objetivos principales del análisis. Dentro de cada nivel, se realizan comparaciones por pares con respecto

al ítem inmediatamente superior en la jerarquía, dando lugar a la obtención de pesos locales que actúan en el nivel de la jerarquía considerado. Estos pesos locales se combinan usando un modelo de valor aditivo para producir un conjunto de pesos globales o prioridades de las alternativas. De esta manera, cada una de las alternativas será ordenada (jerarquizada) por medio de los pesos globales calculados mediante esta técnica.

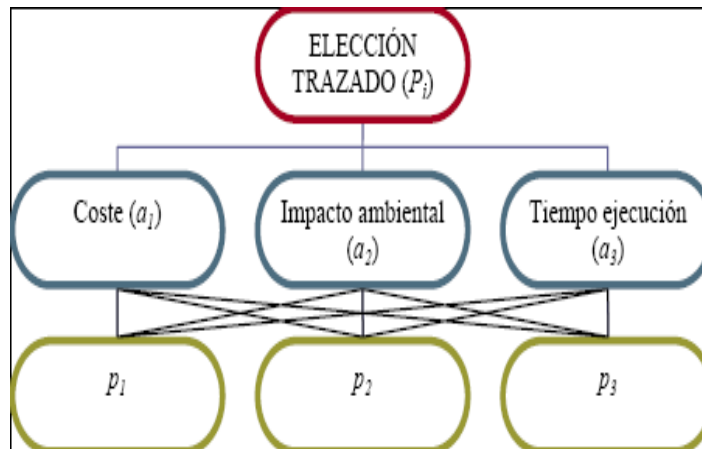


Figura 5: Estructura Piramidal para Elegir el Trazado Adecuado.

Para llegar a este punto, esta metodología presenta tres pasos:

1. El primer paso consiste en estructurar la jerarquía para presentar los elementos básicos del problema, definiendo cuáles son los objetivos, criterios y alternativas del problema en cuestión.
2. En el segundo paso se desarrolla una matriz que permita la comparación por pares de cada uno de los elementos; en un primer lugar entre cada uno de los elementos de cada nivel (creando los pesos locales) y, posteriormente, con los de su nivel inmediatamente superior.
3. Y el tercer paso consiste en resumir (o sintetizar) la información estableciendo las prioridades desde el segundo nivel hacia abajo y, posteriormente, multiplicando las prioridades locales por las prioridades de cada criterio del nivel superior, se obtiene una puntuación global para cada una de las alternativas que nos permitirá su ordenación.

Valoración de la técnica Proceso Análisis Jerárquico.

Como una de sus principales ventajas se encuentra la valoración de aspectos cuantitativos o cualitativos, permitiendo la generación de valores cuantitativos basándose en aspectos cualitativos. También es capaz de detectar dentro de ciertos límites, los errores de los decisores humanos.

Entre los inconvenientes de esta técnica es que si hay muchos subcriterios o alternativas, el número de comparaciones puede ser muy elevado y resultar una tarea tediosa para el decisor. En cuanto al orden final de los proyectos puede verse afectado por la introducción de nuevas alternativas, aunque estas no sean las mejores. Otro de los inconvenientes que se pueden apreciar es que al no permitir incorporación de restricciones al problema este no es considerado en su totalidad.

1.3.1.4 Modelos de Simulación

Simulación: La simulación no es más que el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema [15].

Modelo de simulación: conjunto de hipótesis acerca del funcionamiento del sistema expresado como relaciones matemáticas y/o lógicas entre los elementos del sistema [15].

Proceso de simulación: ejecución del modelo a través del tiempo en un ordenador para generar muestras representativas del comportamiento [16].

Dentro de los métodos de simulación se encuentran:

Simulación estadística o Monte Carlo: Está basada en el muestreo sistemático de variables aleatorias.

Simulación continua: Los estados del sistema cambian continuamente su valor. Estas simulaciones se modelan generalmente con ecuaciones diferenciales.

Simulación por eventos discretos: Se define el modelo cuyo comportamiento varía en instantes del tiempo dados. Los momentos en los que se producen los cambios son los que se identifican como los eventos del sistema o simulación.

Simulación por autómatas celulares: Se aplica a casos complejos, en los que se divide al comportamiento del sistema en subsistemas más pequeños denominadas células. El resultado de la simulación está dado por la interacción de las diversas células.

Valoración de la técnica de simulación.

Entre las principales dificultades que podemos apreciar de esta técnica se encuentra el hecho de lo costoso que resulta la aplicación de esta técnica, ya que a menudo el proceso de desarrollar un modelo es largo y complicado. Otro de sus inconvenientes es que en ocasiones falla al producir resultados exactos, ya que la simulación a veces solo provee un estimado de lo esperado, no resultados exactos.

La simulación también puede presentar fallas al optimizar, cuando esta es usada para contestar preguntas como “¿qué pasa si?”, “¿qué es lo mejor?”. En este sentido la simulación no es capaz de dar soluciones, solo evalúa esas que han sido propuestas.

1.3.2 Modelos para la Evaluación de Portafolios de Proyectos

1.3.2.1 Modelos de Programación Matemática: estas técnicas ayudan a tener en cuenta aspectos de gran interés práctico como es la consideración de un horizonte temporal de planificación, la existencia de multiplicidad de restricciones, no solo financieras, en distintos instantes temporales, junto con la posibilidad de que existan ciertas relaciones de complementariedad, interrelaciones, relaciones de precedencia, etc., entre los proyectos considerados. Con estos modelos de manera genérica, se obtiene una o más soluciones que, verificando las restricciones establecidas, optimicen la función objetivo [6].

Dentro de estas técnicas, encontramos: programación monobjetivo, multiobjetivo y programación por metas.

- **Modelos de Programación Monobjetivo:** en estos, se trata de determinar el conjunto de proyectos a seleccionar de manera que se haga óptima alguna medida del valor del mismo, recogida mediante una función lineal, siempre que no sean rebasadas las disponibilidades de recursos y se verifique el resto de restricciones que puedan aparecer, todas ellas de carácter

lineal. En estos modelos, se suele adoptar la hipótesis de que los proyectos no son fraccionables; es decir, las variables de decisión suelen ser binarias, $X_i \in \{0,1\}$ de manera que si $X_i = 0$ entonces el proyecto p_i no es seleccionado, mientras que si $X_i = 1$ dicho proyecto sí se selecciona. En consecuencia, estaríamos ante un problema de programación lineal binario con la siguiente estructura básica:

$$\text{Max(Min)} f(x) = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_I X_I$$

Sujeta por: $X \in B$

$$X_i \in \{0,1\}, i = 1,2,\dots,I$$

Donde:

$c = (c_1, c_2, \dots, c_I)$ denota el vector de coeficientes de la función objetivo, x es el vector de las variables de decisión: $x = (x_1, \dots, x_I)$, B es el conjunto factible o de oportunidades.

Valoración de la Técnica Modelos de Programación Monobjetivo.

Esta técnica es muy sencilla y su limitación fundamental radica en el tamaño que pueda tener el problema lineal binario, pues si es considerablemente grande, se tiene el riesgo de no encontrar un algoritmo eficiente que sea capaz de darle solución.

- **Modelos de Programación Multiobjetivo:** El enfoque multiobjetivo, en lugar de una solución óptima, proporciona el conjunto de soluciones eficientes.

El problema que se plantea con estos modelos es que el conjunto de soluciones eficientes está formado, normalmente, por un elevado número de puntos, información esta que puede ser difícil de manejar por el centro decisor.

La estructura general de un problema multiobjetivo puede representarse esquemáticamente de la siguiente manera:

$$\text{Opt. } F(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_I(x),)$$

$$\text{s. a. } x \in B, x_i \in \{0,1\}, i = 1,2, \dots, I$$

Donde: X es el vector de las variables de decisión $x=(x_1, \dots, x_I)$ para $X_i \in \{0,1\}$.

$f_1(x), f_2(x), \dots, f_I(x)$ Son las funciones objetivo a ser optimizadas; y B , tal y como hemos definido previamente, es el conjunto factible de proyectos.

Dado que normalmente la optimización simultánea de todos los criterios es casi imposible (muchos de ellos suelen estar en conflicto), el enfoque multiobjetivo, en lugar de una solución óptima, proporciona el conjunto de soluciones eficientes o *Pareto-óptimas*. Este conjunto está formado por las soluciones factibles no dominadas, es decir, para las que no existe otra solución factible que mejore algún criterio sin empeorar otro [6].

Valoración de la Técnica Modelos de Programación Multiobjetivo.

La limitación de estos modelos radica en que el grupo de soluciones factibles y eficientes está formado, comúnmente, por muchos puntos, haciendo de esta información, algo difícil de manejar por el centro decisor.

- **Modelos de Programación por Metas:** En estos modelos se reemplaza la filosofía de optimización por una filosofía satisfaciente, bajo la óptica de que en muchas situaciones no se buscan soluciones óptimas sino soluciones que verifiquen determinados niveles de aspiración con las que el decisor se encuentra satisfecho.

Para resolver el problema de programación por metas existen **tres enfoques principales:** *programación por metas ponderadas, lexicográficas y minimax.*

La formulación de un modelo de programación por metas, por cualquiera de las anteriores variantes, conlleva la fijación de niveles de aspiración para cada uno de los atributos considerados, cuya combinación generan las correspondientes metas. El objetivo de esta, consiste en determinar si existe

alguna solución factible que verifique las metas establecidas. Al resolver un problema de programación por metas puede ocurrir que:

- El valor de la función objetivo = 0, y, por tanto, se alcanzan todos los niveles de aspiración.
- El valor de la función objetivo sea diferente de 0; en este caso la solución no verifica alguno de los niveles de aspiración, pero es la solución más próxima a los niveles de impuestos.

Valoración de la técnica modelos de programación por metas.

Esta técnica multicriterio es de gran ayuda por su versatilidad y adaptabilidad en distintos contextos decisionales. Su principal limitación radica en que los decisores deben determinar *a priori* los niveles de aspiración para cada uno de los atributos, tarea que, en ocasiones, puede ser difícil y más aún en el contexto de la selección de proyectos en los que la incertidumbre es un factor clave. También se puede ver afectado la decisión hacia una selección determina, debido a la selección de estos niveles de aspiración.

1.3.2.2 Modelo Basado en Clúster: El análisis clúster, también denominado análisis de conglomerados, trata de agrupar los proyectos candidatos a partir de una serie de atributos independientes, posibles en función de lo similar o distinto que sean los proyectos entre sí [6].

En la realización de un análisis clúster se suelen distinguir tres etapas:

- ⇒ Elección de los criterios o variables relevantes para discriminar la selección.
2. Elección de la medida de proximidad entre proyectos, para poder, teniendo en cuenta esta medida, calcular una matriz de semejanzas o distancias entre cada par de proyectos.
3. Una vez obtenidas la matriz de distancias entre los diferentes casos, agruparemos los proyectos en conglomerados. Aunque existen diferentes métodos para asignar cada uno de los proyectos a un determinado grupo, uno de los algoritmos más utilizados es la suma de las distancias euclídeas al cuadrado entre los elementos de un conglomerado H y su centroide (Por el centroide de un grupo ha

de entenderse el punto constituido por los valores medios de las variables independientes consideradas en el análisis para los individuos pertenecientes a ese grupo).

Este método se basa en la asignación de cada uno de los proyectos a aquellos grupos cuyo centroide se encuentre más próximo.

$$Medida(H) = \sum_{r \in h} \sum_{j=1}^n (a_{rj} - \bar{a}_j(H))^2$$

Donde $r \in h$ denota el conjunto de elementos pertenecientes al grupo H, n el número de criterios, r_j el valor del criterio j para cada uno de los proyectos del conjunto H y $\bar{a}_j(H)$ la media de los valores de ese criterio j para los proyectos pertenecientes al conjunto H. El objetivo de este procedimiento es encontrar los d conglomerados que minimizan la suma de esa medida para cada uno de los d grupos solicitados (previamente determinados por el decisor), es decir, **Minimizar $\sum_{h=1}^d Medida(H)$** este proceso conlleva a encontrar los d grupos de proyectos más similares.

Para ello realizar este análisis se evalúan cada uno de los proyectos candidatos, basándonos en los siguientes tres criterios (coste de ejecución de cada uno de los proyectos, nivel de ingresos, tamaño de mercado).

Valoración de la Técnica basada en clúster.

Una de las limitaciones que presenta esta técnica, es que puede aportar resultados poco fiables cuando trabaja con muchas variables. Esta técnica ayuda a la selección de proyectos que considera similares de acuerdo a las variables que se establecen *a priori* por el centro decisor, pero no a seleccionar los proyectos específicos dentro de un grupo.

Otro inconveniente de esta técnica es que puede proveer soluciones que no son del todo fiables, al trabajar con muchas variables.

1.4 Tendencias de los clasificadores automáticos

En esta sección se presentan las principales tendencias a nivel mundial sobre los meta-clasificadores.

Los conjuntos de clasificadores se construyen en dos fases: en una primera fase, la fase de entrenamiento, se genera una serie de clasificadores (a cada uno de ellos lo denominaremos clasificador individual o clasificador base) con un algoritmo concreto (que denominaremos algoritmo base). En una segunda fase se combinan las distintas hipótesis generadas. La precisión del conjunto puede ser mucho mayor que la precisión de cada uno de los miembros en los que está compuesto [17, 18].

1.4.1 Técnicas para Generar Clasificadores

En la actualidad existen muchas técnicas para generar conjuntos de clasificadores. Tomando en consideración aquellas que se pueden aplicar a una gran cantidad de algoritmos, Dietterich los clasifica en [18, 19]:

Voto bayesiano (enumeración de hipótesis).

Basándose en el teorema de Bayes se consideran todas las hipótesis en H como parte del conjunto, cada una de éstas con un peso asignado equivalente a su probabilidad posterior. Esta técnica es aplicable en tareas de aprendizaje en donde se pueden enumerar todas las hipótesis h_i y calcular su probabilidad “a posteriori”. El voto bayesiano trata sobre todo el componente estadístico de conjuntos.

Manipulación de los ejemplos de entrenamiento.

Una manera de generar conjuntos de clasificadores es a partir de la manipulación de los ejemplos de entrenamiento con la finalidad de obtener diferentes hipótesis. El algoritmo de aprendizaje, cualquiera que sea, se ejecuta repetidamente utilizando un conjunto distinto de instancias de entrenamiento cada vez, generando así los clasificadores que forman parte del conjunto. Esta técnica funciona mejor con algoritmos de aprendizaje *inestables*, es decir aquellos cuyo modelo resultante puede variar mucho al cambiar en menor grado los ejemplos de entrenamiento. Por ejemplo, los árboles de decisión, las redes de neuronas artificiales y los algoritmos de inducción de reglas, son algoritmos inestables. En cambio, los métodos de regresión lineal y el vecino más cercano, suelen ser muy estables.

Dentro de los métodos que manipulan los ejemplos de entrenamiento para generar los clasificadores, el más sencillo es conocido como *Bagging* (derivado de *bootstrap aggregation*). Otro de los métodos es el conocido como *Boosting*, del cual existen diferentes versiones, siendo el más representativo el algoritmo *AdaBoost* (*Adaptive Boosting*).

Manipulación de los atributos de entrada.

Una tercera técnica general para concebir conjuntos, según Dietterich, es mediante la manipulación de los atributos de entrada disponibles a la hora de utilizar el algoritmo de aprendizaje. Un ejemplo de este tipo de técnica es el aplicado por Cherkauer [20] en donde lleva a cabo diferentes agrupaciones de los atributos de entrada para generar los clasificadores que forman parte del conjunto. Una debilidad de esta técnica es que sólo funciona cuando los atributos de entrada son altamente redundantes.

Manipulación de las salidas.

Otra técnica para generar conjuntos de clasificadores es la manipulación de la salida esperada, es decir, la clase de la instancia (y). Un método representativo de estas técnicas es conocido como *ECOC* (*error correcting output code*). *ECOC* asume que el número de clases, K , es grande. De esta forma se crean nuevas tareas de aprendizaje dividiendo aleatoriamente las K clases en dos subconjuntos A_ℓ y B_ℓ . Los datos de entrada son entonces re-etiquetados de forma tal que todas las instancias en el conjunto A_ℓ de cualquiera de las clases originales son re-etiquetadas con 0 y todas las instancias de cualquier clase en B_ℓ son re-etiquetadas con 1. Con estos datos re-etiquetados se entrena el algoritmo de aprendizaje, generando así un clasificador h_ℓ . Al repetir este proceso L veces se obtiene un conjunto formado por L clasificadores (h_1, \dots, h_L) . Una vez creado el conjunto, *ECOC* clasifica una nueva instancia x aplicando cada clasificador h_ℓ a ésta. Si $h_\ell(x) = 0$, entonces cada clase en A_ℓ recibe un voto, si $h_\ell(x) = 1$, cada clase en B_ℓ recibe un voto. Una vez que los L clasificadores han votado, la clase con el mayor número de votos será seleccionada como la predicción del conjunto.

Introducción de aleatoriedad.

La incorporación de aleatoriedad dentro del algoritmo de aprendizaje es otra técnica utilizada para la generación de conjuntos. Por ejemplo, Kolen & Pollack [21] muestran que entrenando una red de

neuronas con el mismo conjunto de entrenamiento, pero con diferentes pesos iniciales aleatoriamente seleccionados, se pueden obtener clasificadores bastante distintos. El algoritmo de generación de árboles de decisión, C4.5, ha sido utilizado para generar conjuntos introduciendo aleatoriedad a la hora de evaluar la ganancia de los atributos [22, 23]. Ali y Pazzani [24] incorporan aleatoriedad en el algoritmo de generación de reglas estilo *Prolog*, *FOIL*, para generar conjuntos.

Conclusiones Parciales

Es una tendencia de todas las metodologías existentes la definición de criterios o atributos destacándose los referidos a:

- Factibilidad Económica
- Recursos humanos
- Mercado e Impacto
- Tecnología

Las metodologías de evaluación están orientadas al tipo del proyecto a desarrollar, por lo tanto el modelo estará en función del modelo de producción de la UCI. Estas se encuentran auxiliadas por métodos y herramientas de evaluación.

Dentro de la evaluación se definen diferentes actividades lógicas en orden secuencial que varían según los autores pero persiguen el mismo objetivo determinar el proyecto más indicado. Generalmente no se realiza un solo método de evaluación sino híbridos entre los ya existentes.

Se encuentra necesaria la construcción de un nuevo modelo que se adapte al entorno de producción de la Universidad de las Ciencias Informáticas. El modelo que se propone es un híbrido basado en criterio de expertos y el Proceso de Análisis Jerárquico, junto con métodos económicos, todos ellos integrados a través de un meta evaluador donde se combinen los criterios definidos para la evaluación.

CAPÍTULO 2: MODELO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Introducción

En el capítulo 2 se presenta la propuesta de un Modelo para la Evaluación de pre-factibilidad de proyectos de software, que se enmarca en la Fase Conceptual, para entornos similares al de la Universidad de las Ciencias Informáticas. En la primera parte del capítulo se introducen algunas definiciones propias luego del análisis en el ámbito de la evaluación de pre-factibilidad de proyectos de software. En una segunda parte se definen un conjunto de fases que componen el modelo, se puede presenciar en la Figura 6.

Finalmente se ofrecen las conclusiones parciales del capítulo.

2.1 Modelo de Pre Factibilidad para la Evaluación de Proyectos de Software

La evaluación de los diferentes proyectos es dirigida y organizada por una oficina de gestión de Proyectos que debe existir en la organización interesada en desarrollar los proyectos. La evaluación se realiza de la misma forma organizacional que un proyecto real, por lo cual es integrado por un grupo de recursos humanos que son los ejecutores de la evaluación, mostrados en la Figura 7. La evaluación se realiza antes del grupo de procesos de iniciación y para obtener los documentos requeridos se obtienen a partir del alcance preliminar del proyecto. El modelo está estructurado por tres fases fundamentales: Iniciación, Evaluación y Comunicación. Cada una de estas contiene entradas, técnicas y herramientas así como un conjunto de salidas, proceso representado en la Figura 6.

| | Entradas | Técnicas y Herramientas | Salidas |
|---------------------|--|--|---|
| Iniciación | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Información del Proyecto. ▪ Información de Entorno. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación de Criterios ▪ Criterios de Expertos. ▪ Selección de Criterios. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Listado de Criterios ▪ Listado de Métodos |
| Evaluación | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Listado de Criterios ▪ Listado de métodos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Meta evaluador ▪ Método basados en la Competencia ▪ Métodos Financieros | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Listado de Proyectos Priorizados |
| Comunicación | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Listado de Proyectos priorizados | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recopilación de Información ▪ Técnicas de Negociación | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recomendaciones ▪ Acta de Evaluación del Proyecto. |

Figura 6: Estructura del Modelo de Evaluación

Actores en el proceso de evaluación de proyectos



Dirige todo el proceso de evaluación, selecciona el grupo de evaluadores. Realiza un seguimiento de todo el proceso. Firma los documentos que se emiten y establece las relaciones de negociación.

Gerente del proyecto



Experto

Su número será variable en función de las necesidades del proceso. Son personas expertas en el contenido de los criterios que se evalúan. Realizan la ponderación de los criterios y del método de Análisis Jerárquico.



Equipo de desarrollo

Llevan a cabo el proceso de Evaluación. Proponen los criterios de evaluación que posteriormente son avalados por el grupo de expertos. Emiten todos los documentos en el proceso de evaluación.



Equipo de control de la calidad

Controla durante todo el proceso el cumplimiento de la lista de chequeo, en procesos de evaluación pequeños, puede ser el mismo gerente de Proyecto.

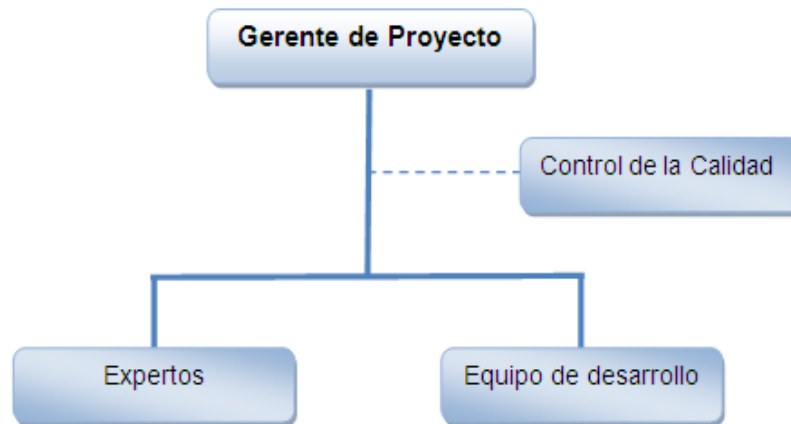


Figura 7: Estructura de del Equipo de Desarrollo.

2.1.1 Fase de Iniciación

En la fase inicial, vista en la Figura 8 es donde se recoge la información preliminar del proyecto, se realiza la planeación del modelo y se seleccionan las personas involucradas en el proceso que formarán parte del equipo de desarrollo de la evaluación.

La evaluación comienza a partir de la necesidad de la Universidad de las Ciencias Informáticas de desarrollar un proyecto o una cartera de proyectos. Antes de comenzar con el desarrollo del mismo se necesita hacer un correcto estudio de viabilidad de la realización del proyecto. La profundización en este modelo ofrece múltiples ventajas que se visualizan en la claridad con que los miembros del equipo de desarrollo comienzan el proyecto conociendo si el mismo es factible o no.

Para realizar la evaluación es necesario conocer a fondo el proyecto a desarrollar y su negocio, así como establecer lazos entre la organización que ejecuta el proyecto y la que lo necesita. A continuación se muestra una gráfica con la estructura de la fase.

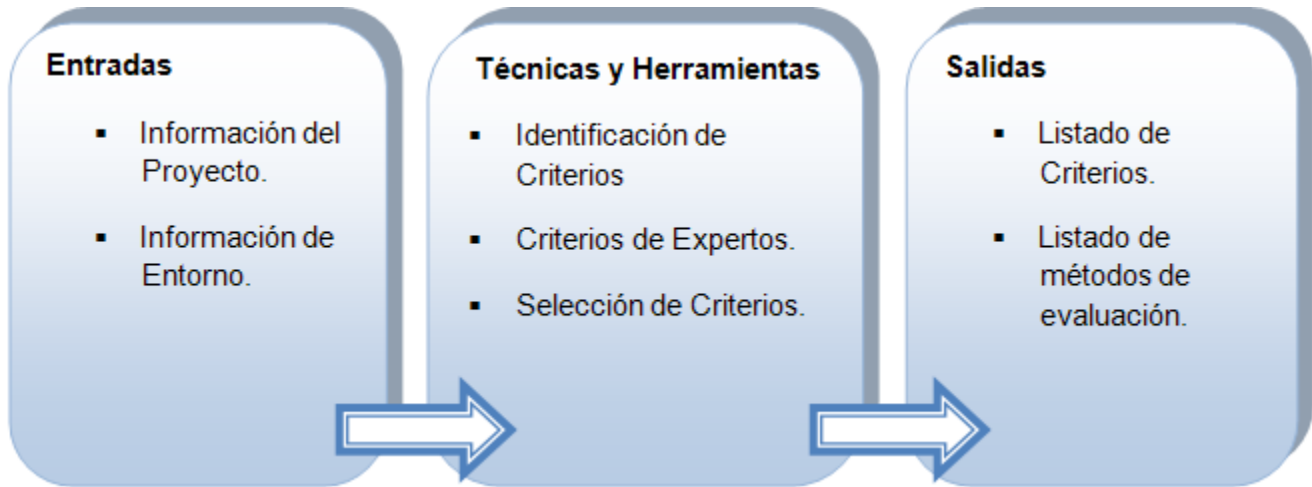


Figura 8: Estructura de la Fase de Iniciación

2.1.1.1 Entradas

- ⇒ Información del Proyecto.
- ⇒ Información de Entorno.

Cada uno de estos documentos recoge una serie de información útil para la evaluación ya que mediante ellos se conocen aspectos de las áreas más importantes del proyecto y de su entorno, estas se pueden consultar en la Tabla 3.

| Información del Proyecto | Información del Entorno |
|--|-------------------------|
| Área de Datos Identificativos del Proyecto | Área de Entorno |
| Área de Organización. | Área de mercado |
| Área Técnica | - |
| Área de Fundamentación del Proyecto. | - |

| | |
|----------------------------|---|
| Área de Gestión de tiempo | - |
| Área de Gestión de Riesgos | - |
| Área Financiera | - |
| Área técnica. | - |

Tabla 3: Áreas que Recoge los Documentos de Entrada

⇒ Información del Proyecto.

Es un documento inicial que se realiza con el objetivo de obtener elementos para una correcta evaluación del proyecto. A partir de este documento se obtienen un grupo de informaciones de diferentes aristas que permite a los evaluadores realizar una correcta ponderación de los criterios.

Pasos a seguir para la obtención del documento.

- Paso 1:** El grupo de evaluadores emite el Documento en forma de planilla.
- Paso 2:** La organización interesada en realizar el proyecto llena la planilla junto a la organización que evalúa el proyecto.
- Paso 3:** El grupo de evaluadores revisa la planilla entregada y rectifica si aprueba o no realizar la evaluación del Proyecto. El proyecto es rechazado solamente cuando no constituye una solución informática.

Se envía notificación de conformación o rechazo a la organización que propone el proyecto a evaluar.

Este documento recoge aspectos que se encuentran estructurados en 6 áreas fundamentales:

↳ Área de Datos Identificativos del Proyecto.

- Nombre
- Clasificación del Proyecto: Puede ser de investigaciones básicas o de creación científica, investigaciones aplicadas y de desarrollo tecnológico. Cuando un proyecto abarque

actividades contempladas en más de un tipo de proyecto se clasifica según los resultados principales que se espera obtener.

- Requisitos o características del producto o servicio: Documenta los requisitos y las características del producto o servicio del proyecto. Se establece una relación entre el producto o servicio que se crea y la necesidad del negocio. Debe ser suficientemente detallado.

↳ Área de Organización

- Plan estratégico de la organización: Se documenta si la organización que desea ejecutar el proyecto lo tiene concebido, con el fin de ayudar en la evaluación.

↳ Área técnica.

Estudia las posibilidades de insumos, la tecnología y los recursos humanos que son necesarios para garantizar la producción de los costos establecidos. Un proyecto puede ser factible tanto por tener un mercado asegurado como por ser técnicamente factible. Provee información para cuantificar el monto de las inversiones y costos de operaciones pertenecientes a la elaboración del software.

- *Recursos Humanos:*
 - ✓ Evaluar y documentar las necesidades de recursos humanos del Proyecto.
 - ✓ Roles del proyecto y responsabilidades de cada uno de los miembros.
 - ✓ Evaluación de categoría científica de los miembros del equipo de desarrollo.
- *Recursos materiales:*
 - ✓ Tecnología que necesita el proyecto para su desarrollo dígame hardware, herramientas de software y licencias o patentes.
 - ✓ Identificación de tecnología con la que dispone la organización

- ✓ Identificar variaciones futuras en la tecnología

↳ Área de Fundamentación del Proyecto

- Justificación o Finalidad: Se describe la finalidad y razones por lo cual el proyecto debe formalizarse y ejecutarse.
- Objetivos del proyecto: Propósito del proyecto. Efecto, a corto plazo, que se espera obtener para los beneficiarios al concluir este. Debe ser coherente con los problemas planteados en el programa (o en la prioridad, en el caso de los proyectos no asociados a programas) y contribuir a uno o varios de sus objetivos.
- Beneficiarios: Sectores sociales, empresariales o institucionales que se beneficiarán por la aplicación o introducción de los resultados del proyecto.
- Resultados previstos: Metas a lograr para alcanzar el objetivo específico y que se obtienen al ejecutar las actividades propuestas. Es importante que expresen la solución de los problemas que originan la propuesta del proyecto. Están constituidos por nuevo conocimiento, procesos, tecnologías, productos y dirigidos al beneficiario, o al cliente. Se deben describir de forma precisa, como acciones o trabajo terminado y definir su novedad en el ámbito nacional o internacional

↳ Área de Gestión de tiempo

- Resumen del Cronograma de Hitos: Se especifican los principales hitos preliminares por fases.
- Límite del Proyecto: Se definen las fronteras del Proyecto

↳ Área de Gestión de Riesgos

- Factores externos: Se identifican los factores externos que constituyen riesgos para la ejecución del proyecto. Para una mejor estructura los dividimos en diferentes grupos aunque se pueden incluir otros.
 - ✓ Entorno: Se puede incluir cultura y estructura de la organización

- ✓ Políticos y legales: Normas gubernamentales o industriales, normas de productos, estándares de calidad, normas de fabricación.
- ✓ Mercado: Factores que en el mercado afecten la comercialización del producto o servicio.
- ✓ Sociales: Cambios sociales que puedan afectar el desarrollo del producto o servicio.
- Factores internos
 - Negocio: Aspectos del negocio que traigan consecuencias negativas en el levantamiento de requisitos o desarrollo del producto o servicio.
 - Tecnología: Equipos, herramientas o licencias que puedan afectar el funcionamiento del Proyecto a largo o corto plazo.
 - Recursos Humanos: Habilidades, disciplinas y conocimientos que no tenga el equipo de desarrollo para enfrentar el proyecto.

↳ Área Financiera

- Límite de Financiación: Se establece un aproximado del costo que produce la ejecución del proyecto.

↳ Otros.

- Necesidades del negocio: Esclarecer si la necesidad del negocio se debe a una necesidad de formación, a una demanda de mercado, a un avance tecnológico, a un requisito legal o a una norma gubernamental.
- Regulaciones y políticas vigentes

⇒ Información del Entorno del Proyecto

Información del Entorno del Proyecto: Es un documento que se obtiene a partir del estudio de diferentes áreas con el fin de obtener una visión externa completa del proyecto a evaluar. Se recoge

un grupo de información a partir de diferentes aristas, estas varían en función del proyecto a evaluar y los objetivos que persiga la evaluación

❖ Pasos a seguir para la obtención del documento:

Paso 1: El grupo de evaluadores definen las áreas que tiene el documento en función del tipo de proyecto evaluar y los objetivos que persigue la evaluación.

Paso 2: Se divide el número de expertos según el número de áreas para junto a los evaluadores entregar la información que se solicita del proyecto a evaluar.

Paso 3: Se entrega el documento al grupo de evaluadores, la cual es guardada como base para realizar el proceso de evaluación.

↳ Área de Entorno

Recoge el contexto del entorno cultural del proyecto, social, internacional, político y físico dividido en los siguientes aspectos [4]:

○ *Entorno cultural y social:*

- ✓ Cómo afecta el proyecto a las personas y como afectan las personas al proyecto.
- ✓ Aspectos demográficos, educativos, éticos, étnicos, religiosos, y de otras características de las personas a quienes afecta el proyecto o que puedan tener un interés en éste.
- ✓ Cultura de la organización que va a desarrollar el Proyecto.

○ *Entorno internacional y político:*

- ✓ Leyes, costumbres internacionales, nacionales, regionales y locales aplicables que afecten el Proyecto.
- ✓ Clima político
- ✓ Existencia de husos horarios, días festivos nacionales, regionales.

- ✓ Requisitos de viaje para reuniones y logística.
- *Entorno físico:*
 - ✓ *Ámbito físico*
 - ✓ Ecología local y la geografía física que podrían afectar al proyecto o ser afectadas por el proyecto.

↳ Área de mercado

Uno de los aspectos más significativos en el estudio de la viabilidad de los proyectos es la determinación, tanto por el hecho de que aquí se define la cuantía de su demanda e ingresos de operación. El estudio del mercado no es más que el análisis y determinación de la oferta y demanda de los precios del proyecto. La ejecución de un proyecto se puede realizar por demanda de un cliente o por riesgo. Se le presta mayor atención al estudio de mercado cuando el proyecto se desea ejecutar por riesgo.

Existen diferentes factores que se deben recoger en este estudio:

- Caracterizar clientes actuales, sus potenciales e identificar sus preferencias y motivaciones.
- Análisis de la demanda actual y proyectada, niveles de precio, condiciones de venta.
- Competencia y ofertas del mercado del proyecto actuales y proyectadas.
- Comercialización del producto
- Producto sustitutivo o similar
- Área de mercado donde se oferta el producto

2.1.1.2 Técnicas y Herramientas

- ☞ Identificación de criterios.
- ☞ Selección de expertos.

☞ Selección de Criterios.

☞ **Identificación de Criterios.**

Luego de un profundo estudio de las metodologías de evaluación existentes y de las particularidades del modelo de producción de la UCI, se conformó un listado de criterios de evaluación los cuales son seleccionados a partir de los documentos recogidos acerca del proyecto y su entorno, además de criterios existentes en el mundo.

La Tabla 4 muestra los criterios propuestos en este modelo de Pre Factibilidad para la Evaluación de Proyectos de Software, especificando con que método en particular es evaluado cada criterio, así como una breve descripción de cada uno de ellos.

| Criterio | Subcriterios | Aplicación | Descripción |
|----------------|---|--------------|---|
| Mercado | 1. Grado de comercialización en el mercado. | AHP, Experto | Nivel máximo que puede ser comercializado el producto en el mercado |
| | 2. Competencia futura del producto. | AHP, Experto | La posible competencia que debe tener el producto en el futuro |
| | 3. Impacto entre los productos existentes. | AHP, Experto | Repercusión en comparación con los productos de su mismo tipo |
| | 4. Acceso al mercado de | AHP, Experto | Nivel de acceso económico |

| | | | |
|------------------------------|--|--|--|
| | tecnología | | que tenga la organización a la tecnología más avanzada en el mercado. |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Acceso al mercado de licencias ▪ Acceso al mercado de hardware | | |
| | 5. Demanda del producto actual | AHP, Experto | Cantidad de clientes actual que deseen el producto |
| | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Niveles de precio ➤ Condiciones de venta ➤ Demanda esperada ➤ Demanda deseada | | |
| | 6. Demanda del producto futura. | AHP, Experto | Posible cantidad de clientes que deseen el producto cuando sea lanzado al mercado. |
| | 7. Productos sustitutos. | AHP, Experto | Los productos existentes en el mercado que pueden sustituir al realizado. |
| 8. Consumidores potenciales. | AHP, Experto | Clientes identificados que desean el producto. | |
| 9. Innovación del producto. | AHP, Experto | Novedad del producto entre | |

| | | | |
|-------------------------|--|--------------|---|
| | | | los ya existentes de su tipo. |
| | 10. Riesgos de aceptación. | AHP, Experto | Estimación de no aceptación del producto en el mercado. |
| | 11. Estimación de vida en el mercado. | AHP, Experto | El tiempo que el producto puede tener una alta demanda en el mercado. |
| Recursos Humanos | 12. Nivel Profesional del personal directivo. | AHP, Experto | Cantidad de Profesionales del personal directivo |
| | 13. Nivel de información del cliente. | AHP, Experto | Nivel de información del cliente para que el equipo entienda el negocio. |
| | 14. Capacidad administrativa de directivos. | AHP, Experto | Capacidad de los directivos de dirigir el equipo de desarrollo. |
| | 15. Nivel de especialización del equipo de desarrollo. | AHP, Experto | Grado de especialización del equipo de desarrollo en las diferentes áreas del conocimiento. |
| | 16. Solvencia científica del equipo | AHP, Experto | Nivel científico del equipo de desarrollo para incluir ciencia |

| | | | |
|---------------------------------|--|--------------|---|
| | de desarrollo. | | en el desarrollo de la solución |
| | 17. Impacto de condiciones de trabajo. | AHP, Experto | Condiciones de trabajo del personal y su repercusión en la realización de las tareas. |
| | 18. Retención del equipo de desarrollo en el proyecto. | AHP, Experto | Mantención de la plantilla del equipo de desarrollo durante toda su ejecución. |
| | 19. Productividad del equipo de desarrollo | AHP, Experto | Nivel de productividad del equipo de desarrollo. |
| | 20. Integración del equipo de trabajo. | AHP, Experto | Nivel de integración del equipo de trabajo para su desarrollo y avance. |
| | 21. Compromiso del equipo de desarrollo | AHP, Experto | Compromiso del equipo para el cumplimiento de las tareas. |
| | 22. Experiencia del equipo de desarrollo | AHP, Experto | Experiencia en el desarrollo de proyectos anteriores |
| Factibilidad tecnológica | 23. Especificaciones técnicas de hardware ➤ Hardware existente en la organización | AHP, Experto | Levantamiento en la organización de todos los requerimientos de hardware y su obtención para la |

| | | | |
|--|---|---------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Necesidad de Compra de Hardware <ul style="list-style-type: none"> • Licencias y Patentes. • Restricciones o políticas de la empresa. ▪ Soporte de hardware | | <p>obtención del producto.</p> |
| | <p>24. Especificaciones técnicas de software</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Herramientas de software existentes. ➤ Necesidad de producir herramientas. ➤ Necesidad de comprar herramientas <ul style="list-style-type: none"> ○ Privativas ○ Libres. ○ Restricciones o políticas de la empresa. ➤ Soporte de software ➤ Reutilización de componentes | <p>AHP, Experto</p> | <p>Levantamiento en la organización de todos los requerimientos de hardware y su obtención para la obtención del producto.</p> |
| | <p>25. Plataforma tecnológica</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Confidencialidad | <p>AHP, Experto</p> | <p>Cumplimiento de los principios informáticos en la</p> |

| | | | |
|----------------|---|--------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Integridad ➤ Disponibilidad ➤ Conexión con otros sistemas de información ➤ Acceso a medios de respaldo | | plataforma tecnológica. |
| Entorno | 26. Restricciones legales de investigación. | AHP, Experto | Restricciones legales en el país u la organización que puedan afectar el desarrollo del proyecto. |
| | 27. Conocimiento de legislaciones y regulaciones vigentes. | AHP, Experto | Conocimiento de de las legislaciones y regulaciones evitando riesgos en la realización del proyecto. |
| | 28. Variaciones climáticas | AHP, Experto | Identificar las variaciones que puedan afectar el desarrollo del proyecto. |
| | 29. Conocimiento sociopolítico del país. | AHP, Experto | Conocimiento de de la política y la sociedad en la que se enmarca el proyecto. |
| | 30. Impacto social del producto. | AHP, Experto | El impacto que producirá en el producto en la sociedad donde se despliegue. |

| | | | |
|--------------------|---|--------------|---|
| | 31. Impacto medio ambiental. | AHP, Experto | El impacto que producirá en el medio ambiental donde se despliegue. |
| | 32. Impacto territorial | AHP, Experto | El impacto que producirá en el producto en el territorio donde se despliegue. |
| Financieros | 33. Crecimiento de ingresos | Económicos | |
| | 34. Ahorro de costos operacionales | Económicos | |
| | 35. Tasa Interna de retorno (TIR) | Económicos | |
| | 36. Valor neto presente | Económicos | |
| | 37. Recuperación de la inversión en el periodo. | Económicos | |
| | 38. Generación del Flujo de Caja(Flujo de Caja) | Económicos | |
| | 39. Costo-Beneficio del proyecto | Económicos | |
| | 40. Tamaño del proyecto | AHP, Experto | Aproximación del tamaño del proyecto |

| | | | |
|------------------|---|--------------|---|
| Generales | 41. Organización del modelo de producción | AHP, Experto | Estructura del modelo de producción |
| | 42. Estimación del tiempo de ejecución | AHP, Experto | Aproximación del tamaño del tiempo de ejecución |
| | 43. Calidad de la solución propuesta | AHP, Experto | |
| | 44. Portabilidad de la solución | AHP, Experto | |
| | 45. Accesibilidad de la solución | AHP, Experto | |

Tabla 4: Propuesta de Criterios

Selección de Expertos

Se basan en la consulta a personas que tienen grandes conocimientos sobre el entorno en el que la organización desarrolla su labor. Esta técnica se emplea para seleccionar los criterios de evaluación que utiliza el modelo.

A continuación se muestran un gráfico que muestra el flujo de actividades de la técnica, Figura 9 y los pasos a seguir para realizar cada una de las actividades.

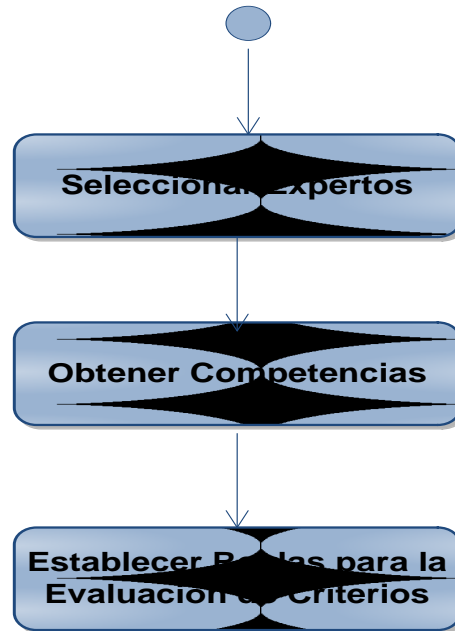


Figura 9: Flujo de la Técnica Selección de Expertos

❖ Pasos para la selección de los expertos:

Paso 1: Seleccionar el grupo de expertos que realizarán la selección de los criterios.

El grupo de expertos deben tener amplio conocimiento sobre el entorno de desarrollo del proyecto a evaluar, apoyándose en los documentos iniciales que contienen las características del proyecto y en su propia base de conocimientos. Cada experto podrá aportar a la discusión general la idea que tiene sobre el criterio a evaluar desde su área de conocimiento. Los expertos deben tener una pluralidad en sus planteamientos. Se seleccionan tantos expertos como se desee.

Paso 2: Obtener la competencia de los expertos seleccionados.

Se realiza un pequeño estudio de la competencia de los expertos seleccionados para conocer el nivel de conocimiento de los mismos.

Se realiza el cálculo del coeficiente de competencia del experto a través de la siguiente expresión:

$$K = \frac{1}{2} (K_c + K_a)$$

Donde:

K_c – Coeficiente de conocimiento del experto sobre el criterio, el cual debe estar en un rango de 0-1

K_a – Coeficiente de argumentación del experto sobre el criterio, tiene que estar en un rango de 0-1

Si $K < 0.8$ no es confiable la selección realizada.

Si $K (0.8 < K < 1)$ la selección realizada es confiable.

Paso 3: Establecer las reglas para realizar la evaluación de criterios.

Reglas a establecer entre los expertos.

- Los expertos deben conocer el objetivo que persigue cada criterio para realizar una correcta ponderación.
- Los expertos deben permanecer en anonimato durante el proceso permitiendo que ningún miembro del equipo sea influenciado por el otro.

☞ Selección de los Criterios

Inicialmente los expertos tienen un listado de n criterios que son propuestos en el Modelo escogidos del estudio de diferentes Modelos de Evaluación y otros ya definidos en bancos de criterios de evaluación. Para la selección de estos se sigue un flujo de actividades vistas en la Figura 10, explicadas en pasos.

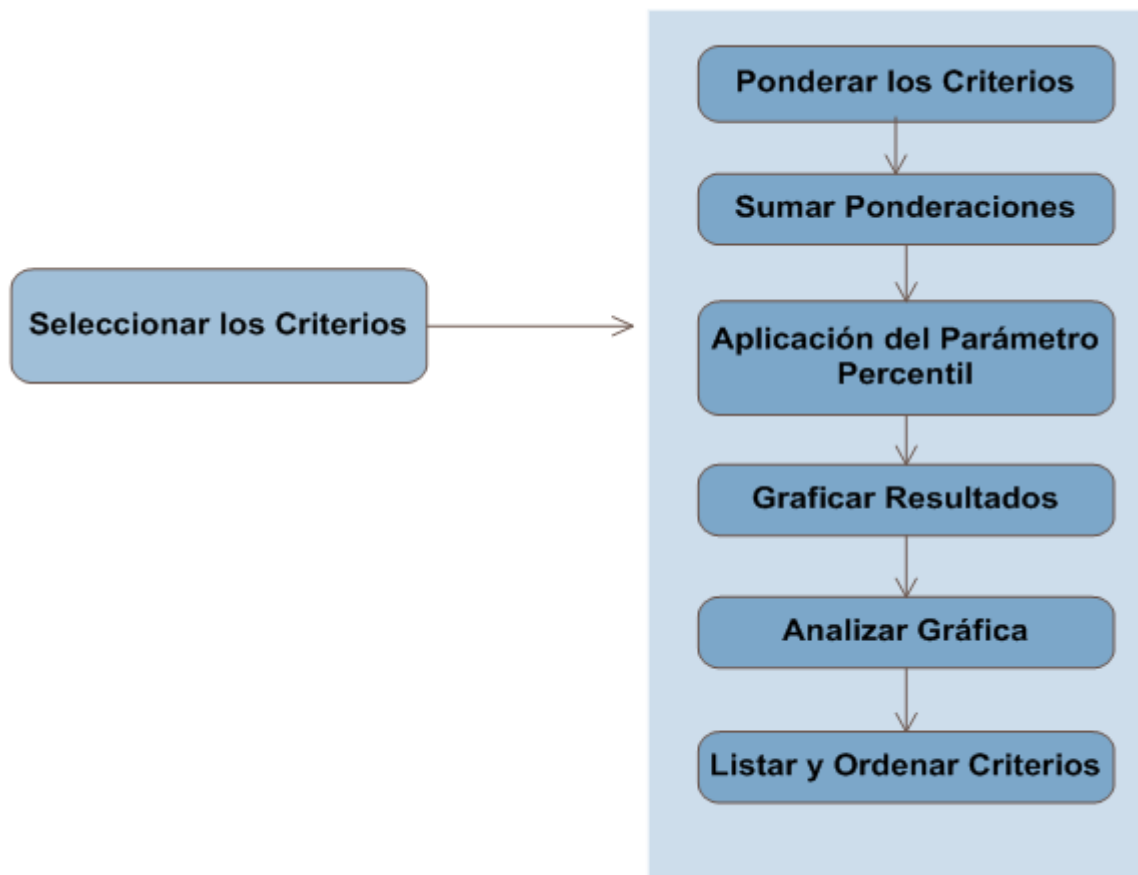


Figura 10: Flujo de la Técnica Selección de Criterios

❖ Para realizar la selección de criterios se siguen los siguientes pasos:

Paso 1: Cada experto de manera individual realiza una ponderación al criterio de $0-n-1$ donde n es proporcional al número de criterios que se evalúan. Realizar una evaluación de 0 significa que el experto decide que el criterio no debe estar y n que se le da la puntuación máxima.

A continuación se muestra un ejemplo en la Tabla 5 donde $n=4$.

| Criterios | Experto ₁ | Experto ₂ | Experto ₃ | Experto ₄ | Experto ₅ | Σ (Evaluación) |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|

| | | | | | | de expertos) |
|-----------------------------|---|---|---|---|---|--------------|
| Criterio₁ | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Criterio₂ | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 18 |
| Criterio₃ | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 4 |
| Criterio₄ | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 19 |

Tabla 5: Cantidad de Votaciones de Experto por Criterio

Paso 2: Se realiza la suma ponderada de los valores que dieron los expertos, esta suma simboliza el eje de las x.

Paso 3: De la ponderación realizada por los expertos, se le aplica el parámetro percentil del 75% de n , si la ponderación cumple el parámetro se cuenta como una, haciendo una sumatoria de todas las ponderaciones por parámetro que cumplen la condición, ejemplo en la Tabla 6.

Ejemplo Para $n=4$, se toman en cuenta las ponderaciones mayores que 3 las que se muestra en la gráfica de la Figura 11.

| Criterios | Experto ₁ | Experto ₂ | Experto ₃ | Experto ₄ | Experto ₅ | Cantidad de Votos |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Criterio₁ | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Criterio₂ | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| Criterio₃ | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Criterio₄ | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Tabla 6: Votaciones de los Expertos

Paso 4: Se grafican los resultados obtenidos en la Tabla 6 donde X significa el grado de Relevancia del criterio. X va desde 0 hasta n .

Y significa el grado de selección del criterio. Y va desde 0 hasta m donde m es el número de expertos.

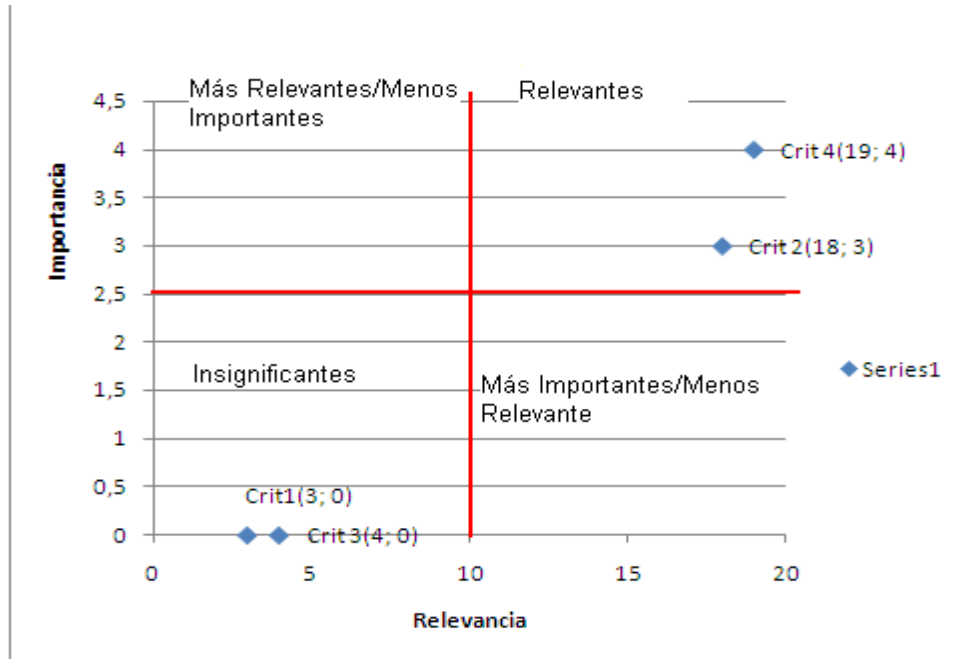


Figura 11: Cuadrante de Selección de Criterios.

Paso 5: Se analiza en el cuadrante en el que queda cada criterio

Cuadrante 1 – Relevante

Cuadrante 2 – Más Relevante/Menos Importante

Cuadrante 3 – Insignificante

Cuadrante 4 – Más importante/Menos Relevante

Paso 6: Se conforma la lista de criterios a evaluar en función de los cuadrantes en los que quedan los criterios, se ordenan en el orden de prioridad que decidan los expertos poniendo siempre en primer lugar el Cuadrante 1.

2.1.1.3 Salidas

- ↳ Listado de criterios a evaluar.
- ↳ Listado de métodos de evaluación

↳ **Listado de criterios a evaluar**

El listado de criterios para realizar la evaluación se obtiene a partir de la técnica de selección de criterios descrita anteriormente en técnicas y herramientas. El modelo propone un conjunto de criterios los cuales pueden ser variables en función del tipo de proyecto a evaluar y de los objetivos que persigue la evaluación.

↳ **Listado de métodos de evaluación**

Se conforma un listado con los métodos que el modelo propone para utilizar en el Meta evaluador. El listado puede variar en función del proyecto que se desea evaluar y se conforma a partir del estudio preliminar de métodos de evaluación y de los criterios seleccionados. Se proponen los siguientes métodos de evaluación:

- Valor actual neto.
- Tasa interna de retorno
- Punto de equilibrio
- Período de recuperación
- Análisis de costo-beneficio y estudio de sensibilidad
- Proceso de Análisis Jerárquico

2.1.3 Fase de Evaluación

En la Fase de Evaluación se obtienen los resultados del Proceso de evaluación, es la fase que tiene mayor peso durante todo el proceso ya que en la misma se llevan a cabo los métodos de evaluación que arrojan el resultado final del proceso de evaluación, su estructura en la Figura 12.

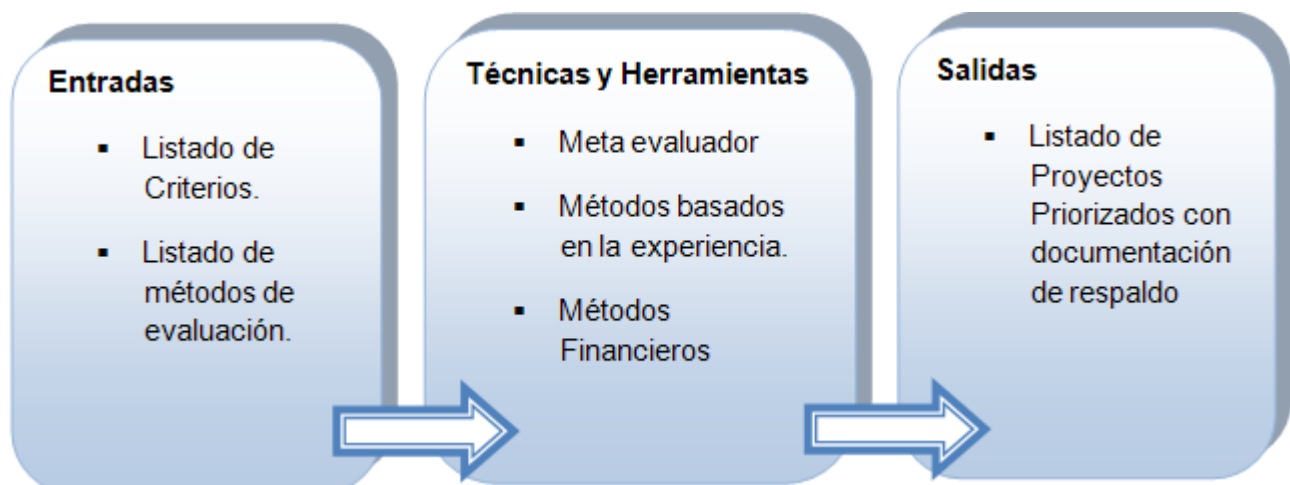


Figura 12: Estructura de la Fase de Evaluación.

2.1.3.1 Entradas

Las entradas de esta fase son las salidas en la fase de Iniciación, las cuales ya fueron explicadas.

- ⇒ Listado de Criterios.
- ⇒ Listado de métodos de evaluación.

2.1.3.2 Técnicas y Herramientas

- ☞ Meta evaluador
- ☞ Métodos basados en la experiencia.
- ☞ Métodos Financieros
- ☞ **Meta-evaluadores**

Es un concepto que nace a partir del concepto de meta-clasificadores y su funcionamiento está inspirado en la estructura de los mismos, se realiza una adaptación enfocada en lograr una integración de los métodos de evaluación para obtener un resultado único.

Meta-evaluadores: Son un conjunto de sistemas que clasifican nuevos ejemplos realizando una combinación de las decisiones individuales de los evaluadores por los que está compuesto. Los conjuntos de meta-evaluadores se construyen en dos fases: en la primera se genera un conjunto de evaluadores y en la segunda se combinan las distintas hipótesis generadas.

Dentro de las técnicas existentes para generar evaluadores se encuentran:

- Fusión de etiquetas
 - ✓ Voto por mayoría
 - ✓ Mayoría simple
 - ✓ Voto por mayoría con umbral
 - ✓ Voto por mayoría con peso
- Fusión de salidas continuas
- Stacking
- Cascada
- Bagging
- Aleatorización
- Boosting
- Híbridos

2.1.3.2.1 Modelo de Pre factibilidad para la Evaluación de de Proyectos de Software.

El modelo propuesto está conformado por un Meta-evaluador que se inspira en el método de Stacking, este presenta las siguientes características:

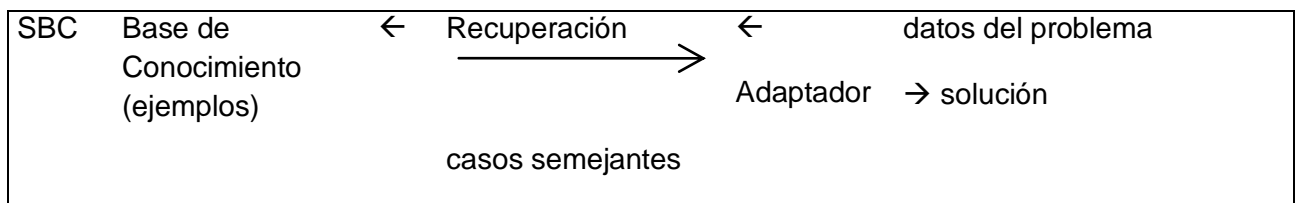
Estructura

Posee una estructura en capas o paralelo, donde todos los evaluadores (métodos de evaluación) son invocados y sus decisiones son seleccionadas o ponderadas de acuerdo con algún criterio de combinación.

Aprendizaje

Los evaluadores aprenden a través de sistemas basados en conocimiento, específicamente en los Sistemas Basados en Casos (SBC), los cuales a través de un proceso de revisión del conocimiento público existente sobre la solución de problemas en el dominio de aplicación elegido, adquieren el conocimiento, designando así cada nueva instancia o criterio al método de evaluación correspondiente. Es decir que el aprendizaje se realiza mediante la selección de ejemplos o de casos resueltos y su organización en la base de casos. Utilizando como método de solución del problema la recuperación y adaptación de estos ejemplos en los distintos casos.

El esquema de trabajo quedaría representado de la siguiente forma:



2.1.3.2 Funcionamiento del Meta-Evaluador

- **Nivel-0:** En el Nivel cero se reciben los proyectos a evaluar.
- **Nivel-1:** Está constituido por los criterios de evaluación seleccionados por los expertos, los cuales dan paso al Nivel-2.

- **Nivel-2:** Se encuentra en este nivel los distintos métodos de evaluación, los cuales emiten un resultado según la naturaleza del mismo.
- **Nivel-3:** En este nivel se encuentra el mezclador el cual es el encargado de mezclar los resultados obtenidos en el nivel anterior mediante el promedio geométrico, el criterio de votaciones, o cualquier otro método que se adapte a estos propósitos, dando paso así al nivel-4.
- **Nivel-4:** En este nivel se obtiene el listado de los proyectos evaluados en un orden de prioridad obtenido en el nivel anterior.

El resultado final del proceso de evaluación es el meta evaluador, del cual se obtiene una lista de proyectos priorizados determinado por el valor numérico arrojado entre 0 y 1, donde mientras más cerca de 1 esté el resultado del mismo más factible será la realización del proyecto. El funcionamiento del meta evaluador se encuentra graficado en la Figura 13.

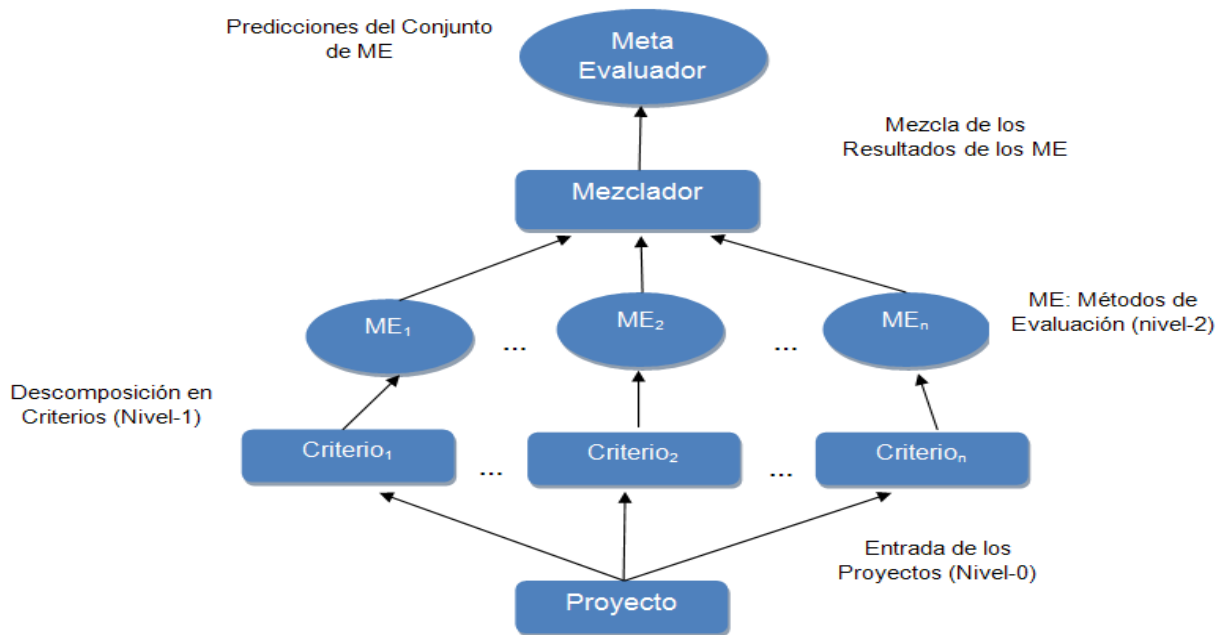


Figura 13: Proceso de Funcionamiento del Meta Evaluador.

Promedio Geométrico

Este promedio sólo es relevante si los números son positivos, ya que si uno de ellos es 0 entonces el resultado también sería 0. En el caso de varias cantidades son multiplicadas para producir un total. Se denota como X_p donde dada una serie de n números positivos x_1, x_2, \dots, x_n , se define X_p como la raíz n -ésima del producto de todos los números.

$$X_p = \sqrt[n]{X_1 X_2 \dots X_n}$$

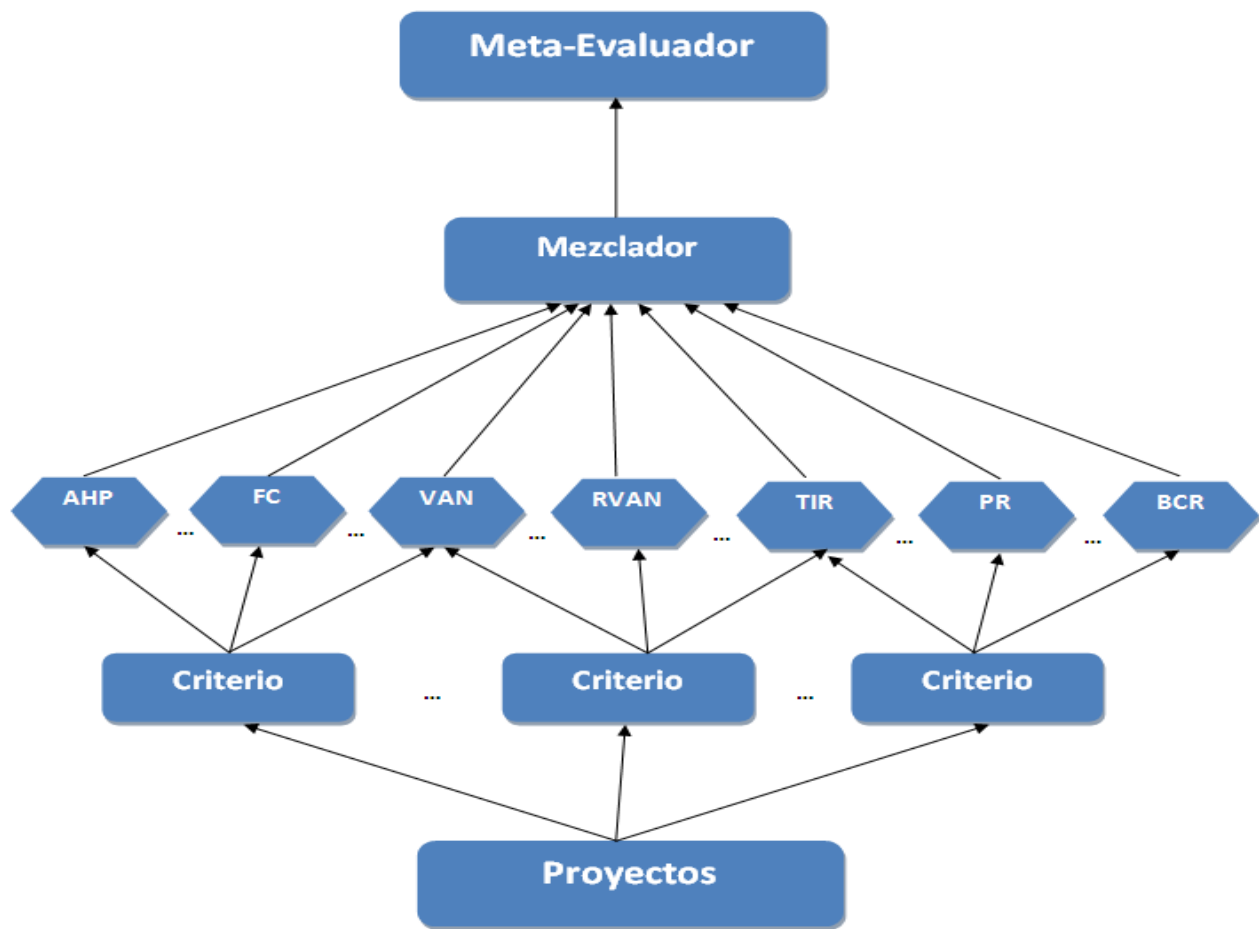


Figura 14: Meta Evaluador Propuesto.

2.1.3.2.1 Métodos que conforman el meta evaluador.

- **Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)**

Este método es un procedimiento para cuantificar las opiniones de los expertos sobre la importancia relativa de cada uno de los criterios empleados en el proceso de toma de decisión.

El método propuesto consta de diferentes pasos.

Paso 1: Descomponer el problema a resolver en una jerarquía de elementos interrelacionados (Figura 13).

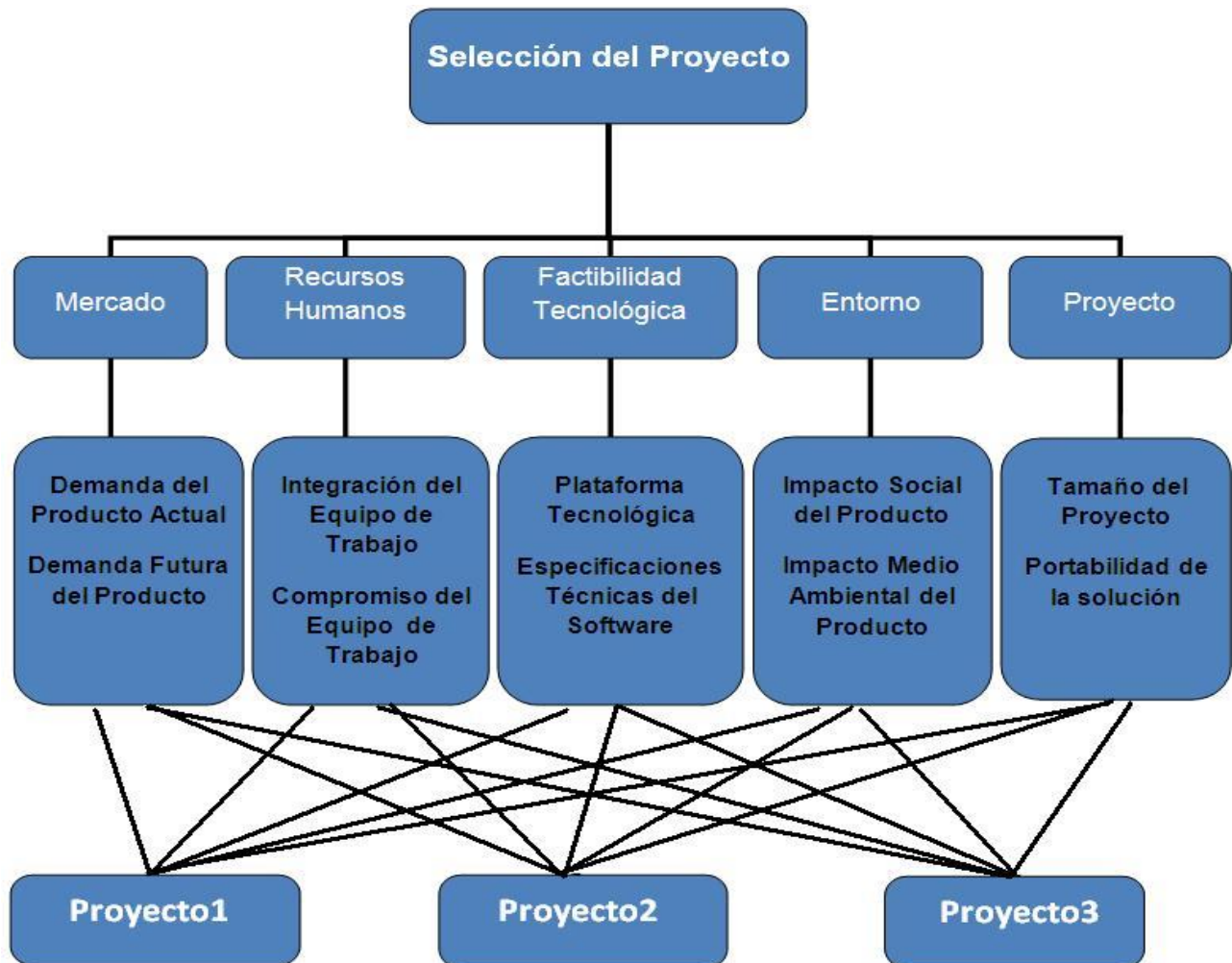


Figura 15: Descomposición Jerárquica del Problema

Nivel 1: Se sitúa la meta a alcanzar.

Nivel 2: Criterios y subcriterios a evaluar.

Nivel 3: Los proyectos a evaluar.

Paso 2: Desarrollar la Matriz de Comparación por pares (MCP) de Alternativas para cada uno de de los criterios en función de la opinión de los expertos.

Se realiza una matriz de orden proporcional al número de criterios, el experto realiza una comparación por pares entre criterios, estableciendo un valor de importancia de un criterio sobre el otro.

Para asignar este valor el experto se basa en la tabla que se muestra a continuación.

| Definición | | Factor |
|---|--|---------|
| Igual Importancia. | El criterio contribuye de igual forma al objetivo | 1 |
| Ligeramente más preferida o importante. | La experiencia y el juicio favorecen ligeramente a un criterio sobre otro. | 3 |
| Fuertemente más preferido o importante. | La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un criterio sobre otro. | 5 |
| Muy fuertemente más preferida o importante. | Un criterio es fuertemente favorable y su denominación es demostrada en la práctica. | 7 |
| Extremadamente más preferida o importante. | La evidencia que favorece a un criterio sobre el otro es la mayor posible en el orden de las afirmaciones. | 9 |
| Valores Intermedios | Expresivo en la indefinición entre dos valores básicos de la escala. | 2,4,6,8 |

Tabla 7: Preferencias de Criterios

Para llenar la matriz se pueden asignar valores intermedios y recíprocos cuando la segunda alternativa es preferida a la primera, ej. (1/9,1/5). El valor 1 siempre es asignado a la comparación de un criterio con sí mismo. Todos los elementos que componen tienen que ser positivos.

Prioridades de cada Matriz de Comparación por Pares- Alternativas

Criterio: Tamaño del Proyecto

$$\begin{array}{cc}
 & \begin{array}{c} \text{Proyecto 1} \\ \text{Proyecto 2} \end{array} \\
 \begin{array}{c} \text{Proyecto 1} \\ \text{Proyecto 2} \end{array} & \left(\begin{array}{cc} 1 & 4 \\ 1/4 & 1 \end{array} \right)
 \end{array}$$

Criterio: Portabilidad

$$\begin{array}{cc}
 & \begin{array}{c} \text{Proyecto 1} \\ \text{Proyecto 2} \end{array} \\
 \begin{array}{c} \text{Proyecto 1} \\ \text{Proyecto 2} \end{array} & \left(\begin{array}{cc} 1 & 1/3 \\ 3 & 1 \end{array} \right)
 \end{array}$$

Criterio: Accesibilidad

$$\begin{array}{cc}
 & \begin{array}{c} \text{Proyecto 1} \\ \text{Proyecto 2} \end{array} \\
 \begin{array}{c} \text{Proyecto 1} \\ \text{Proyecto 2} \end{array} & \left(\begin{array}{cc} 1 & 2 \\ 1/2 & 1 \end{array} \right)
 \end{array}$$

Matriz de Comparación entre Criterios

$$\begin{array}{cc}
 & \begin{array}{c} \text{Tamaño del Proyecto} \\ \text{Portabilidad} \\ \text{Accesibilidad} \end{array} \\
 \begin{array}{c} \text{Tamaño del Proyecto} \\ \text{Portabilidad} \\ \text{Accesibilidad} \end{array} & \left(\begin{array}{ccc} 1 & 1/3 & 1/4 \\ 3 & 1 & 2 \\ 4 & 1/2 & 1 \end{array} \right)
 \end{array}$$

Paso 3: Desarrollar la matriz normalizada (MCN) dividiendo cada número de columnas de la matriz de comparación por pares por la suma total de la columna.

Matriz Normalizada

Criterio: Tamaño del Proyecto

| | Proyecto1 | Proyecto2 |
|-----------|-----------|-----------|
| Proyecto1 | 0.8000 | 0.8000 |
| Proyecto2 | 0.2000 | 0.2000 |

Matriz Normalizada General

| | | |
|--------|--------|--------|
| 0.1250 | 0.1818 | 0.0769 |
| 0.3750 | 0.5455 | 0.6154 |
| 0.5000 | 0.2727 | 0.3077 |

Paso 4: Desarrollar el vector de prioridad para el criterio calculando el promedio de cada fila de la matriz normalizada. Este promedio por fila representa el vector de prioridad del proyecto con respecto con respecto al criterio considerado.

Vector Prioridad

Criterio: Tamaño del Proyecto

| |
|--------|
| 0.8000 |
| 0.2000 |

Vector Prioridad General

$$\begin{pmatrix} 0.1279 \\ 0.5119 \\ 0.3601 \end{pmatrix}$$

Paso 5: Calcular la consistencia de las opiniones de los expertos utilizadas en la Matriz de Comparación por pares puede ser determinado a través del cociente de consistencia (RC). Un CR inferior a 0.10 es considerado aceptable. Para aquellos casos en que $CR > 0.10$, las opiniones y juicios deberán ser reconsideradas.

Para calcular el cociente de consistencia se realiza a través de las siguientes acciones:

- Para cada línea de la matriz de comparación por pares, determinar una suma ponderada en base a la suma del producto de cada celda por la prioridad de cada proyecto correspondiente.
- Para cada línea, dividir la suma ponderada por la prioridad de su proyecto correspondiente. Determinar la media (buscar el símbolo de λ) max del resultado del Paso 2.
- Calcular el índice de Consistencia para cada Proyecto $CI = (t_{max} - n) / (n - 1)$.
- Determinar el índice de consistencia en la Tabla 8.
- Determinar el cociente de Consistencia (CR): $CR = CI / CR$.

| Total de Proyectos (n) | Índice Aleatorio (RI) |
|------------------------|-----------------------|
| 1 | 0,00 |
| 2 | 0,00 |
| 3 | 0,58 |
| 4 | 0,90 |
| | |

Tabla 8: Índices de Consistencia.

Paso 6: Luego de los pasos (2,3,4,5) han sido ejecutados para todos los criterios los resultados obtenidos en el Paso 4 son resumidos en una matriz de prioridad (MP), listando los proyectos por fila y los criterios por columna.

Paso 7: Desarrollar una matriz de comparación de criterios por pares de manera similar a lo que se hizo para los proyectos en los Pasos 2, 3, 4.

Paso 8: Desarrollar un vector de prioridad global visto en la Tabla 9 multiplicando el vector de prioridad de los criterios (Paso 7) por la matriz de prioridad de las alternativas (Paso 6).

| Criterios | | | | |
|----------------------|---------------------|--------------|---------------|-----------------------|
| Alternativas | Tamaño del Proyecto | Portabilidad | Accesibilidad | Ponderadores Globales |
| Proyecto1 | 0.8000 | 0.250 | 0.667 | 0.4704 |
| Proyecto2 | 0.2000 | 0.750 | 0.333 | 0.5296 |
| Ponderaciones | 0.128 | 0.512 | 0.360 | |

Tabla 9: Prioridad Global de los Criterios (resumen de los pasos 6-8).

El Proyecto2 obtiene la mayor prioridad.

- **Métodos Económicos**

Como ya hemos analizados estos métodos los más utilizados para realizar la evaluación de proyectos a nivel mundial, estos realizan la evaluación basándose en la sostenibilidad financiera en el tiempo, tanto de los ingresos como de los gastos. Para realizar la selección tienen en cuenta los flujos de dinero que se estima tendrá cada uno de los proyectos a través de toda su vida. Por lo que se necesitan tener a la mano una estimación de las necesidades financieras de cada uno de los proyectos para su posterior desarrollo, así como los precios actuales del mercado los cuales se tendrán en cuenta para estimar los beneficios y los costos. Luego de haber calculado algunos de estos métodos el evaluador lleva el resultado a una escala entre 0 y 1 donde mientras más cerca esté de 1 mejor resultado tuvo el método, para así integrarlo al Meta evaluador.

Aspectos que se Evalúan.

- Flujo de Caja (FC)

El Flujo de Caja se obtiene de la sustracción de los ingresos con los costos, del proyecto. En él se reflejan los egresos y los ingresos de cada año de duración del proyecto, incluyendo la etapa de comercialización de los resultados.

Los ingresos dependen de dos variables: volúmenes de venta y precios.

En los egresos se consideran todos los gastos de ejecución del proyecto más un estimado de aquellos necesarios para la aplicación de los resultados, ambos constituyen la inversión inicial que debe recuperarse. Por beneficio se entiende todos los ingresos que se prevé alcanzar ya sea por la comercialización de productos, servicios o tecnologías.

Se consideran como costos la inversión inicial correspondiente a fondos propios, el pago del capital de la inversión, costo de materias primas y otros materiales, costo de energía y combustible, mano de obra, seguros, impuestos y arriendos, gastos de comercialización, imprevistos y gastos directos y como ingresos la venta del resultado del proyecto, la depreciación de los bienes que sobrepasan la vida útil del proyecto, las reducciones de gastos y las cuentas por cobrar [9].

Flujo de caja = Ingreso – Costo

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Costo Inicial} - \text{Valor Residual}}{\text{Vida Útil}}$$

Valor en Libros Final = Costo Inicial – Depreciación Acumulada

Estructura de un Flujo de Caja:

Los flujos de Caja se pueden dividir en tres flujos fundamentales:

Flujos iniciales: dentro de estos se encuentran, la inversión inicial (principal salida de efectivo del proyecto) y las variaciones en el capital de trabajo. Hay que aclarar que el Capital de Trabajo es un monto de dinero que no sale de la empresa por lo que al terminar el proyecto en un dinero que yo recupero.

Flujos Operacionales: en estos se incluyen todas las entradas y salidas de efectivo que tengan que con el proyecto.

Flujos Finales: en estos se encuentran la recuperación de Capital de Trabajo y el valor en libro de los Activos fijos.

Para continuar con la estructura del FC y los procesos que se llevan para su realización es necesario consultar el documento Descripción del Proceso para Calcular el Flujo de Caja donde se explica con claridad todos los procesos de Costos y la elaboración de una Ficha de Costos, [ver Anexo 1].

- Valor Actual Neto (VAN)

El VAN se puede entender como el valor actualizado del saldo entre el flujo de ingresos y egresos generados por un proyecto durante su vida útil. Para hallar dicho saldo se descuentan flujos a una tasa que debe representar en última instancia el costo de oportunidad del capital. Para su cálculo han de actualizarse las corrientes de liquidez anuales a comienzos del proyecto a una tasa fija.

$$VAN = \sum C_n / (1 + r)^n - C_0$$

t = 1

n = Vida útil del proyecto en años

C_n = Flujo de caja para n años

r = Tasa de actualización fija

t = tiempo

C₀ = Inversión inicial

Si el VAN ≥ 0 se toma en cuenta el criterio para aceptar el proyecto.

- RVAN

Representa la relación entre las utilidades netas actualizadas del proyecto y el valor actualizado de la inversión. Como el VAN no nos ofrece la relación con la inversión, se hace necesario determinar el rendimiento de la inversión.

$$RVAN = VAN / CAI$$

CAI = costo actualizado de inversión.

- Tasa Interna de Retorno (TIR).

La Tasa Interna de Retorno (TIR), representa el rendimiento particular que tiene un proyecto sin tomar en cuenta su costo de capital. La misma proporciona una medida de la rentabilidad relativa bruta anual por unidad monetaria comprometida en un proyecto.

La TIR se toma como la tasa en que la rentabilidad absoluta neta del proyecto se hace cero ($VAN = 0$), o sea, donde los ingresos actualizados se igualan a los pagos actualizados.

Para calcular la TIR para proyectos con flujos de caja constantes se igualaría a cero la expresión análoga de un VAN con esas características:

$$0 = -I + FC * \frac{a_n}{r}$$

El criterio es toma en cuenta para aceptar el proyecto si la TIR es mayor que la tasa de oportunidad

- Período de Recuperación de la Inversión (PRI)

El plazo o período de recuperación que debe transcurrir para que se igualen los egresos con los ingresos a una tasa actualizada dada. Representa el rendimiento de la inversión realizada.

$$TE = C / I$$

TE = Tasa de eficiencia

C = Resultado del flujo de caja

I = Costo de la inversión

- Ratio beneficio-coste (BCR) y Análisis de Sensibilidad

Este es empleado para realizar una comparación entre el valor actual de los ingresos frente al valor actual de sus costes. Representa la relación ingresos/gastos, en los cuales estos se calculan actualizando sus corrientes futuras.

$$BCR = \frac{VA_{Ingresos}}{VA_{Costes}}$$

Este ratio será mejor para el agente decisor cuanto mayor sea su valor. Así, se aceptará un proyecto si este es mayor o igual a la unidad y se rechazará cuando sea menor que la unidad:

$VAN_i \geq 0 \Rightarrow BCR_i \geq 1 \rightarrow$ el proyecto i se aceptaría.

$VAN_i < 0 \Rightarrow BCR_i < 1 \rightarrow$ el proyecto i se rechazaría.

2.1.3.3 Salidas

- ↳ Listado de proyectos priorizados con documentación de respaldo

A partir de los métodos de evaluación se determina un listado con los proyectos que son más factibles desarrollar, este listado es respaldado por un documento que tiene toda la información del proceso.

2.1.4 Fase de Comunicación



Figura 16: Estructura de la Fase de Comunicación

2.1.4.1 Entradas

Descritas en la fase de Evaluación como parte de las salidas.

- ⇒ Listado de Proyectos Priorizados con documentación de respaldo

2.1.4.2 Técnicas y Herramientas

- ☞ Recopilación de información de los proyectos evaluados.
- ☞ Técnicas de negociación.

☞ Recopilación de información de los proyectos evaluados

A lo largo del todo proceso de evaluación se recopila la información conformando un Expediente de evaluación de cada Proyecto, el cual es archivado. Este proceso permite que cada vez que se necesite se pueda revisar la documentación para la toma de decisiones.

☞ **Técnicas de negociación**

Son las técnicas que se utilizan para establecer comunicaciones entre la oficina de gestión que realiza la evaluación del proyecto y la organización interesada en ejecutarla. A través de esta técnica las organizaciones llegan a acuerdos y se firma el Acta de evaluación del Proyecto.

2.1.4.3 Salidas

- ↳ Recomendaciones de los proyectos evaluados.
- ↳ Acta de evaluación del proyecto.

↳ **Recomendaciones de los proyectos evaluados**

Cada Proyecto tiene como salida en esta fase un Expediente que entre otras informaciones contiene una sección de recomendaciones. A partir de la evaluación realizada se obtienen un grupo de recomendaciones de los proyectos en función de los criterios de evaluación, lo cual permite que en su futura ejecución se tengan en cuenta estos aspectos y el mismo se pueda desarrollar con mayor calidad y menor cantidad de riesgos.

↳ **Acta de evaluación del proyecto**

Cuando se termina el proceso de evaluación el grupo de evaluadores emite este documento con el objetivo de dar fin al proceso y que ambas partes estén de acuerdo con el mismo. El documento es firmado por los responsables de cada parte y queda esclarecido si el proyecto tuvo aceptación durante el Proceso de evaluación o si no es factible desarrollarlo.

Conclusiones Parciales

- El modelo de Evaluación propuesto es conformado en función del entorno de desarrollo de la Universidad de las Ciencias Informáticas y es adaptable a entornos de desarrollo similares.
- El proceso de evaluación es llevado a cabo por un grupo de evaluadores, expertos y decisores que son seleccionados en función de sus conocimientos y habilidades dirigidos por una oficina de Gestión de Proyectos.

- Se proponen un conjunto de criterios de evaluación, los cuales pueden ser variables en función de los objetivos que persiguen la evaluación y el tipo de proyecto que se evalúa.
- El modelo basa su funcionamiento en un Meta evaluador que permite incluir tantos métodos y criterios de evaluación como se desee siempre que cumplan con todo el Proceso de evaluación.
- Se obtiene como resultado un listado de proyectos priorizados y uno de proyectos que no tuvieron aceptación durante el proceso de evaluación ambos con un Expediente que recopila toda la información del proceso.
- Como documento final se emite un Acta de Evaluación, la cual es firmada por ambas organizaciones la evaluadora y la interesada en ejecutar el Proyecto donde queda claro el resultado de la evaluación.
- El proyecto se ejecuta en función de los intereses de las organizaciones, aunque no haya tenido un resultado positivo en el proceso de evaluación, pero su ejecución es respaldada por el Expediente de Evaluación.

CAPITULO 3: EVALUACIÓN Y APLICACIÓN DE LA PROPUESTA

Introducción

En capítulo se presentan los resultados del proceso de evaluación y puesta en práctica del modelo propuesto. Se muestran los resultados obtenidos al ser aplicado a proyectos reales de desarrollo de software en el Centro de Tecnologías de Almacenamiento Análisis de Datos.

Para realizar el proceso de validación se utilizan el Proyecto Generador de Reportes Dinámicos y el proyecto Sistema de Información para el INE (SINE), pertenecientes a CENTALAD. A los mismos se le fue aplicado todo el modelo en cada una de sus fases.

3.1 Fase de Iniciación

3.1.1 Entradas

- ⇒ Documento de Información del Proyecto del proyecto 1 (Generador de Reportes Dinámicos): En este documento se recoge la información del proyecto referente a las distintas áreas que facilita la selección de los criterios de evaluación. Estas áreas son: área de datos identificativos del proyecto, de la organización, de fundamentación del proyecto, de gestión de tiempo, y de gestión de riesgos, [ver Anexo 2].
- ⇒ Documento de Información del Entorno del Proyecto del proyecto 1 (Generador de Reportes Dinámicos), en el cual se recoge información de Entorno y del Mercado, [ver Anexo 3].
- ⇒ Documento de Información del Proyecto del proyecto 2 (Sistema de Información para el INE): En este documento se recoge la información del proyecto referente a las distintas áreas que facilita la selección de los criterios de evaluación. Estas áreas son: área de datos identificativos del proyecto, de la organización, de fundamentación del proyecto, de gestión de tiempo, y de gestión de riesgos, [ver Anexo 4].
- ⇒ Documento de Información del Entorno del Proyecto del proyecto 1 (Sistema de Información para el INE), en el cual se recoge información de Entorno y del Mercado, [ver

⇒ Anexo 5].

3.1.2 Técnicas y Herramientas.

☞ Identificación de Criterios.

Con la realización de la técnica se obtuvieron los criterios a evaluar de acuerdo al grado de apreciación de los expertos visto en la Tabla 10.

| No | Criterio | Experto 1 | Experto 2 | Experto 3 | Experto 4 |
|----|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | Grado de comercialización en el mercado. | 20 | 25 | 10 | 7 |
| 2 | Competencia futura del producto. | 15 | 10 | 0 | 0 |
| 3 | Impacto entre los productos existentes. | 30 | 35 | 15 | 16 |
| 4 | Demanda del producto actual. | 35 | 35 | 5 | 6 |
| 5 | Productos sustitutos. | 17 | 20 | 30 | 24 |
| 6 | Consumidores potenciales. | 35 | 30 | 36 | 35 |
| 7 | Innovación del producto. | 16 | 20 | 39 | 38 |
| 8 | Riesgos de aceptación. | 5 | 10 | 10 | 12 |
| 9 | Estimación de vida en el mercado. | 15 | 15 | 0 | 0 |
| 10 | Nivel Profesional del personal directivo. | 25 | 20 | 20 | 18 |
| 11 | Capacidad administrativa de directivos. | 35 | 35 | 16 | 14 |
| 12 | Nivel de especialización del equipo de desarrollo. | 20 | 29 | 20 | 25 |
| 13 | Solvencia científica del equipo de desarrollo | 36 | 30 | 0 | 0 |
| 14 | Impacto de condiciones de trabajo | 23 | 18 | 0 | 1 |
| 15 | Retención del equipo de desarrollo en el proyecto. | 38 | 39 | 0 | 0 |
| 16 | Productividad del equipo de desarrollo | 32 | 37 | 26 | 25 |
| 17 | Integración del equipo de trabajo. | 35 | 35 | 30 | 29 |

| | | | | | |
|----|---|----|----|----|----|
| 18 | Compromiso del equipo de desarrollo | 35 | 35 | 10 | 7 |
| 19 | Experiencia del equipo de desarrollo | 28 | 20 | 20 | 18 |
| 20 | Hardware existente en la organización | 10 | 20 | 36 | 35 |
| 21 | Soporte de hardware | 10 | 20 | 12 | 15 |
| 22 | Herramientas de software existentes | 15 | 20 | 0 | 2 |
| 23 | Reutilización de componentes | 35 | 39 | 26 | 23 |
| 24 | Acceso a medios de respaldo | 20 | 25 | 12 | 14 |
| 25 | Conocimiento de legislaciones y regulaciones vigentes | 14 | 10 | 15 | 16 |
| 26 | Variaciones climáticas | 5 | 5 | 0 | 1 |
| 27 | Conocimiento sociopolítico del país | 12 | 10 | 0 | 0 |
| 28 | Impacto social del producto | 27 | 35 | 20 | 19 |
| 29 | Impacto medio ambiental. | 27 | 35 | 0 | 0 |
| 30 | Crecimiento de ingresos | 32 | 35 | 23 | 22 |
| 31 | Ahorro de costos operacionales | 30 | 30 | 16 | 15 |
| 32 | Tasa Interna de retorno (TIR) | 38 | 35 | 30 | 29 |
| 33 | Valor neto presente | 38 | 38 | 34 | 32 |
| 34 | Recuperación de la inversión en el periodo | 34 | 30 | 36 | 35 |
| 35 | Generación del Flujo de Caja(Flujo de Caja) | 39 | 39 | 39 | 39 |
| 36 | Costo-Beneficio del proyecto | 0 | 15 | 0 | 0 |
| 37 | Estimación del tiempo de ejecución | 10 | 25 | 23 | 24 |
| 38 | Calidad de la solución propuesta | 20 | 25 | 25 | 20 |
| 39 | Portabilidad de la solución | 22 | 25 | 13 | 12 |
| 40 | Accesibilidad de la solución | 22 | 25 | 0 | 0 |

Tabla 10: Grado de Apreciación de los Expertos sobre el Criterio

☞ Criterios de Expertos

Las personas seleccionadas para desarrollar esta técnica son especialistas del propio proyecto y del centro CENTALAD que poseen nivel y experiencia suficiente para desarrollar el trabajo. Para realizar la selección de los criterios se siguen una serie de pasos los cuales se muestran a continuación:

Paso 1: Seleccionar el grupo de expertos que realizarán la selección de los criterios.

Se seleccionaron 4 especialistas, 2 de ellos del proyecto y dos que están completamente involucrados con el proyecto y tienen además conocimiento de los criterios.

Paso 2: Obtener la competencia de los expertos seleccionados.

En este paso no se obtuvo la competencia de los especialistas ya que los mismos mostraron documentos que los avalan en los temas a evaluar, además de categoría científica.

Paso 3: Establecer las reglas para realizar la evaluación de criterios.

Las reglas se establecieron y se cumplieron entre los expertos sin dificultad.

Paso 4: Realizar la selección de los criterios que se van a utilizar en el Modelo de evaluación.

☞ Selección de criterios

Paso 1: Cada experto de manera individual realiza una ponderación al criterio de 0-39.

Paso 2: Se realiza la suma ponderada de los valores que dieron los expertos, simbolizando el eje de las x . [ver

Paso 3: Anexo 6]

Paso 4: Se obtiene el eje de las y a partir de las votaciones realizadas por los expertos, se cuentan aquellas que son mayor o igual que 30 en función del percentil de 40 [ver

Paso 5: Anexo 6]

Paso 4: Se grafican los resultados obtenidos donde y representa la Relevancia y x la Importancia, visualizar en la Figura 17

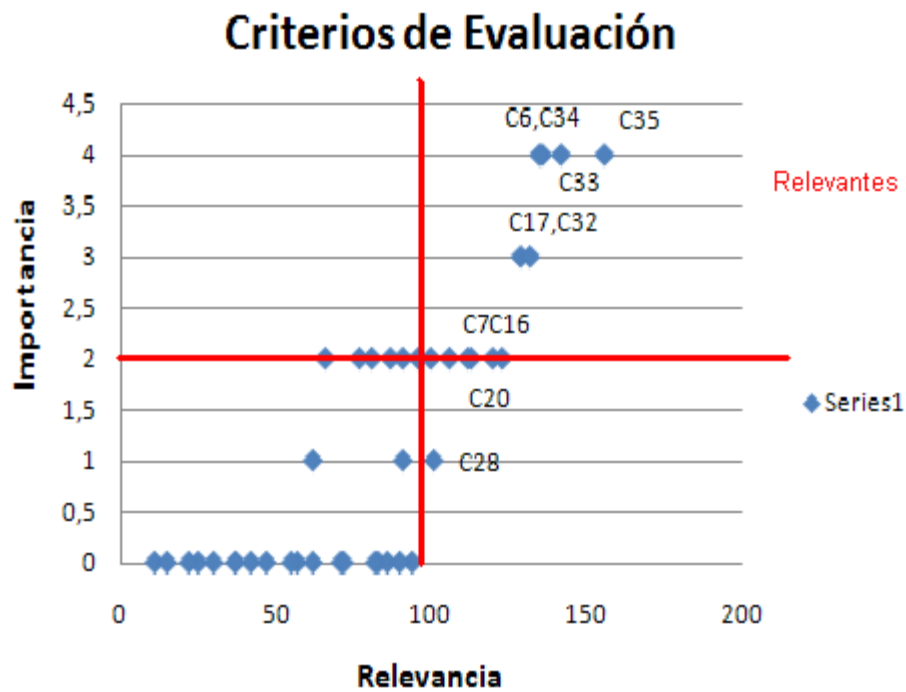


Figura 17: Gráfica de los Criterios Seleccionados.

Paso 5: Se analiza en el los criterios que quedan en el cuadrante 1, que son los relevantes.

Paso 6: Se conforma la lista de criterios a evaluar en función de los cuadrantes en los que quedan los criterios, se ordenan en orden prioritario poniendo siempre en primer lugar el Cuadrante 1.

Luego del análisis quedan en el primer cuadrante los siguientes criterios a evaluar.

- Innovación del Producto
- Productividad del equipo de desarrollo
- Integración del equipo de trabajo
- Consumidores Potenciales

- Hardware existente en la organización
- Tasa Interna de retorno (TIR)
- Valor neto presente
- Recuperación de la inversión en el periodo
- Generación del Flujo de Caja (Flujo de Caja)

3.2.3 Salidas

↳ Listado de Criterios.

Luego de la realización de la técnica de selección de criterios quedo un total de 9 criterios a evaluar 5 de ellos por el método AHP y los 4 restantes por los métodos económicos, los cuales se listan a continuación:

- Innovación del Producto.
- Productividad del equipo de desarrollo.
- Integración del equipo de trabajo.
- Consumidores Potenciales.
- Hardware existente en la organización.
- Tasa Interna de retorno (TIR).
- Valor presente neto (VAN).
- Recuperación de la inversión en el periodo (PRI).
- Generación del Flujo de Caja (Flujo de Caja).

↳ **Listado de métodos de evaluación.**

- Proceso de Análisis Jerárquico (AHP).
- Flujo de Caja (FC).
- Valor Actual Neto (VAN).
- Tasa Interna de Retorno (TIR).
- Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).

3.2 Fase de Evaluación

3.2.1 Entradas

Han sido explicadas en la fase anterior como salidas.

3.2.2 Técnicas y Herramientas

☞ **Meta evaluador**

En el proceso de evaluación, luego de haber aplicado el meta evaluador se obtuvo como resultado que el proyecto 1 (GR) es más factible de realizar que el Proyecto 2 (SINE). Para arribar a este resultado se evaluaron los criterios entrados por la primera fase, tanto los criterios económicos como los criterios cualitativos los cuales se pueden observar en la Figura 18.

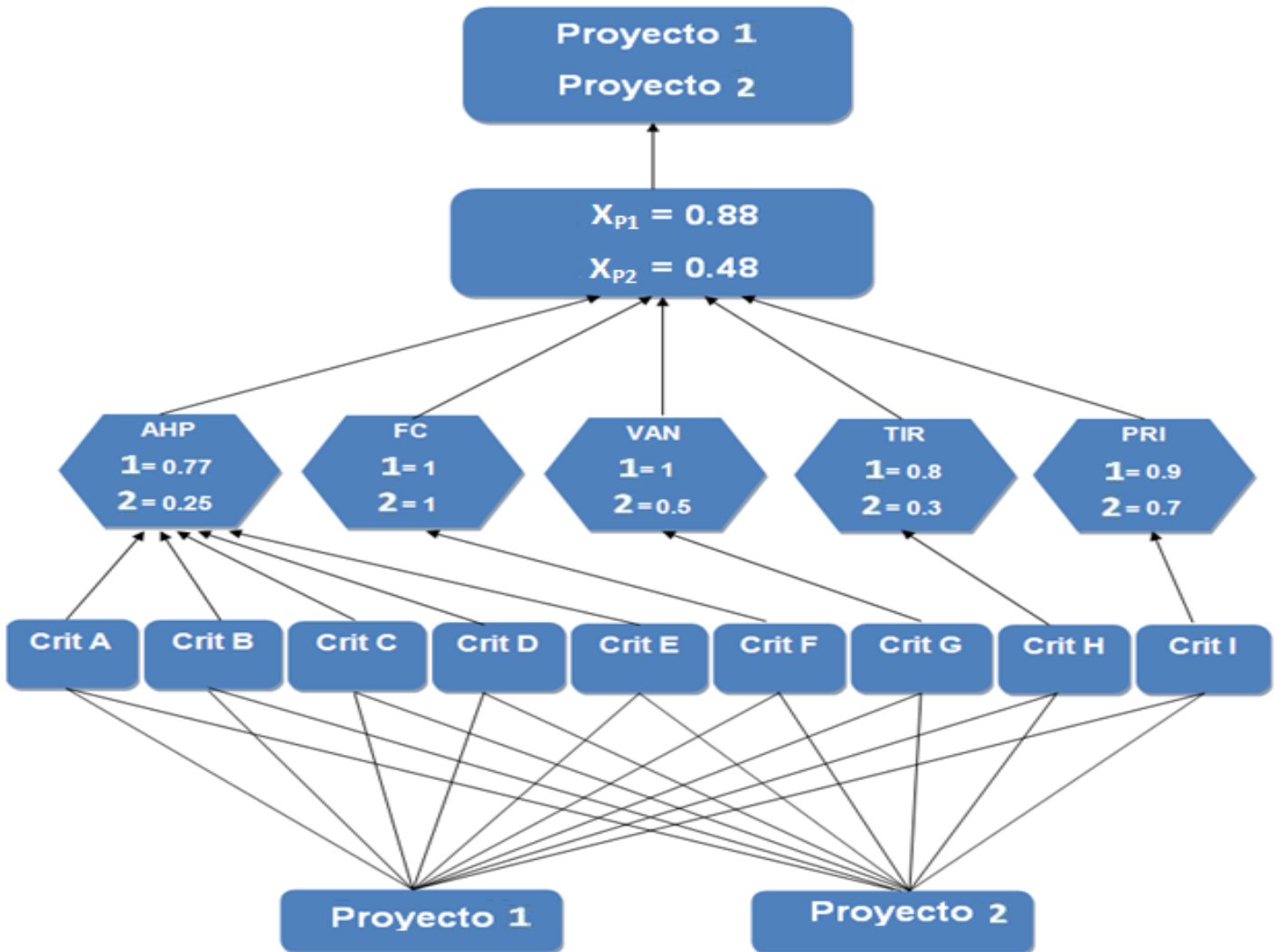


Figura 18: Resultado del Meta Evaluador

☞ Métodos Financieros

Al aplicar los métodos financieros en los proyectos a los que se le realiza la evaluación se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales fueron llevados a una escala de 0 a 1 según el criterio de los expertos en el tema, recogidos en la Tabla 11.

| Criterios Económicos | GR | INE |
|----------------------|-----|-----|
| FC | 1 | 1 |
| VAN | 1 | 0.5 |
| TIR | 1 | 0.7 |
| PRI | 0.8 | 0.3 |

Tabla 11: Resultado de los Métodos Financieros en Escala de 0 a 1.

Proyecto Generador de Reportes Dinámicos

Flujo de caja = Ingreso – Costo

$$FC = 98.626 - 15.936$$

$$FC = 82.690$$

$$VAN = \sum C_n^t / (1+r)^n - C_0$$

$$VAN = (82.690 / 1 + 0.1) - 0$$

$$VAN = 75.172, 72$$

$$RVAN = VAN / CAI$$

$$RVAN = 75.172, 72 / 15.936$$

$$RVAN = 4.71 \%$$

La interpretación económica de este resultado sería que el proyecto produce 4,71 centavos de valor actual neto, por cada peso de inversión, por tanto, entre varios proyectos excluyentes se seleccionaría el proyecto con mayor RVAN.

TIR

$$0 = -I + FC * \frac{a_n}{r}$$

$$r = 60.365.23$$

Período de Recuperación de la Inversión (PRI)

$$TE = C/I$$

$$TE = 15.936 / 98.626$$

$$TE = 0.16$$

Proyecto SINE

Flujo de caja = Ingreso – Costo

$$FC = 2.264.909,12 - 1.453.871,01$$

$$FC = 812.038,11$$

$$VAN = \sum C_n^t / (1+r)^n - C_0$$

$$VAN = (812.038,11 / 1 + 0.1) - 0$$

$$VAN = 738.216,46$$

$$RVAN = VAN / CAI$$

$$RVAN = 738.216,46 / 1.453.871,01$$

$$RVAN = 0.50 \%$$

La interpretación económica de este resultado sería que el proyecto produce 0.50 centavos de valor actual neto, por cada peso de inversión, por tanto, entre varios proyectos excluyentes se seleccionaría el proyecto con mayor RVAN.

TIR

$$0 = -I + FC * \frac{a_n}{r}$$

$$r = 435.102,10$$

Período de Recuperación de la Inversión (PRI)

$$TE = C/I$$

$$TE = 1.453.871,01 / 2.264.909,12$$

$$TE = 0.64$$

☞ **Métodos Basados en la Experiencia.**

En cuanto a la aplicación del AHP y luego de haber seguido cada uno de los pasos de este método se obtuvo que el proyecto Generador de Reportes sea más factible de realizar que el proyecto INEX, su demostración se muestra a continuación, siguiendo cada uno de los pasos explicados en el Capítulo 2.

De acuerdo al listado de criterios a evaluar recibidos de la fase anterior, se introducen en el AHP un total de 5 criterios, los cuales serán comparados en los dos proyectos a evaluar, para así determinar la factibilidad de cada uno de estos y finalmente priorizar uno de ellos.

| Simbología | Criterios a Evaluar |
|------------|-------------------------------------|
| A | Innovación del Producto |
| B | Herramientas de software existentes |
| C | Integración del equipo de trabajo |
| D | Consumidores Potenciales |

| Proyectos a Evaluar | Simbología |
|---------------------|------------|
| Geredor de Reportes | Proyecto 1 |
| SINE | Proyecto 2 |

E | Hardware existente en la organización

Figura 19: Simbología empleada en el Excel

Paso 1: Descomponer el problema a resolver en una jerarquía de elementos interrelacionados.

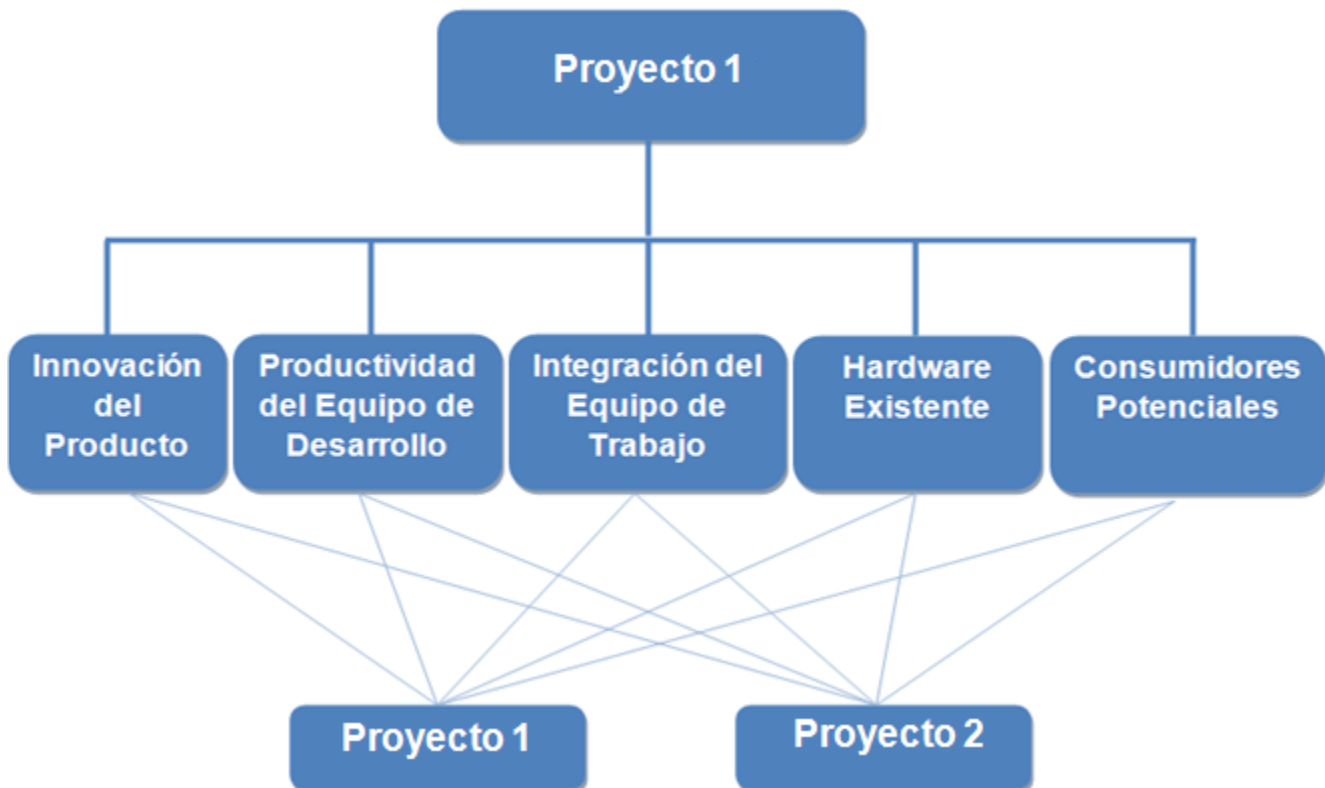


Figura 20: Paso 1, Aplicación del AHP

Para desarrollar los siguientes pasos se hizo uso del Excel.

Paso 2: Desarrollar la Matriz de Comparación por pares (MCP) de Alternativas para cada uno de los criterios en función de la opinión de los expertos.

Matriz de Comparación por Pares del Criterio A

| Proyecto | 1 | 2 |
|----------|------|------|
| 1 | 1,00 | 5,00 |
| 2 | 0,20 | 1,00 |
| Sum | 1,20 | 6,00 |

Tabla 12: Matriz de Comparación por Pares del Paso 2, Aplicación del AHP

Paso 3: Desarrollar la matriz normalizada (MCN) dividiendo cada número de columnas de la matriz de comparación por pares por la suma total de la columna.

Matriz Normalizada del Criterio A

| | | |
|-----|-------|-------|
| | 0,833 | 0,833 |
| | 0,167 | 0,167 |
| sum | 1,000 | 1,000 |

Tabla 13: Matriz Normalizada del Paso 3, Aplicación del AHP

Paso 4: Desarrollar el vector de prioridad para el criterio calculando el promedio de cada fila de la matriz normalizada. Este promedio por fila representa el vector de prioridad del proyecto con respecto al criterio considerado.

| sum | Vector de Prioridad |
|-------|---------------------|
| 1,667 | 83,33% |
| 0,333 | 16,67% |
| 2,000 | 100,0% |

Tabla 14: Vector de Prioridad del Paso 4, Aplicación del AHP

Paso 5: Calcular la consistencia de las opiniones de los expertos utilizadas en la Matriz de Comparación por pares puede ser determinado a través del cociente de consistencia (RC). Un CR inferior a 0.10 es considerado aceptable. Para aquellos casos en que CR >0.10, las opiniones y juicios deberán ser reconsideradas.

| | | |
|-------------------------------|-------|-------|
| lambda max | 2,00 | |
| Índice de consistencia (CI) | 0,00% | n = 2 |
| Cociente de Consistencia (CR) | 0,00% | |

Tabla 15: Consistencia de la Opinión de los Expertos

Paso 6: Realizar la matriz de prioridad (MP), listando los proyectos por fila y los criterios por columna.

| Prioridad Global | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Crit A | Crit B | Crit C | Crit D | Crit E |
| Peso | 47,88% | 28,06% | 12,53% | 7,62% | 3,92% |
| Proyecto 1 | 83,33% | 75,00% | 33,33% | 90,00% | 66,67% |
| Proyecto 2 | 16,67% | 25,00% | 66,67% | 10,00% | 33,33% |

Tabla 16: Matriz de Prioridad del Paso 6 de la Aplicación del AHP

Paso 7: Desarrollar una matriz de comparación de criterios por pares de manera similar a lo que se hizo para los proyectos en los Pasos 2, 3, 4.

| Matriz Recíproca | | | | | |
|------------------|------|------|------|-------|-------|
| Criteria | A | B | C | D | E |
| A | 1,00 | 5,00 | 3,00 | 7,00 | 8,00 |
| B | 0,20 | 1,00 | 5,00 | 7,00 | 5,00 |
| C | 0,33 | 0,20 | 1,00 | 3,00 | 3,00 |
| D | 0,14 | 0,14 | 0,33 | 1,00 | 4,00 |
| E | 0,13 | 0,20 | 0,33 | 0,25 | 1,00 |
| Sum | 1,80 | 6,54 | 9,67 | 18,25 | 21,00 |

Tabla 17: Matriz Recíproca del Paso 7, Aplicación del AHP

Paso 8: Desarrollar un vector de prioridad global multiplicando el vector de prioridad de los criterios (Paso 7) por la matriz de prioridad de las alternativas (Paso 6).

| Prioridad Global | | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| | Crit A | Crit B | Crit C | Crit D | Crit E | Vector Global |
| Peso | 47,88% | 28,06% | 12,53% | 7,62% | 3,92% | |
| Proyecto 1 | 83,33% | 75,00% | 33,33% | 90,00% | 66,67% | 77,06% |
| Proyecto 2 | 16,67% | 25,00% | 66,67% | 10,00% | 33,33% | 25,41% |

Tabla 18: Vector de Prioridad Global del Paso 8, Aplicación del AHP

3.2.3 Salidas

↳ Listado de Proyectos Priorizados con Documentación de Respaldo.

Luego del proceso de evaluación se obtuvo como proyecto priorizado el GR, quedando plasmado el proceso evaluativo en el documento de respaldo.

3.3 Fase de Comunicación

3.3.1 Entradas

Descritas en la fase anterior como salidas.

⇒ Listado de Proyectos Priorizados con Documentación de Respaldo.

3.3.2 Técnicas y Herramientas.

↳ Recopilación de información de los proyectos evaluados

La información recopilada durante el proceso de evaluación de cada uno de los proyectos se encuentra en los documentos anexos a la investigación.

☞ **Técnicas de negociación.**

Se utilizan para dar a conocer a los miembros de ambos proyectos el resultado de la investigación. Ambas partes coordinan una reunión donde se firma el acta de evaluación del Proyecto y se les explica a los gerentes de los mismos el resultado de la evaluación, así como donde debe fortalecerse el proyecto.

3.3.3 Salidas

↳ Recomendaciones de los proyectos evaluados.

El expediente de evaluación se encuentra anexo para cada uno de los proyectos evaluados.

↳ **Recomendaciones del proyecto Generador de Reportes.**

- Innovación del Producto

Se recomienda que el proyecto deba poner mayor énfasis en la Innovación del producto ya que los expertos determinaron que el producto tiene innovación pero la misma debe evidenciarse aun más en la práctica ya que la solución está orientada a productos ya existentes, aunque cabe destacar que la solución en general está orientada a la tecnología libre.

- Hardware existente en la organización

En ambos proyectos se dispone del hardware necesario para el desarrollo del producto, pero se recomienda una mayor utilización del mismo en función de obtener mejores resultados.

↳ **Recomendaciones del proyecto SINE.**

- Innovación del Producto

El producto que se obtiene con el desarrollo de este proyecto no tiene mucha innovación ya que en el mundo existen muchos productos similares pero adaptados a cada uno de los entornos. Se debe trabajar más en la innovación del mismo.

- Consumidores Potenciales

Dada las características del producto, no se obtiene como tal un producto genérico reutilizable en cualquier ámbito, lo cual impide que el mismo producto tenga consumidores potenciales. Este producto puede ser reutilizable siempre que se adapte a las condiciones de los clientes. No tiene mucho Mercado a nivel mundial ya que son soluciones explotadas, pero si pueden ser de ayuda en América Latina.

- ↳ **Acta de evaluación del proyecto.**

Documento que recoge el resultado de la evaluación y que debe ser firmado por ambas entidades, los evaluadores y los clientes. [ver Anexo 7].

Conclusiones Parciales

- Se aplicó el modelo propuesto en la investigación a proyectos reales del Centro de Tecnología de Almacenamiento de Análisis de Datos.
- A partir de los resultados obtenidos después de la aplicación se evidencia que desarrollar el Proyecto Generador de Reportes trae mayor factibilidad económica y técnica.
- Ambos proyectos necesitan un seguimiento a partir de los resultados obtenidos en la evaluación, para lo cual se pueden apoyar en los documentos recogidos durante el proceso de evaluación.

CONCLUSIONES

En la presente tesis se propuso un Modelo de Evaluación de Proyectos de software, enfocado en la fase de iniciación de los proyectos con el objetivo de garantizar la factibilidad económica y técnica. Se cumplieron los objetivos propuestos y se arriba a las siguientes conclusiones.

- Se realizó un estudio de arte acerca del tema de evaluación de proyectos de software dentro de la gestión de proyectos.
- Se estudiaron diferentes metodologías existentes en el mundo, así como métodos de evaluación, logrando identificar las principales tendencias y concluyendo que no existen estándares mundiales que fueran adaptables al entorno de desarrollo de la Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Se propuso un Modelo de Evaluación de proyectos de software adaptado al entorno de desarrollo de la UCI, el cual cuenta con 3 fases: Iniciación, Evaluación y Comunicación.
- El modelo permite la incorporación de todos los criterios y métodos de evaluación que se desee siempre que responda a los objetivos que se persiguen en la evaluación.
- Se aplicó la propuesta del modelo en proyectos CENTALAD de la Universidad de las Ciencias Informáticas demostrando la aplicabilidad de la propuesta.

RECOMENDACIONES

Se proponen las siguientes recomendaciones:

- Realizar un seguimiento en los proyectos a desarrollar a partir de las recomendaciones obtenidas en el proceso de evaluación de proyectos de software.
- Realizar la automatización del modelo de evaluación propuesto.
- Aplicar el Modelo de Evaluación de Proyectos de software en otros proyectos de la Universidad de las Ciencias Informáticas en aras de contribuir a la factibilidad económica y técnica de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rodríguez, P.L.I.y.E., V. S *Introducción a la Dirección Integrada de Proyectos-Project Management*. Folleto de Apuntes. 2002, Ciudad de La Habana Cuba. : Facultad de Ingeniería Civil CUJAE.
2. Palacio, J. *Origen de la gestión de proyectos*. [digital] s.l. : Navegapolis.net, 2006 [cited; Available from: <http://www.navegapolis.net>].
3. Norden, P.V., *Curve Fitting for a Model of Applied Research and Development Scheduling*. IBM Journal of Research and Development, 1958. 2(3).
4. PMI, *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. 2004: Project Management Institute, Inc.
5. Pereña Brand, J., *Dirección y Gestión de Proyectos* 1996.
6. Fernández Carazo, A.G.N., Trinidad. Guerrero Casas, Flor M. y Caballero Fernández, Rafael. *Evaluación y clasificación de las técnicas utilizadas por las organizaciones, en las últimas décadas, para seleccionar proyectos*. 2008 [cited; Available from: <http://www.upo.es/RevMetCuant/art20.pdf>].
7. Navarro, J., *Sistema de Apoyo Inteligente para la Selección de Proyectos de I&D en las Grandes Organizaciones Públicas*.
8. Chien, C., *A portfolio-evaluation framework for selecting R&D projects*.
9. Hernandez, R.A., *Gestión de Proyectos para Informáticos*. 2002, Ciudad de La Habana Universidad de Las Ciencias Informáticas 107.
10. Pérez Serrano, G., *Elaboración de proyectos sociales. Casos prácticos, Madrid, España: Narcea*. 1999.
11. MIDEPLAN, *Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos Informáticos*, ed. M.d.P.D.d.P.E.e.I.D.d. Inversiones.
12. Rosa, D.M.d.I., *Guía Práctica para el Diseño, Administración, y Evaluación de Proyectos Sociales*. 2005.
13. PMI, *The Standard for Portfolio Management*. 2006, Newtown Square Pennsylvania: Project Management Institute.
14. Urda, B.M.O., *Gerencia de Proyectos de Ciencia e Innovación Tecnológica.*, ed. Folleto curso de postgrado. CITMA. 1998, Ciudad de la Habana, Cuba. .
15. Moreno, C.R., *Modelación y Simulación*: Universidad de La Habana.
16. Maisel Herbert y Gnugnoli Giuliano, *Simulation of Discrete Stochastic Systems*. 1972: Science Research Associates.
17. Dietterich., T.G., *Machine-learning research:four current directions*. 1997a.
18. Martínez Muñoz, G., *Clasificación Mediante Conjuntos*, in *Departamento de Ingeniería Informática*. 2006, Universidad Autónoma de Madrid, Escuela Politécnica Superior: Madrid.
19. Ledezma Espino, A.I., *Aprendizaje Automático en Conjuntos de Clasificadores Heterogéneos y Modelado de Agentes*, in *Departamento de Informática*. 2004, Universidad Carlos III de Madrid. Escuela Politécnica Superior Madrid.
20. Cherkauer., K., *Human expert-level performance on a scientific image analysis*

task by a system using combined artificial neural networks. 1996.

21. Pollack., J.F.K.a.J.B., *Back propagation is sensitive to initial conditions.* 1991: p. 860-867.
22. Carter., S.W.K.a.C., *Multiple decision trees.* 1990.
23. Dietterich, T.G., *Machine-learning research: Four current directions.* 2000c.
24. Pazzani., K.M.A.a.M.J., *Error reduction through learning multiple descriptions.* 1991.

ANEXOS

Anexo 1: Descripción del proceso para calcular el Flujo de Caja.

La descripción del proceso para calcular el flujo de caja se adjuntó en el disquete de 3^{1/2}.

Anexo 2: Documento de Información del Proyecto del proyecto 1.

Información del Proyecto para el Proyecto Generador de Reportes Dinámicos

↳ Área de Datos Identificativos del Proyecto.

- Nombre: Generador de Reportes Dinámicos
- Clasificación del Proyecto: Investigaciones aplicadas y de Desarrollo Tecnológico.
- Requisitos o características del producto o servicio:
 - El producto debe estar integrado con el Sistema Interno Central, de donde debe extraer informaciones tales como:
 - Permitir al menos dos (2) modalidades de autenticación: Openldap.
 - Autenticación directa en el sistema. Para lo cual se requiere utilizar el esquema schema_usuario existente.
 - El sistema debe permitir incluir gráficos en los reportes.
 - Debe permitir imprimir reportes realizados por los usuarios.
 - Debe permitir cambiar la vista de los reportes a varios formatos.
 - El sistema establecerá menos dependencia entre los desarrolladores de las aplicaciones y los usuarios que solicitan la inclusión de nuevos reportes en las aplicaciones.
 - Se contará con una herramienta especializada que sirva para la generación de informes dentro del MENPET así como otras funcionalidades relacionadas con los mismos.

- Independiza al cliente de plataformas privativas, disminuyendo problemas de pago de licencias de software y tramites de patentes.
- Se supone que se cuenta con los requerimientos de hardware necesarios dentro de los centros de datos del MENPET para la implantación del sistema.
- Se supone que se cuenta con el personal que será el encargado de la administración y mantenimiento del sistema.
- Se supone que los futuros usuarios del sistema tiene algún conocimiento básico sobre bases de datos.

↳ Área técnica.

○ Recursos Humanos:

El proyecto tiene definido los roles que necesita para su desarrollo así como la definición de cada uno de ellos, evaluándose como los más importantes los siguientes:

- Líder
- Arquitecto
- Analista
- Desarrollador
- Gestión de la Configuración
- Producción

Los recursos humanos con lo se cuenta para el desarrollo del Proyecto son los siguientes:

| Nombre | Rol | Categoría |
|-----------------------|----------------------------|-----------|
| Luis E. Saballo López | Líder Proyecto | Ing. |
| Yasmany Molina Días | Arquitecto del sistema. | Ing. |
| Eide Marien Carbó | Desarrollador (Base Datos) | Ing. |
| Ernesto Sarduy Alonso | Jefe Módulo, Analista, | Lic. |

| | | |
|--------------------------------|---|-------|
| | Desarrollador | |
| Yasmany Hernández Hernández | Desarrollador | Estud |
| Jenny Infanta Frómeta | Analista, Desarrollador | Estud |
| Enrique Trujillo Larrauri | Desarrollador | Estud |
| Persy Morell | Desarrollador | Ing. |
| Ricardo Fernández García | Desarrollador | Estud |
| Pedro Pablo Licea Labrada | Desarrollador | Estud |
| Franklin René Rivero García | Jefe Módulo, Analista, Desarrollador | Estud |
| Aurelio Rodriguez Duran | Desarrollador | Estud |

- Recursos materiales

Generador de Reportes cuenta con un ambiente de desarrollo que contiene un servidor central que brinda servicios de servidor de documentación, servidor web y servidor de base de datos, servicios que corren sobre Debian 4.0. Con este a su vez interactúan un conjunto de estaciones de trabajo que cuentan con Windows XP y Ubuntu 8.04 como software base.

Servidores

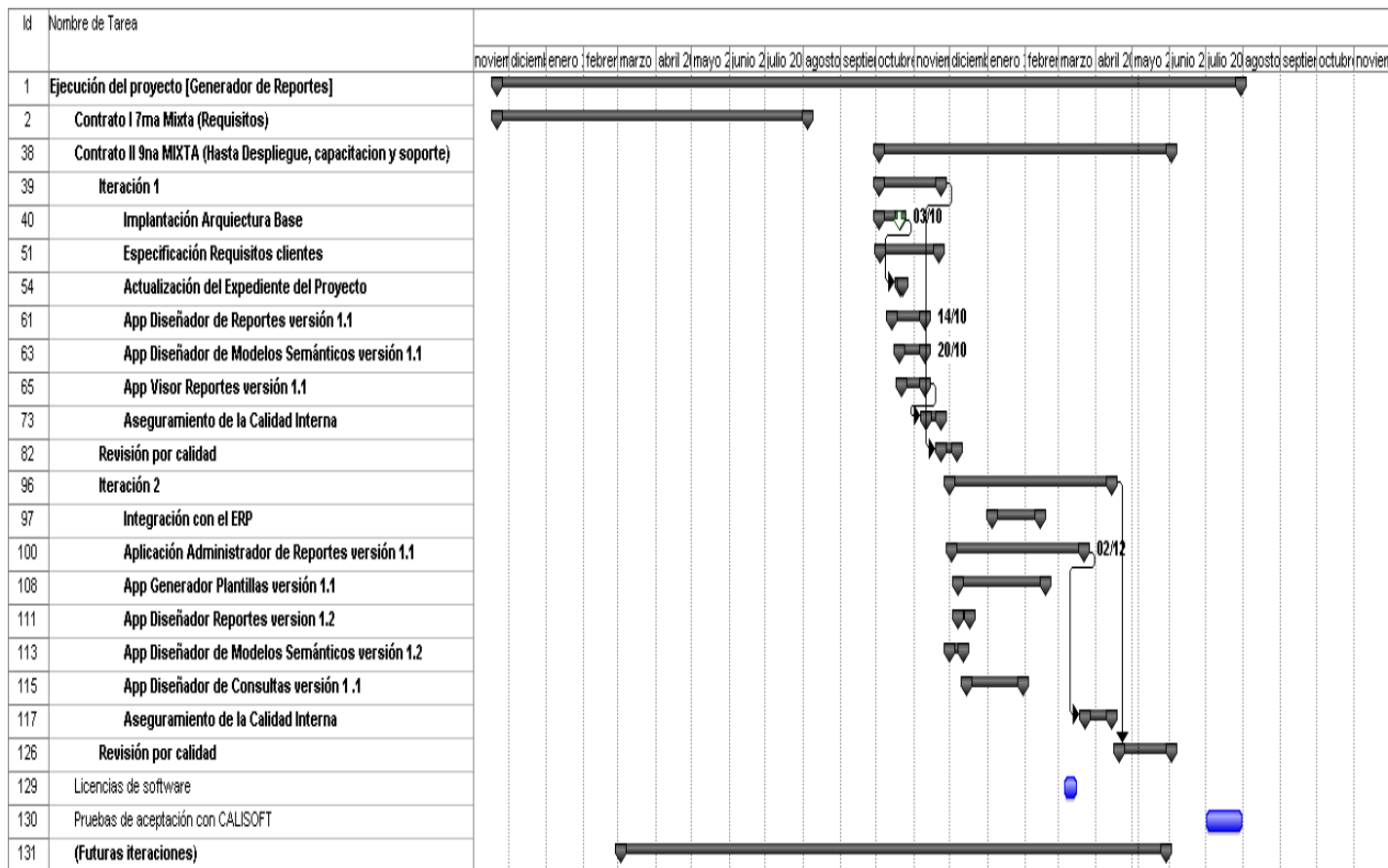
| | |
|----------------|--|
| Servidor local | |
| Descripción | Servidor de Base de Datos |
| Software Base | Linux Debian 4.0 |
| Servicios | |
| Descripción | Observaciones |
| PostgreSQL 8.3 | Servicio del gestor de base de datos PostgreSQL. |

| Servidor local | |
|----------------|--------------------------------------|
| Descripción | Servidor de Aplicaciones |
| Software Base | Linux Debian 4.0 |
| Servicios | |
| Descripción | Observaciones |
| Apache | Servidor de Aplicaciones |
| Subversion | Servidor de control de versiones. |
| RedMine | Herramienta de Gestión de proyectos. |

PC clientes

| PC cliente | |
|------------------------|--|
| Descripción | Estaciones de trabajo(desarrollo y prueba) |
| Software Base | Linux Ubuntu |
| Servicios | |
| Descripción | Observaciones |
| ZendStudio for Eclipse | IDE para PHP y Extjs |
| Mozilla firefox | Navegador web |
| PgAdmin | Cliente para Postgre |
| | |

↳ Área de Gestión del tiempo



↳ Área de Fundamentación del Proyecto

- Justificación o Finalidad: El propósito es establecer el plan de desarrollo de software del proyecto Generador de Reportes Dinámicos. El alcance de este proyecto estará definido por las siguientes pautas:

Módulo diseñador de consulta que permita diseñar las mismas a través de un asistente.

- Modelo de Diseño.
- Modelo de Implementación.
- Modelo de Despliegue.

- Módulo generador de reportes que permita generar el reporte diseñado.
- Modelo de Diseño.
- Modelo de Implementación.
- Modelo de Despliegue.

Módulo servidor de reportes que permita administrar cada uno de los componentes del sistema.

- Modelo de Diseño.
- Modelo de Implementación.
- Modelo de Despliegue.

Módulo que permita comunicar terceras aplicaciones a través de servicios web.

- Modelo de Diseño.
- Modelo de Implementación.
- Modelo de Despliegue.

○ **Objetivos del proyecto:**

Desarrollar un sistema generador de reportes usando como apoyo los requisitos informáticos obtenidos en la 8va Mixta, que permita mostrar los tipos de reportes que no estén predeterminados o previamente elaborados por el equipo de desarrollo del software, para que el usuario del sistema, en este caso el personal del MENPET y entes adscritos al mismo, tenga la posibilidad de crear y personalizar según sus exigencias o necesidades el reporte, sin tener que acudir a los creadores del sistema para lograrlo.

○ **Beneficiarios:**

Con la realización de este proyecto obtendrán beneficios la república Bolivariana de Venezuela, específicamente el personal de MENPET permitiéndoles la creación de reportes sin la necesidad de recurrir a los creadores del sistema.

○ Resultados previstos:

Desarrollar el proyecto hasta el flujo de trabajo de entrega, el cual debe cumplir con todas las funcionalidades previstas.

✓ **Diseñador de modelos semánticos.**

- Permitirá crear fuentes de datos a las cuales conectarse para crear modelos semánticos.
- Permitirá eliminar fuentes de datos.
- Visualizar fuentes de datos.
- Filtrar fuentes de datos.
- Brindará la opción de seleccionar una fuente de datos.
- Importará tablas, vistas y funciones de la fuente de datos.
- Permitirá mostrar tablas, vistas y funciones de la fuente de datos.
- Permitirá seleccionar tablas, vistas y funciones a incluir en la fuente de datos.
- Permitirá crear modelos semánticos.
- Permitirá almacenar las fuentes de datos en el servidor de bases de datos del sistema.
- Permitirá almacenar los modelos semánticos en el servidor de bases de datos.

✓ **Diseñador de reportes.**

- Permitirá generar reportes sin ninguna plantilla existente.
- Permitirá generar reportes a partir de una plantilla existente.
- Permitirá visualizar modelos semánticos existentes.
- Permitirá filtrar los modelos semánticos existentes.

- Permitirá visualizar plantillas existentes.
 - Permitirá filtrar las plantillas existentes.
 - Permitirá realizar una vista preliminar de las plantillas existentes.
 - Permitirá seleccionar el título del reporte.
 - Permitirá seleccionar los campos de las tablas, vistas o funciones a mostrar en el reporte.
 - Permitirá seleccionar la posición en el reporte donde se deben mostrar los campos de acuerdo a la plantilla escogida.
 - Permitirá crear condiciones de filtrado para el reporte.
 - Permitirá eliminar condiciones de filtrado para el reporte.
 - Permitirá agrupar los datos de los reportes, de acuerdo a los campos seleccionados.
 - Permitirá aplicar operaciones definidas en la aplicación como MAXIMO, MINIMO, SUMA y PROMEDIO.
 - Permitirá almacenar la definición de los reportes en el servidor de reportes.
- ✓ **Visor de reportes.**
- Permitirá mostrar las definiciones de reportes existentes.
 - Permitirá filtrar las definiciones de reportes existentes.
 - Permitirá seleccionar el reporte a generar.
 - Permitirá agregarle condiciones de filtrado a los reportes.
 - Permitirá eliminar condiciones de filtrado a los reportes.
 - Permitirá exportar un reporte hacia los formatos definidos en la aplicación.
- ✓ **Administrador de reportes.**
- Permitirá eliminar, adicionar y editar categoría.
 - Permitirá eliminar y editar modelos y reportes.

- Permitirá la suscripción a reportes
- ✓ **Diseñador de plantillas**
 - Permitirá la creación de plantillas para los reportes de manera personalizadas.
 - Permitirá importar plantillas existentes.
 - Permitirá editar plantillas existentes.
 - Permitirá ver una vista previa de la plantilla.
- ✓ **Diseñador de consultas**
 - Permitirá diseñar consultas SQL a bases de datos Postgre.
- ✓ **Base de datos del sistema generador de reportes.**
 - Modelo de datos y scripts.
- ✓ **Documento de arquitectura e integración del sistema**
 - Niveles de integración entre aplicaciones y componentes.
 - Vistas Arquitectónicas del sistema generador de reportes.
 - Frameworks de desarrollo.
- ✓ **Pruebas de aceptación del sistema**
 - Documento de casos de prueba del sistema.
- ✓ **Piloto del sistema**
 - Programa y materiales de entrenamiento y capacitación
- ✓ **Capacitación y entrenamiento del sistema.**
 - CURSO: Funcionalidades del módulo Diseñador de modelo del Sistema generador de reportes dinámicos.
 - CURSO: Funcionalidades del módulo Diseñador de reportes del Sistema generador de reportes dinámicos.

- CURSO: Funcionalidades del módulo Visor de reportes del Generador de reportes dinámicos.
- CURSO: Funcionalidades del módulo Administrador de reportes.
- CURSO: Funcionalidades del módulo Diseñador de plantillas.
- CURSO: Funcionalidades del módulo Diseñador de consultas.
- CURSO: Integración y Arquitectura con aplicaciones clientes.

Nota: Conocimientos y habilidades necesarias para los cursos.

- Conocimientos básicos de operador de micro.
- Conocimientos de navegación web.
- Habilidades en el uso de sistemas informáticos

↳ Área de Gestión de Riesgos

Durante la evaluación se valoraron los siguientes riesgos identificados por el proyecto.

| Riesgo | Tipo de Riesgo | Impacto | Probabilidad | Efectos |
|---|----------------|---|--------------|---------|
| 1. Problemas con el equipamiento del local y hardware | Técnico | Atraso en el cumplimiento de las tareas | Media | Serio |
| 2. Actividades extraordinarias de apoyo a la docencia de la Facultad ajenas a la producción | Planificación | Atraso en el cumplimiento de las tareas | Alta | Serio |
| 3. Dificultades en la subordinación de los trabajadores que influyen en los planes | Recursos | Atraso en el cumplimiento de las tareas | Alta | Serio |

| | | | | |
|-------------------------------------|----------|---|------|-----------|
| de trabajo. | | | | |
| 4. Ausencia de algún recurso humano | Recursos | Atraso en el cumplimiento de las tareas | Baja | Tolerable |

↳ Área Financiera

- Límite de Financiación:

| RESUMEN DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO | | |
|--------------------------------------|------------|--------|
| | USD | % |
| MONTO DEL CONTRATO | 115,599.16 | |
| PPTO DE EFECTIVO CUBA | 670.98 | 0.58% |
| PPTO DE EFECTIVO VENEZUELA | 15,266.11 | |
| TOTAL A EJECUTAR | 16,972.46 | 14.68% |
| MONTO A APORTAR | 98,626.70 | 85.32% |

Anexo 3: Documento de Información del Entorno del Proyecto del Proyecto 1

↳ Área de Entorno

El proyecto se desarrolla en la Universidad de las Ciencias Informáticas, específicamente en el centro de Tecnología de Almacenamiento de Análisis de datos ubicado en el docente 6 en el 3er piso.

Los desarrolladores del proyecto en su conjunto son profesores y estudiantes, profesionales formados en la misma Universidad. El proyecto afecta positivamente a las personas el proyecto ya que incide en su desarrollo profesional.

El proyecto al ser desarrollado en Cuba un país independiente, tiene un entorno político muy confortante para los desarrolladores ya que pueden sentir tranquilidad y seguridad durante el desarrollo. Las únicas leyes que pueden afectar el proyecto es el bloqueo imperialista que ejerce el gobierno de los EEUU contra el país, el cual impide la obtención de los recursos materiales a precios más favorables.

En el ámbito de ambiente físico el proyecto se puede ver afectado por las influencias de los ciclones tropicales que afectan al país y son impredecibles a largo plazo.

↳ Área de Mercado para el Proyecto Generador de Reportes Dinámicos

El producto que se desea desarrollar tiene buenas expectativas en el área de mercado ya que actualmente tiene diferentes clientes potenciales aunque hemos hecho la investigación fundamentalmente enfocados en el cliente Ministerio de energía y petróleo en Venezuela también tiene otros clientes tales como:

- Instituto de nefrología en Cuba.
- ERP cubano.
- Ministerio de Inteligencia Cubana.
- Universidad de las ciencias Informáticas Facultad 6.
- Universidad de las ciencias Informáticas Facultad 7 Nefrología.
- Universidad de las ciencias Informáticas Facultad 4 Aduana.
- Universidad de las ciencias Informáticas Facultad 3 Sinapsis y Fiscalía.
- Universidad de las ciencias Informáticas Facultad 2

- Universidad de las Ciencias Informáticas Facultad 10 CNTI

El producto puede ser ofertado espacialmente en toda el área latinoamericana con el propósito de contribuir al desarrollo de los países de América Latina, aunque tiene campo en todo el mundo. Los precios del producto están ajustados a los acuerdos del Alba.

En el mundo existen productos similares al desarrollado que tienen el inconveniente de ser desarrollados por empresas privadas tales como:

- Reporting services de la Microsoft
- Penthao Report Designe.

Anexo 4: Documento de Información del Proyecto del proyecto 2.

Información del Proyecto para el Proyecto Sistema de Información para el SINE

↳ Área de Datos Identificativos del Proyecto.

- Nombre: Sistema de Información para el INE (SINE)
- Clasificación del Proyecto: Solución Integral.
- Requisitos o características del producto o servicio:

Tiene que ser capaz e integrar en el Repositorio de Datos la información proveniente de ocho (8) de las Operaciones Estadísticas, Generar Reportes y Gráficas que posibiliten la ayuda a la toma de decisiones.

↳ Área técnica.

Para la correcta ejecución del Proyecto SINE es necesario la adquisición de Equipamiento de I+D, y las PC disponibles, además de las licencias de software con que cuenta el Cliente Final.

- Recursos Humanos:

El proyecto tiene definido los roles que necesita para su desarrollo así como la definición de cada uno de ellos, evaluándose como los más importantes los siguientes:

| Rol | Responsabilidad |
|-----------------------------------|---|
| Gerente | Máximo responsable del proyecto. |
| Líder de Desarrollo DWH | Responsable del Desarrollo de la Solución de Inteligencia de Negocio. |
| Planificador | Planificar las distintas fases del proyecto |
| Económico | Llevar el control de las cuentas y el presupuesto del proyecto |
| QA Documental | Seleccionar equipo que Documente los artefactos desarrollados. |
| QA ETL | Conformar Equipo que desarrollara las ETL. |
| QA BI | Conformar Equipo que desarrollara y diseñara los Reportes. |
| Estadístico | Análisis de las operaciones a desarrollar y documentar las mismas. |
| Arquitecto DW | Definir estructura del Almacén. |
| Arquitecto (OWB/ODI) | Definir la forma de extracción, transformación y carga de los datos. |
| Arquitecto BI | Definir estándares y aspectos necesarios para la presentación de los datos. |
| Analista BI | Diseñar los reportes. |
| Analista/Implementador DW | Implementar las estructuras del Almacén. |
| Analista/Implementador (OWB/ODI) | Implementar las ETL. |
| Analista/Implementador BI | Implementar los reportes. |
| DBA | Responsable del mantenimiento y soporte el Repositorio de Datos. |

Los recursos humanos con lo se cuenta para el desarrollo del Proyecto son los siguientes:

| Nombre | Rol |
|----------------------------|------------|
| Ing. Alberto Limia Navarro | Gerente |

| | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Por Definir | Económico |
| Ing. Yanisbel González | Planificador |
| Ing. Asnioby Hernández López | Líder de Desarrollo DWH |
| Soaint. | QA Documental |
| Soaint. | QA ETL |
| Soaint. | QA BI |
| Especialistas de la ONE. | Estadístico |
| Est. Julio E. Ortiz Sierra | Arquitecto DW |
| Soaint. | Arquitecto (OWB/ODI) |
| Soaint. | Arquitecto BI |
| Soaint. | Analista/Implementador DW |
| Soaint. | Analista/Implementador (OWB/ODI) |
| Ing. Osniel Hernández Calvo | Analista/Implementador (OWB/ODI) |
| Est. Doris Medina Mustelier | Analista/Implementador (OWB/ODI) |
| Soaint. | Analista BI |
| Ing. Yanet Peña Vazquez | Analista BI |
| Ing. Marisleydis Socas Alvez | Analista/Implementador BI |
| Est. Anisley Delfino Rodriguez | Analista/Implementador BI |

- Recursos materiales:

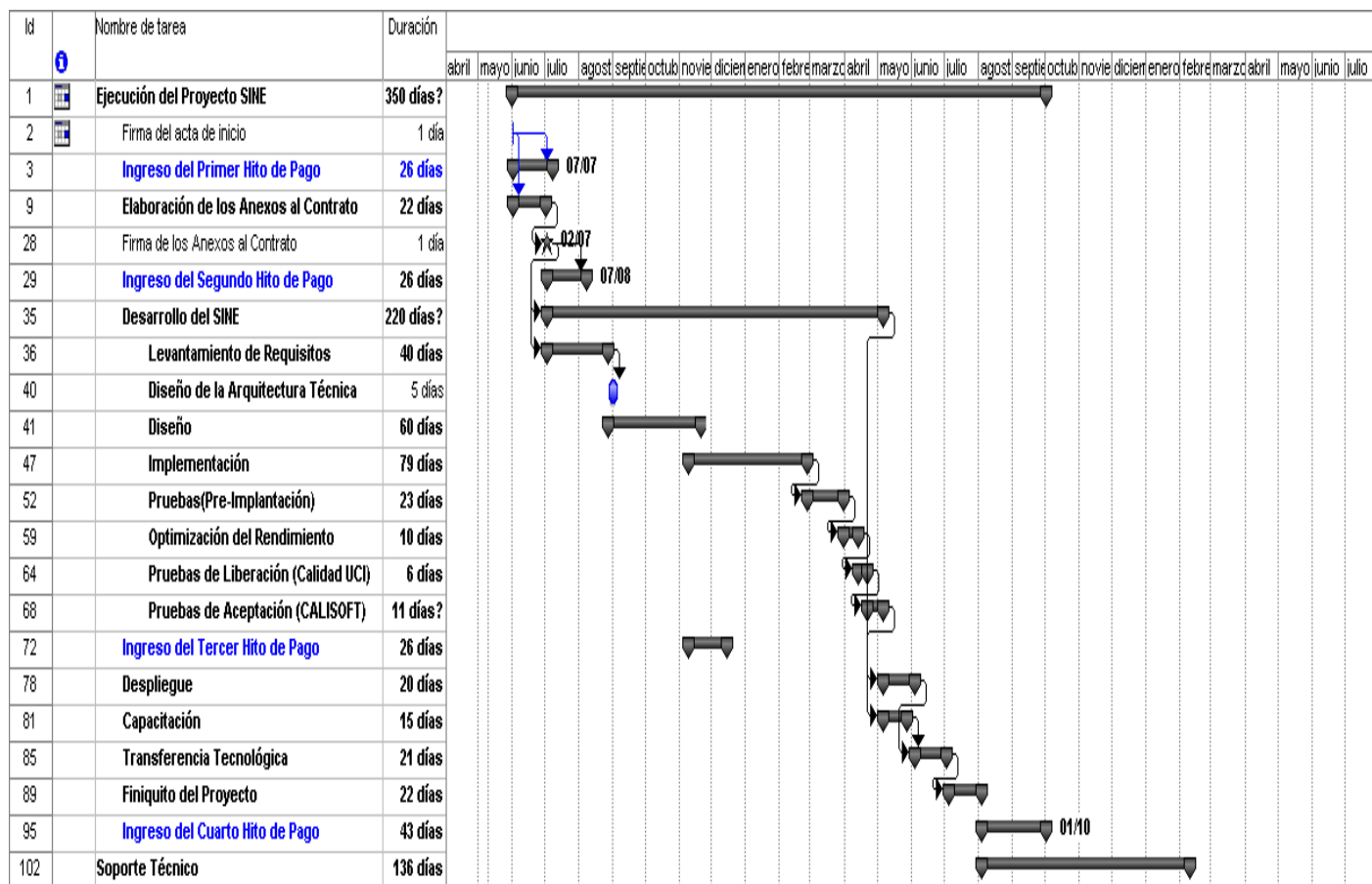
SINE cuenta con un ambiente de desarrollo en el cual necesitará de un conjunto de equipamientos para la investigación y el desarrollo del mismo.

| COMPONENTE | DESCRIPCIÓN | Sugerencia | CANTIDAD |
|------------------|-------------------------------------|---|----------|
| SEGURIDAD | | | |
| UPS | Respaldo eléctrico. | | 1 |
| Rack | Rack para montaje del equipamiento. | RACK COMPAQ 10642 42U (245161-B21) S/ PANELES | |

| | | | |
|--------------------------|--|--|----|
| | | LATERALES | 1 |
| COMUNICACIONES | | | |
| Switch | 10/100/1000 x 16 puertos. | | 2 |
| Patch Panel | 8 o 16 Puertos | | 1 |
| Latiguillos | | | 15 |
| Tarjeta Gigabit Ethernet | 2 por Servidor adicional (6). | | 6 |
| SERVIDORES | | | |
| Servidor | Soporte Virtualización, Multicore, DVD-R/W, RAID por Hardware.(1 Memoria RAM de 2Gb) | HP PROLIANT DL380G5 E5335 2G 433525-421 | 3 |
| Fuente | Fuente Redundante (1 Adicional x Servidor) | FUENTE REDUNDANTE HP 800W | 3 |
| RAM | 9 unidades de 2Gb (3 Adicionales por Servidor) | HP 2 GB PC2-5300 DDR2 2 X 1 GB KIT, 408851-B21 | 9 |
| ALMACENAMIENTO | | | |
| Disco Duro | SAS 12uX146Gb. | HDD HP 146GB SAS 3GB/S 10000RPM 2.5" HOT-PLUG 431958-B21 | 12 |
| ADMINISTRACIÓN | | | |
| Monitor | CRT 17 PULG | MONITOR QTECH 7002 FLAT CRT 17 PULG | 1 |
| Teclado | Teclado PS2 | | 1 |
| Mouse | Mouse PS2 | | 1 |
| DATA SWITCH | P/MONITOR,TECLADO Y MOUSE | 16006008 | |
| CABLE DE MOUSE | PS2-PS2 P/DATA SWITCH DE CPU | 16004026 | 1 |
| CABLE DE TECLADO | PS2-PS2 P/DATA SWITCH DE CPU | 16004027 | 2 |
| CABLE VGA | P/MONITORES | 16004014 | 2 |
| OFIMÁTICA | | | |

| | | | |
|-----------|-----------|--|---|
| Impresora | Impresora | IMP HP LASERJET P2015N 1200DPI 21PPM CB449A | 1 |
|-----------|-----------|--|---|

↳ Área de Gestión del tiempo:



↳ Área de Fundamentación del Proyecto

- Justificación o Finalidad:

Disponer de un almacén de datos que permita almacenar, analizar y presentar la información actual e histórica de manera rápida y eficiente.

Garantizar el desarrollo de un sistema flexible que permita la integración en el futuro con otros sistemas o entes externos adscritos al SEN.

Disponer de series históricas para hacer estudios comparativos entre los datos estadísticos.

Garantizar la disponibilidad de la información convenida con entes internos y externos al INE.

Garantizar efectivamente la búsqueda, tratamiento y análisis de la información almacenada a través del uso de las técnicas de minería de datos.

○ **Objetivos del proyecto:**

Desarrollar una solución tecnológica enfocada a optimizar la producción, acceso y divulgación de la información estadística del Instituto, así como, mejorar la comunicación e intercambio entre el INE y los demás entes y organismos del Sistema Estadístico Nacional, además de fortalecer su identidad y su labor. Esta solución informática tendrá las siguientes características generales:

- Proveer al INE de un almacén de datos centralizado capaz de mejorar la situación actual y que pueda ser gestionado mediante la utilización de herramientas que permitan el análisis, explotación y presentación de la información estadística.
- Realizar la capacitación, soporte técnico y transferencia tecnológica para la puesta en marcha de la solución desarrollada.

○ **Beneficiarios:**

- Directivos del Gobierno de Venezuela.
- Ministerio del Poder Popular para la Planificación y Desarrollo.
- Instituto Nacional de Estadísticas.
- Instituciones estatales y privadas que solicitan los servicios del INE.
- Funcionarios del INE.
- Población venezolana.

- Resultados previstos:

A todos los niveles:

- Mayor nivel de gestión, control y seguimiento de la información que se tiene.
- Mayor facilidad en la obtención de los reportes necesarios para dar respuestas a las solicitudes hechas al INE.
- Mayor eficacia y eficiencia en cuanto al procesamiento de datos estadísticos.

A nivel de Gobierno de Venezuela y Ministerio del Poder Popular para la Planificación y Desarrollo:

- Oportunidad, fiabilidad y calidad de la Información Estadística para contribuir a la toma de decisiones estratégicas y el establecimiento de políticas de estado para el beneficio de la nación.
- Nivel de satisfacción ante la demanda estadística.

A nivel del Instituto Nacional de Estadísticas:

- Contribuir a que el INE ejerza su rol como ente rector y coordinador el Sistema de Estadística Nacional.
- Organización temática de las Operaciones Estadísticas.
- Uso de tecnologías robustas y respaldadas para mejorar la calidad de los procesos de extracción, transformación, calidad y carga de datos.
- Uso de tecnologías robustas y respaldadas para el almacenamiento multidimensional temático y optimizado para el análisis.
- Uso de tecnologías robustas y respaldadas para la visualización y navegación dimensional de la información a través de herramientas OLAP y de Generación de Reportes de última generación.

A nivel de Instituciones Estatales y Privadas:

- Nivel de satisfacción ante la demanda estadística.
- Respuestas rápidas y precisas por parte del INE a las solicitudes hechas por dichas instituciones.

A nivel de Funcionarios del INE:

- Facilitar el trabajo de los especialistas mediante la explotación del Almacén de Datos con el fin de cubrir sus necesidades de información, mediante el uso de herramientas de última generación.

A nivel de la Población Venezolana:

- ↳ Facilita la toma de decisiones precisas para contrarrestar problemas existentes en la población.

↳ Área de Gestión de tiempo

- Límite del Proyecto:

El Proyecto SINE estará comprendido por el desarrollo del Repositorio Multidimensional Corporativo, que soporte ocho (8) de las operaciones existentes actualmente en el INE. Para complementar y poner en funcionamiento el Repositorio de datos se debe:

- Probar y Montar del Almacén de Datos en el Instituto Nacional de Estadísticas.
- Implementar los procesos de ETL, Limpieza y Monitoreo.
- Implementación (Parametrización) de las Herramientas de Inteligencia de Negocios para la explotación del Repositorio Multidimensional (OLAP y Reportes).
- Capacitación del personal que va a utilizar la información que brinda el Almacén.
- Realizar Transferencia Tecnológica a los técnicos responsables del mantenimiento y monitoreo del Almacén de Datos en el Instituto Nacional de Estadísticas.

- Área de Gestión de Riesgos

Durante la evaluación se valoraron los siguientes riesgos identificados por el proyecto.

- Baja calidad o poca documentación de las operaciones estadísticas y de sus estructuras de almacenamiento lo que redundaría en una documentación insuficiente de las fuentes de datos a integrar para la construcción del Almacén de Datos.
- Carencia de la infraestructura tecnológica propuesta por parte de la Parte Cubana para el Montaje de la Solución en el Instituto Nacional de Estadísticas.
- Demora en la entrega de la propuesta de infraestructura tecnológica necesaria para el Montaje de la Solución.
- Pérdida o no extracción de datos relevantes para el negocio y detección tardía.
- Falta de Mecanismos de Recuperación ante fallas del proceso de ETL.
- Acceso no restringido al Almacén de Datos.
- Carencia de Mecanismos de Respaldo de los datos almacenados.
- Mala selección de las herramientas respecto a las necesidades del negocio.
- Inestabilidad y/o Inseguridad de la Plataforma para el Desarrollo (Ejemplo. Sistema Operativo, Red, Hardware, Software, Respaldo de Recursos necesarios) como factores externos a la Solución.
- Demora porque cualquiera de las partes no pueda asistir a los encuentros de la definición y validación de requerimientos o alguna otra actividad coordinada.
- Demora por dificultades en el desarrollo de la solución informática necesaria.
- Demora en la capacitación por dificultades en las coordinaciones realizadas.
- Dificultades en la idoneidad del personal que debe ser capacitado para interactuar con la aplicación informática.

- Demora en el montaje de la nueva aplicación informática en los servidores del INE.
- Demora en la revisión y aprobación de la documentación por Ambas Partes.
- Demora por aparición de solicitudes de cambio por la Parte Venezolana.

↳ Área Financiera

- Límite de Financiación:

2.264.909, 12 dólares

↳ Otros.

- Necesidades del negocio:

Necesidad de mercado, el INE vende información y da reportes e informes a los ministerios y el gobierno de Venezuela, entonces se demora demasiado en esas tareas.

- Regulaciones y políticas vigentes:

Buscar Ley o Decreto Ley de Venezuela que establece el uso de software libre en todas las instituciones del gobierno.

Anexo 5: Documento de Información del Entorno del Proyecto del proyecto 2.

- *Información del Entorno del Proyecto Sistema de Información para el INE*

↳ Área de Entorno

El proyecto se desarrolla en la Universidad de las Ciencias Informáticas, específicamente en el centro de Tecnología de Almacenamiento de análisis de datos ubicado en el docente 6 en el 3er piso.

Los desarrolladores del proyecto en su conjunto son profesores y estudiantes, profesionales formados en la misma Universidad. El proyecto afecta positivamente a las personas el proyecto ya que incide en su desarrollo profesional.

El proyecto al ser desarrollado en Cuba un país independiente, tiene un entorno político muy confortante para los desarrolladores ya que pueden sentir tranquilidad y seguridad durante el desarrollo. Las únicas leyes que pueden afectar el proyecto es el bloqueo imperialista que ejerce el gobierno de los EEUU contra el país, el cual impide la obtención de los recursos materiales a precios más favorables.

En el ámbito de ambiente físico el proyecto se puede ver afectado por las influencias de los ciclones tropicales que afectan al país y son impredecibles a largo plazo.

- **Área de mercado para Proyecto Sistema de Información para el INE**

El producto que se obtiene de este proyecto es único dada sus características basadas en los almacenes de datos lo que trae consigo ventajas y desventajas.

Actualmente no tiene otros clientes potenciales ya que son soluciones explotadas en casi todo el mundo exceptuando algunos países latinoamericanos. El conocimiento obtenido del desarrollo del proyecto es la mayor riqueza del mismo ya que da la posibilidad de desarrollar otros proyectos similares en áreas fundamentalmente en países latinoamericanos.

En el mundo existen múltiples productos similares ya que los almacenes de datos son explotados en el mundo entero.

Anexo 6: Proceso de Selección del método AHP.

Excel adjunto el disquete de 3^{1/2}.

Anexo 7: Acta de Evaluación del Proyecto.

Adjunta en el disquete de 3^{1/2}.