



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLÁN"

*EVALUACIÓN DE PROYECTOS MULTICRITERIOS, UTILIZANDO EL
PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO, PARA LA TOMA DE
DECISIONES.*

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LIC. EN MATEMÁTICAS APLICADAS Y COMPUTACIÓN



PRESENTA

MALVAEZ BUENROSTRO KARINA

ASESOR: M en I. ALBERTO FUENTES MAYA



General de Bibliotecas de la
en formato electrónico e impreso el
mi trabajo receptional.
Karina Malvaez
Ciencias de la
16-Junio-2003
[Signature]

JUNIO DEL 2003

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTO

A MIS PADRES:

WENCESLAO MALVAEZ BASTIDA
MARCELA BUENROSTRO MACHAIN

A QUIENES SU ILUSIÓN DE SU VIDA HA SIDO CONVERTIRME EN PERSONA DE PROVECHO.

A QUIENES NUNCA PODRE PAGAR TODO SUS DESVELOS NI AÚN CON LAS RIQUEZAS MÁS GRANDES DEL MUNDO.

GRACIAS PAPÁS, POR TODOS ESOS MOMENTOS QUE HEMOS PASADO JUNTOS, POR TODOS LOS CONSEJOS, RECOMENDACIONES Y APOYO QUE SIEMPRE ME HAN BRINDADO, POR SUS CARICIAS, Y POR TODO EL AMOR QUE ME HAN DADO; FACTOR PRINCIPAL DE LA UNIÓN FAMILIAR, QUE HASTA AHORA PREVALECE.

SIEMPRE SOÑE COMPARTIR ESTE MOMENTO CON USTEDES, DARLES UN POCO DE FELICIDAD Y HACERLOS SENTIR ORGULLOSOS DE TENER UNA HIJA UNIVERSITARIA.

QUIERO DECIRLES QUE NADA HUBIESE LOGRADO, SIN ESE APOYO QUE USTEDES ME BRINDARON, CONSTANTEMENTE ESTUVIERON AHÍ, EN EL MOMENTO PRECISO, TENDIENDOME SUS MANOS PARA SALIR ADELANTE, AÚN EN LOS MOMENTOS MÁS CRÍTICOS, LA FE Y LA ESPERANZA FUERON EL ESCUDO Y LA ESPADA PARA SALIR ADELANTE; ME ES GRATO RECONOCERLES QUE NUNCA SE DOBLEGARON ANTE SITUACIONES ADVERSAS, ME ENSEÑARON A DEFENDERME Y A LUCHAR POR MIS ANHELOS ES POR ESO QUE EN MI CORAZÓN SIEMPRE HABRÁ UN LUGAR MUY ESPECIAL PARA USTEDES, QUE SIEMPRE PODRÁN CONTAR CONMIGO Y QUE NUNCA LOS ABANDONARÉ.

ESTO SÓLO ES EL COMIENZO, EL PRIMER PASO DE UN GRAN CAMINAR. RECUERDEN QUE DESPUÉS DE LA SIEMBRA, HAY QUE COSECHAR Y QUE ESE MOMENTO HA LLEGADO.

QUE DIOS LOS BENDIGA, Y QUE PERMITA QUE ESTEN MUCHOS AÑOS MÁS CONMIGO.

CON AMOR, ADMIRACIÓN Y RESPETO
KARINA

P.D. GRACIAS DIOS, POR DARMER UNOS PADRES TAN ESPECIALES Y TAN PRECIADOS.

AGRADECIMIENTO

A MIS HERMANOS:

RAFAEL MALVAEZ BUENROSTRO
VIRIDIANA MALVAEZ BUENROSTRO
WENCESLAO MALVAEZ BUENROSTRO
MARISOL MALVAEZ BUENROSTRO
ISAAC MALVAEZ BUENROSTRO

QUIERO AGRADECERLES, EL APOYO Y CARIÑO QUE A LO LARGO DE MI VIDA ME HAN BRINDADO. SE QUE CUENTO CON USTEDES EN CUALQUIER MOMENTO.

TODOS USTEDES TIENEN UN GRAN POTENCIAL, ALGO QUE EN POCAS PERSONAS HE VISTO, TIENEN MAS CUALIDADES Y HABILIDADES QUE DEFECTOS, Y ESO LOS HACE SER ESPECIALES, ME SIENTO MUY ORGULLOSA DE SER SU HERMANA. ESPERANDO QUE ESTE TRABAJO ESCRITO, LES SIRVA DE EJEMPLO Y MOTIVACIÓN, PARA QUE SE DEN CUENTA, QUE CUANDO SE TRABAJA POR LO QUE UNO QUIERE, SIEMPRE SE LOGRA ALCANZAR EL OBJETIVO.

A MI ASESOR

ALBERTO FUENTES MAYA

A USTED MI ASESOR, QUIERO DARLE UN AGRADECIMIENTO MUY ESPECIAL. POR TODA ESA CONFIANZA, APOYO Y FACILIDADES QUE SIEMPRE HA MOSTRADO HACÍA MÍ. QUIERO QUE SEPA QUE ES UNA DE LAS POCAS PERSONAS VALIOSAS CON LAS QUE HE TRABAJADO, Y QUE SABE, QUE TODO LO QUE SE TIENE O SE ALCANZA EN LA VIDA ES EN BASE AL ESFUERZO DE LAS PERSONAS.

GRACIAS POR SU ACERTADA GUÍA EN EL ASESORAMIENTO DE MI TESIS; ADEMÁS POR OFRECERME SUS CONSEJOS Y AMISTAD INCODICIONAL

AL M.I LORENZO PALAFOX JUAREZ.

LE AGRADEZCO SU APOYO, DEDICACIÓN Y CONFIANZA QUE ME BRINDÓ EN EL DESARROLLO DE MI TESIS.

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO

CAPITAN MARCO ANTONIO PESQUERA AVILA
CAPITAN SALVADOR GONZALEZ GUERRERO
TENIENTE HILARIO XOLOCOTZI RAMOS

AGRADEZCO TODO EL APOYO Y CONFIANZA QUE ME HAN OFRECIDO. ESPERO NO DEFRAULARLOS Y PODER SEGUIR CONTANDO CON SU AMISTAD, CONFIANZA Y APOYO.

ÍNDICE

Objetivo.....	i
Hipótesis.....	ii
Justificación.....	iii
Introducción.....	iv

Capítulo I

La Toma de Decisiones en la Evaluación de Proyectos

1.1	Conceptos Generales.....	1
1.1.1	Definición de Proyecto.....	1
1.1.2	Definición de Evaluación.....	2
1.1.3	Marco para la Evaluación de Proyectos.....	2
1.1.4	Formulación de Objetivos de Evaluación.....	3
1.2	La Toma de Decisiones.....	5
1.3	La Toma de Decisiones Asociada a un Proyecto.....	6
1.4	La Toma de Decisiones con Múltiples Criterios.....	7
1.5	Por que se invierte y por que son necesarios los Proyectos.....	8
1.6	Decisión sobre un Proyecto.....	9
1.7	Evaluación de Proyectos.....	10
1.8	La Evaluación de Proyectos como un proceso y sus alcances.....	11
1.9	Estructura General para la Evaluación de Proyectos.....	12

Capítulo II

Técnicas para la Toma de Decisiones

2.1	Técnica o análisis de preferencias externo.....	20
2.2	Técnica de jerarquización analítica.....	21
2.3	Técnica de simulación.....	23
2.4	Técnica de análisis de decisiones.....	26
2.5	Técnica de máxima posibilidad.....	26
2.6	Técnica de decisión de bayes.....	27
2.7	Técnica de árboles de decisión.....	27
2.8	Técnica de la utilidad.....	28

Capítulo III

Proceso del Análisis Jerárquico (PAJ)

3.1	Conceptos Generales.....	30
3.1.1	Principios de un Pensamiento analítico.....	30
3.1.2	Asignación de Prioridades.....	31
3.1.3	La necesidad de medir en forma generalizada.....	31
3.1.4	Las Jerarquías: Una herramienta de la mente.....	32
3.1.5	Clasificación de las Jerarquías.....	32
3.1.6	Desarrollo de Jerarquías.....	33
3.2	Vectores y Valores Característicos.....	34
3.3	Consistencia Lógica.....	38
3.4	Formulación de Matriz de Comparaciones o Juicios y Asignación de Valores.....	40
3.5	Metodología General del PAJ.....	43
3.6	Metodología del PAJ para la Evaluación de Proyectos Multicriterios.....	44
	Ejemplo.....	47

Capítulo IV

Implementación de la Metodología del PAJ para la Evaluación de Proyectos Multicriterios (Aplicaciones).

4.1	Red Inalámbrica.....	64
4.2	Bienestar Total.....	71
4.3	Selección de Personal.....	73
4.4	Selección de Centro de Trabajo.....	75
4.5	Preferencia de los Consumidores.....	76

Conclusiones.....	78
--------------------------	-----------

Bibliografía.....	80
--------------------------	-----------

Anexo

Definiciones.....	81
--------------------------	-----------

Software para los cálculos matriciales del (PAJ).....	84
--	-----------

OBJETIVO:

Implementar una metodología que permita la Toma de Decisiones en la Evaluación de Proyectos Multicriterios, efectuando de una manera amplia y concisa, el estudio y análisis de la estructura de Evaluación de Proyectos así como del Proceso del Análisis Jerárquico (PAJ).

HIPÓTESIS

Al implementar la metodología del Análisis Jerárquico en la Evaluación de Proyectos Multicriterios, se generan escenarios que optimizan en tiempo, cuantitativa y cualitativamente el proceso de toma de decisiones, de tal forma que se pueda encontrar la alternativa óptima del proyecto en estudio.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO A DESARROLLAR.

La necesidad de una metodología para la evaluación de proyectos multicriterios para el proceso de toma de decisiones, surge a partir de las distintas carencias en un proceso de evaluación y de suposiciones erróneas del comportamiento de un proyecto, en muchas ocasiones en los diferentes sectores que existen en nuestra sociedad se ha percatado que no se lleva a cabo una correcta evaluación de los distintos proyectos puestos en marcha, ya que después de transcurrido el tiempo los proyectos resultan que no son satisfactorios para el cumplimiento de algún objetivo planteado y como consecuencia llegan a ocasionar severos problemas.

Esta es la importancia del porqué se debe realizar dicho estudio y análisis; para que de esta manera se pueda subsanar la carencia existente en las distintas áreas que se manejan dentro de algún sector y de la misma forma se pueda tener, fundado y contemplado matemáticamente un panorama completo de los posibles escenarios que se puedan presentar; así como el visualizar la satisfacción real del objetivo principal.

Durante la evaluación de proyectos, es difícil predecir las variaciones que tendrán las variables contempladas en esta evaluación, pero sí es posible hacer una estimación de los rangos aceptables para dichas variaciones, con la finalidad de persuadir si el proyecto es viable o no.

Mediante la jerarquización de las diferentes alternativas, es posible tomar una mejor decisión de los diferentes proyectos en estudio.

La investigación que se va a realizar no pretende justificar que, el Análisis Jerárquico es la única técnica existente para el proceso de toma de decisiones en la evaluación de proyectos, ya que existen un sin número de herramientas matemáticas para la evaluación, pero la finalidad de utilizar este método es la de ofrecerlo de una forma sencilla de entendimiento y aplicación para las personas que se dediquen a la evaluación de proyectos y que en un futuro tengan la necesidad de llevar a cabo una toma de decisiones.

INTRODUCCIÓN

Realizar una evaluación de proyectos, debe considerarse un aspecto de suma importancia, debido al grave problema que podría originarse si se implementara o se llevara a cabo un proyecto en algún sector por simple intuición. Por lo que, el objetivo principal de esta tesis surge ante la necesidad de contar con una metodología general y flexible para la evaluación de proyectos e implementación de los mismos.

Para satisfacer esta necesidad, se implementara una metodología para la evaluación de proyectos multicriterios para la toma de decisiones, utilizando el Proceso del Análisis Jerárquico (PAJ).

Esto consistirá en realizar un estudio y análisis de la estructura de la evaluación de proyectos, así como del Proceso del Análisis Jerárquico (PAJ), con la finalidad de relacionarlos, de tal forma que dicha metodología ayude a la toma de decisiones con respecto a un proyecto multicriterios, generando escenarios que optimizan en tiempo, cuantitativa y cualitativamente el proceso de toma de decisiones. Asimismo, se mencionaran algunas técnicas existentes para la toma de decisiones multicriterios, con la finalidad de justificar el porqué se seleccionó el PAJ.

Es necesario mencionar que en un proyecto multicriterios, se toman en cuenta o influyen distintas variables, lo cual permite a los decisores, tener un panorama completo de los posibles escenarios que se pueden presentar, así como el visualizar de que manera se están afectando, tanto directa o indirectamente, las variables del proyecto que se tiene en estudio o en evaluación.

Teniendo la metodología desarrollada, se aplicará a proyectos reales y se demostrará que es válido el desarrollo de dicha metodología para la toma de decisiones.

Es imperante mencionar por último, que también se desarrollará un Software que facilite los cálculos matriciales del PAJ.

La estructura general de este trabajo consta de cuatro capítulos:

En el capítulo 1 " La Toma de decisiones en la evaluación de proyectos ", se hablará de los factores que intervienen en el estudio y evaluación de proyectos, así como de la relación que existe con la toma de decisiones asociada con dicha evaluación. Se definirán los conceptos fundamentales y de mayor importancia para la evaluación de proyectos multicriterios.

A su vez el capítulo 2 "Técnicas para la toma de decisiones multicriterios", está dedicado a algunas técnicas existentes para la toma de decisiones multicriterios, subrayando los aspectos metodológicos más que los teóricos; especificando que no son las únicas, pero sí, que son las más utilizadas en el proceso de toma de decisiones multicriterios en la evaluación de proyectos, para que de esta forma se justifique, el porqué se hace uso de una técnica en especial para el desarrollo de este trabajo.

El capítulo 3 "Proceso del Análisis Jerárquico (PAJ)", se enfoca al desarrollo del Proceso del Análisis Jerárquico de forma general, con la finalidad de que cualquier persona pueda hacer uso de dicho procedimiento para llevar a cabo una toma de decisión con respecto a un proyecto; y que asimismo, permita abordar problemas de toma de decisiones complejas.

Este procedimiento está probado ampliamente y apoyado básicamente, en los conocimientos y experiencias que posee el decisor acerca de la problemática. Cabe mencionar que se desarrollará y comprobará la metodología general de este proceso.

Se realizarán ejemplos, en los cuales se podrá visualizar, que el PAJ, puede ser aplicable de forma general en proyectos para llevar a cabo su evaluación, debido a que es un proceso muy flexible y adaptable a cualquier tipo de problemática que se enfrente un tomador de decisiones, señalando nuevamente que esta técnica, no es ni pretende ser absoluta, el propósito principal es que sea utilizada como una herramienta para quienes diariamente toman decisiones, cada vez más complejas y/o que no tiene las bases matemáticas para construir un modelo, o el tiempo necesario que requiere la construcción de uno.

Finalmente en el capítulo 4 "Implementación de la Metodología del PAJ para la evaluación de proyectos multicriterios (Aplicaciones)", como su nombre lo indica, se implementará la metodología propuesta para una evaluación de proyectos multicriterios, utilizando el PAJ, a través de aplicaciones reales, con la finalidad de demostrar que esta metodología es válida para cualquier proyectos que se pretenda analizar; se incluye en el anexo el código fuente del Software, diseñado para realizar los cálculos matriciales del PAJ.

CAPÍTULO 1

LA TOMA DE DECISIONES EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

PAGINACIÓN DISCONTINUA

CAPÍTULO 1

LA TOMA DE DECISIONES EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

OBJETIVO GENERAL: Describir que factores intervienen en el estudio, en la evaluación de proyectos y en el proceso de toma de decisiones asociada con dicha evaluación.

1.1 CONCEPTOS GENERALES

1.1.1 DEFINICIÓN DE PROYECTO

Un proyecto surge de las necesidades individuales o colectivas de las personas o de la sociedad, por lo que estas son las que se deben satisfacer, a través de una adecuada asignación de los recursos y teniendo en cuenta la realidad social, cultural y política en la que el proyecto se vaya a desenvolver.

Con base a lo anterior, un **proyecto** se puede definir como: ***"la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver, entre muchas, una necesidad humana o asimismo como un plan que produce o que satisface las necesidades, tanto individuales como colectivas de las personas o de la sociedad en general, todo esto dependiendo del medio que se pretenda desarrollar"***¹.

La preparación de un proyecto consiste básicamente en recopilar toda aquella información que sea útil para satisfacer necesidades que se hayan detectado; para lograrlo se cuenta con distintas técnicas cuantitativas y cualitativas.

Un proyecto por lo general es multidisciplinario debido a que durante la elaboración de su estudio intervienen diversas disciplinas como: la ingeniería de proyectos, investigación de operaciones, estadística, investigación de mercado, contabilidad, finanzas, ingeniería económica, diseño, etc. Por tanto, para realizar un proyecto, se requiere reunir distintos grupos interdisciplinarios sobre las áreas citadas anteriormente, para que cada especialista realice la parte que le corresponda.

Es por eso que, siempre que exista una necesidad humana de un bien o un servicio, habrá que invertir (no precisamente dinero) y hacerlo es la única forma de satisfacer dicha necesidad. Es

¹ Delgado H. David et. Al "Introducción a la Ingeniería" Ediciones Instituto de Investigación de Tecnología Educativa de la Universidad Tecnológica de México. México, 2001. Pág. 303-305.

claro que las inversiones no se hacen sólo por que alguien desea producir determinado artículo o piense que produciéndolo ganará dinero. En la actualidad, una inversión inteligente requiere de una base que lo justifique. Es por eso que, un proyecto debe ser bien estructurado y evaluado, de tal manera que marque el procedimiento que debe llevarse a cabo.

1.1.2 DEFINICIÓN DE EVALUACIÓN

El uso del término evaluación, en la literatura revela una combinación indiscutible de definiciones conceptuales y operacionales, las definiciones conceptuales, ofrecen una lista de características de evaluación como un proceso cognoscitivo y efectivo. Las definiciones operacionales se concentrarán sobre el propósito de evaluación y los procesos involucrados en conducir un estudio de evaluación.

En este trabajo asumiremos que la evaluación es: **"el acto o resultado de evaluar, de examinar y enjuiciar el valor, calidad, significancia, cantidad, grado o condición de alguna cosa. La razón más obvia para evaluar algo o a alguien es para estimar el valor, calidad, importancia, relevancia, desempeño, etc., con la intención de cotizar, corregir, mejorar o cambiar"**².

Por lo que, la evaluación es un proceso que implica una comparación del objeto bajo evaluación con otro similar, utilizando como un estándar de comparación cuyas cualidades son bien conocidas por el evaluador. En este caso la evaluación sería, un proceso de comparación entre diferentes soluciones o alternativas para lograr satisfacer las necesidades sociales o humanas.

1.1.3 MARCO PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Para llevar a cabo un proceso de evaluación, lo primero que debe establecerse, es el objetivo general del proceso. Este objetivo general deberá describir las metas de manera precisa y situarlas en el tiempo, lugar y número.

² Ing. Miriam Judith Caballitas López "Identificación y Evaluación de Alternativas para el saneamiento de la Laguna Bojorquez" Tesis UNAM 1996, Pág.19.

Por lo que se asume que los objetivos son medidas claras de los fines que se persiguen. En realidad, los objetivos se convierten en criterios específicos para evaluar alternativas u opciones, esto solo si se trata de una evaluación de proyectos multicriterios.

Teniendo claro el objetivo general, se procede a buscar diferentes alternativas o caminos a seguir, posibilidades u oportunidades que se presenten para cumplir con un propósito.

Una alternativa ideal o perfecta, es aquella que satisface al cien por ciento las necesidades planteadas por el objetivo. Este tipo de soluciones, raramente se dan en la realidad, por lo que al elegir entre varias de ellas deben definirse los criterios, requisitos o estudios complementarios con lo que se juzgarán. Dichos criterios y medidas de desempeño deben enfocarse o desarrollarse con eficiencia, eficacia y efectividad³.

Para elegir entre varias acciones, se debe de evaluar cada una de ellas, frente a los objetivos para ver o para determinar si cumple con ellos o no; y después compararlas, para definir cuál de ellas satisface mejor al objetivo y que al mismo tiempo ofrezca el menor riesgo posible. La alternativa seleccionada será aquella que ofrezca el equilibrio más favorable entre ventajas (cumplir con los objetivos) y desventajas (riesgos).

Teniendo la mejor opción, se elaborará una planeación de la implementación, para llevar a cabo su ejecución y así mismo llevar un control del proyecto, para lograr mejores acciones ordenadas y que eficazmente cumplan el objetivo deseado.

En general, la evaluación depende en gran medida del criterio adoptado de acuerdo al objetivo general del proyecto. Los criterios y la evaluación son, por tanto, la parte fundamental de toda **evaluación de proyectos**.

1.1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS DE EVALUACIÓN⁴

Algunas de las consideraciones más relevantes involucradas en la formulación de objetivos de evaluación, son las siguientes:

³ Eficiencia: Capacidad, fuerza y poder para realizar un objetivo, el cual tiene eficacia para un efecto determinado. Eficacia: Poder y facultad para obtener un efecto determinado. Efectividad: Calidad, realismo, veracidad, etc.

⁴ Op. cit 2, p.p 21-23

1.- ¿Cuál es la naturaleza del contenido del objetivo? ¿Estamos interesados en cambiar las actitudes y/o conductas? ¿Estamos preocupados en el interés de exponer, conciencia, interés, y/o acción a producir?. Las respuestas a estas preguntas permiten al evaluador determinar lo que llaman las regiones dentro de la cual los conceptos son colocados.

2.- ¿Cuál es el objetivo del proyecto? ¿A qué grupos de la población el proyecto es dirigido? ¿Estamos buscando cambios individuales, de grupo, o de toda comunidad? ¿Estamos buscando alcanzar el objetivo del grupo directa o indirectamente? Estas preguntas ayudan a identificar el presente y los clientes potenciales para un proyecto de servicio público. Cualquier programa tendrá efectos diferentes entre varios segmentos de la población y el éxito o fracaso solamente puede ser medido en términos de quién está intentando el logro.

3.- ¿Cuándo el cambio deseado toma lugar? ¿Estamos buscando un efecto inmediato o estamos construyendo gradualmente hacia algún defecto propuesto? En general, estamos hablando a corto plazo, proyectos discretos⁵ de una particular naturaleza de corto alcance; a largo plazo, proyectos de desarrollo que buscan construir hacia una meta de largo alcance. Algunos objetivos toman un mayor tiempo que otros para alcanzarlos y la evaluación debe tomar un mayor tiempo que otros para alcanzarlos y la evaluación debe tomar lugar en un período de tiempo en que el proyecto ha estado en efecto.

4.- ¿Son los objetivos unitarios o múltiples? ¿El proyecto busca un simple cambio o una serie de cambios? ¿Son estos cambios los mismos para toda la gente o ellos varían para diferente grupo de gente? Es raro que cualquier proyecto tenga solamente un propósito o un solo efecto. Esto significa que el evaluador normalmente debe de proveer la medida de los efectos múltiples que se requieren en el reparto de prioridades para el estudio.

5.- ¿Cuál es la magnitud deseada del efecto? ¿Estamos buscando resultados concentrados o generales? ¿Tenemos que obtener cualquier proporción particular de efectividad antes de que el proyecto pueda ser considerado un éxito? ¿Existe algún estándar especificado del logro que debemos conocer? Muchos proyectos asumen metas irreales de éxito total. Los objetivos para la mayoría de los proyectos deben de ser más modestos, involucrando mejoramiento en lugar de

⁵ Proyectos Discretos: Búsqueda de soluciones compactas de problemas a corto plazo.

eliminación y dirigido a disminuir el daño y mejorar el funcionamiento en lugar de una prevención total.

6.- ¿Cómo debe ser logrado el objetivo? ¿Cuáles son los medios a utilizar durante el proyecto? ¿Dependerá principalmente sobre la cooperación voluntaria o deberá intentar ser realizada para asegurar sanciones legales? ¿Será personal o impersonal, formal o informal el interés de ser realizado? Para un incremento en la extensión de los proyectos de servicio público se tendrá que abandonar su dependencia sobre la acción legislativa y buscar apoyo de la comunidad para sus objetivos.

Estas seis consideraciones relacionan preguntas básicas que necesitan ser contestadas en la formulación de objetivos de un proyecto por evaluación. Mientras algunas de estas podrían ser irrelevantes para propósitos de operación, otras juegan un rol crucial en determinar objetivos.

1.2 LA TOMA DE DECISIONES

Los problemas de toma de decisiones se presentan en casi todas las facetas de la vida. Las decisiones que se tomen, para dar solución a estos, afectan a muchas personas, grupos de interés, empresas u otras entidades, por lo que la acción de decidir debe ser meticulosa. La intensidad del impacto, debido a los cambios ocasionados por las decisiones, depende de su vinculación a los aspectos significativos del sistema en el que se enmarca el problema. **La toma de decisiones tiene dos concepciones usuales que son: la acción de elegir entre varias alternativas y el proceso que se realiza en el marco de la evaluación.** Las características de un problema de toma de decisiones, conllevan a determinar el modelo que se utilice. Particularmente, se discute el caso en el que la decisión está fundamentada en varios criterios, ya sea en los casos de múltiples objetivos o múltiples atributos⁶.

En las últimas décadas la toma de decisiones, que cotidianamente enfrenta una organización, se ha vuelto más compleja, debido a la multiplicidad de factores involucrados, tanto cualitativos como cuantitativos, así como la necesidad de mantener consistencia en las decisiones que se emiten. Por otra parte, el juicio empleado en cada situación depende de la totalidad de

⁶ Multiobjetivos: Problemas con un número infinito de alternativas. Multatributos: Problemas con un número finito de alternativas.

experiencias e impresiones. Es por ello que, al tratar con problemas no estructurados como: social, económico y político, necesariamente debemos jerarquizar nuestras prioridades respecto a los aspectos o factores que se manejan. Los tomadores de decisiones suelen llegar a confundirse ante la diversidad de información que se les proporciona y a la diferencia de opiniones o hechos contradictorios que suelen surgir, lo que hace difícil lograr un compromiso. Por lo cual, es necesario utilizar las técnicas de toma de decisiones para poder tener un mejor control de dicha información; asimismo, es como surge la necesidad de utilizar el proceso jerárquico, de tal forma que nos ayude a tener un mayor control de la información recabada para llevar a cabo una toma de decisiones factible.

Es importante, mencionar de una forma general, los pasos a seguir en el proceso de toma de decisiones:

- Determinar cuál es el sistema sobre el cuál se pretende establecer una decisión.
- Determinar quiénes serán los decisores idóneos.
- Identificar las opciones o alternativas.
- Asociar a cada opción o criterio en evaluación, un vector de prioridades con el espacio multidimensional definido por los fines u objetivos que se pretende alcanzar.
- Elegir la mejor alternativa utilizando las teorías existentes o elaborar una adecuada al problema.

1.3 LA TOMA DE DECISIONES ASOCIADA A UN PROYECTO⁷

A toda actividad encaminada a tomar una decisión, con respecto a un proyecto, se le denomina evaluación de proyectos y es donde se puede visualizar la relación existente, entre la toma de decisiones y la evaluación de proyectos. Además de que, la toma de decisiones (o el análisis de decisiones) se interpreta como la acción de elegir entre varias alternativas. En este marco, la elección está apoyada por acciones de medición de las alternativas y/o de los atributos, a través de una función objetivo, una función de utilidad, una función de valor, etc.

⁷ Sapag C. Nassir et., Chile 2000 "Preparación y Evaluación de Proyectos", Mc-Graw-Hill.. pag.12

La variedad de técnicas de medición se ha originado por la consideración de algunos parámetros, tales como: el riesgo o la incertidumbre en las preferencias, el número de atributos tomados en cuenta, el número de decisores, la independencia preferencial, etc.

Durante la evaluación de proyectos, se deben tomar distintos tipos de decisiones con la intención de que el resultado final sea el adecuado. La idea es establecer los objetivos en la etapa de planeación. Para ello, en el proceso de preparación y evaluación, se toman decisiones con base en distintos criterios, tales como: Determinación del tamaño del proyecto, localización, inversiones del proyecto, entre otros.

Estos criterios son probablemente los más importantes al abordar la evaluación de proyectos multicriterios.

1.4 LA TOMA DE DECISIONES CON MÚLTIPLES CRITERIOS

Los esfuerzos para introducir el concepto de múltiples criterios dentro del proceso normativo de toma de decisiones, se iniciaron en las últimas décadas. Zeleny M., en uno de sus trabajos (1984), señala que las ciencias operacionales, tales como, la investigación de operaciones, la ciencia de la administración y el análisis de sistemas, han dedicado la mayor parte de su historia a problemas caracterizados por un criterio de selección; indica además, que estas ciencias tratan con problemas de evaluación y búsqueda, relacionados con problemas simples de interés práctico, limitado, a pesar de que todas las decisiones públicas y privadas, individuales y colectivas están caracterizadas por múltiples criterios, usualmente en conflicto de selección, y en especial individuos y organizaciones que se enfrentan a múltiples objetivos, atributos o metas.

Los problemas en el área de la toma de decisiones con múltiples criterios (TDMC) son diversos. Sin embargo, aún dentro de la diversidad, todos los problemas que se consideran en ella, comparten algunas características comunes:

Objetivos/atributos múltiples: Cada problema tiene objetivos/atributos múltiples que deben ser generados por el tomador de decisiones para la conformación del mismo.

Conflicto entre criterios: Usualmente los múltiples criterios a considerar están en conflicto.

Unidades de medición variadas: Los objetivos/atributos tienen diferentes unidades de medición.

Diseño/selección: Las soluciones a estos problemas, son diseñar la mejor alternativa o bien la selección de la mejor entre un número finito de ellas previamente especificado. Las diferentes situaciones de TDMC, se refieren al diseño/búsqueda de una alternativa que sea la más atractiva según todos los criterios.

Asimismo el número de posibles alternativas de solución al problema de toma de decisión multicriterio, define dos grandes categorías: el área de la toma de decisiones multiobjetivos que se dedica a los problemas con un número infinito de alternativas y el área de la toma de decisiones multiatributo involucrada con los problemas con un número finito de alternativas. Convencionalmente, ambos grupos y problemas asumen un único decisor o al menos un conjunto de opiniones unificadas.

El propósito de los modelos de toma de decisiones multiobjetivos, es el de diseñar la alternativa, considerando las distintas interacciones dentro de las restricciones del diseño, que mejor satisfaga al decisor en su forma de alcanzar algunos niveles aceptables de un conjunto de prioridades.

Los métodos de TDMC comparten algunos rasgos: Un conjunto de objetivos cuantificables, un conjunto de restricciones bien definidas y un proceso para obtener alguna información implícita o explícita, acerca de las tasas de sustitución entre los objetivos establecidos cuantificables o no. Los problemas pertenecientes a esta área se resuelven utilizando programación matemática.

El rasgo distinguible de los modelos para la toma de decisiones multiatributos (TDMA) es que usualmente existe un número limitado de alternativas predeterminadas, las cuales están asociadas a un nivel de logro de los atributos (no necesariamente cuantificables), que sirven de base para la toma de las decisiones.

1.5 POR QUÉ SE INVIERTE Y POR QUÉ SON NECESARIOS LOS PROYECTOS.

Día a día y en cualquier sitio donde nos encontremos, siempre hay a la mano una serie de necesidades, tanto sociales como humanas, que hay que satisfacer. Desde la ropa que vestimos, los alimentos procesados que consumimos, hasta las modernas computadoras que apoyan en gran medida el trabajo del ser humano. Todos y cada uno de estos bienes y servicios, antes de

venderse comercialmente, pasan por el proceso de ser evaluados desde varios puntos de vista, siempre con el objetivo final de satisfacer una necesidad humana. Es por ende, que surge la necesidad de invertir en un proyecto, no necesariamente dicha inversión debe ser monetaria, ya que en las facetas de la vida, el ser humano se enfrenta a la toma de decisiones, como se explicó anteriormente, debido a que el principal objetivo de dicha evaluación es la satisfacción de alguna necesidad individual o colectiva de la sociedad.

En la actualidad, se requiere una base que justifique la implementación de proyectos, dicha base es precisamente la existencia de una buena estructura y evaluación que indique la pauta que debe seguirse.

1.6 DECISIÓN SOBRE UN PROYECTO

Para tomar una decisión sobre un proyecto es necesario que éste, sea sometido al análisis multidisciplinario de diferentes especialistas. Una decisión de este tipo, no puede ser tomada por una sola persona con un enfoque limitado, o ser analizada sólo desde un punto de vista. Aunque no se puede hablar de una metodología rígida que guíe la toma de decisiones sobre un proyecto, fundamentalmente, debido a la gran diversidad de proyectos y sus diferentes aplicaciones, pero sí es posible afirmar categóricamente, que una decisión siempre debe estar basada en el análisis de un sin número de antecedentes y con la aplicación de una metodología lógica que abarque la consideración de todos los factores que participan y afectan al proyecto.

El futuro siempre es incierto y por esta razón, siempre el tipo de inversión que se realice en un proyecto, tendrá un factor de incertidumbre. Es por eso, que en la toma de decisiones acerca de la inversión en determinado proyecto, siempre debe recaer no en una sola persona ni en el análisis de datos parciales, sino en grupos multidisciplinarios que cuenten con la mayor cantidad de información posible y de todo tipo

1.7 EVALUACIÓN DE PROYECTOS⁸

La evaluación de proyectos como se menciono anteriormente, es una materia interdisciplinaria, ya que durante la elaboración de un estudio de este tipo, intervienen disciplinas tales como: estadística, investigación de mercado, investigación de operaciones, ingeniería de proyectos, contabilidad, finanzas, ingeniería económica, etc.

Para realizar la evaluación de un proyecto, normalmente se reúnen grupos interdisciplinarios sobre el área mencionada y cada uno de los especialistas desarrolla la parte que le corresponde. El resultado de esta interacción, es un estudio completo acerca de la viabilidad técnica, económica y financiera, que sirve de base para decidir la realización de alguna inversión.

En general, a toda actividad encaminada a tomar decisiones de inversión sobre un proyecto se le llama **evaluación de proyectos**.

La clara definición, de cual es el objetivo que se persigue con la evaluación, constituye un elemento clave para tener en cuenta la correcta selección del criterio evaluativo.

Así mismo, la evaluación de proyectos tiene como finalidad, solucionar el problema de la asignación de recursos para satisfacer necesidades, así como la intención de ofrecer los parámetros necesarios que permitan tomar una decisión en cuanto a seleccionar entre otras alternativas de inversión.

Un proyecto puede evaluarse desde diferentes puntos de vistas. De hecho desde la concepción técnica del proyecto se inicia la evaluación, también se contemplan aspectos como la posible aceptación de la comunidad a la solución propuesta, los aspectos institucionales, legales, económicos y financieros, entre otros y que finalmente contribuyen a limitar el número de posibles soluciones.

El proceso de evaluación se puede dividir en dos partes: primeramente se debe plantear el universo de alternativas técnicas, para posteriormente identificar cuál es el mejor, apoyándose en la aplicación de restricciones; la segunda es hacer una revisión sobre el planteamiento para evaluar un proyecto desde los puntos de vista financiero, económico, de impacto ambiental, etc.

⁸ Op cit. 6, pag 20

1.8 LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS COMO UN PROCESO Y SUS ALCANCES.⁹

Se distinguen tres niveles de profundidad en un estudio de evaluación de proyectos. Al más simple se le llama *perfil, gran visión o identificación de la idea*, el cual se elabora a partir de la información existente, el juicio común y la opinión que da la experiencia, en términos monetarios sólo presenta cálculos globales de las inversiones, los costos y los ingresos, sin entrar a investigaciones de terreno. El siguiente nivel se denomina estudio de *factibilidad del proyecto*; este estudio profundiza la investigación en fuentes de información secundarias y primarias¹⁰ en investigación de mercado, detalla la tecnología que se empleará, determina los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto, y es la base en que se apoyan los inversionistas para tomar una decisión. El nivel más profundo y final es conocido como *proyecto definitivo*, el cuál contiene básicamente toda la información del anteproyecto, pero aquí son tratados los puntos finos. No sólo deben presentarse una lista de contratos de venta ya establecidos; se deben actualizar y preparar por escrito las cotizaciones de la inversión, presentar los planos arquitectónicos de la construcción, etc. En la figura 1.1 se resumen los niveles de estudio, en donde cada uno de los niveles del proceso de formulación de proyectos, es una profundización de la idea inicial, no sólo en lo que se refiere a conocimiento, sino también en lo relacionado con investigación y análisis. La última parte del proceso es, por supuesto, la cristalización de la idea con la instalación física de la planta, la producción del bien o servicio y, por último, la satisfacción de una necesidad humana o social, que fue lo que en un principio dio origen a la idea y al proyecto.

⁹ Baca Urbina Gabriel, "Evaluación de Proyectos" Mc-Graw-Hill, México 2001

¹⁰ Fuentes de información Primarias: Están constituidas por el propio usuario o consumidor de cierto producto, de manera que para obtener información de es es necesario entrar en contacto directo.

Fuentes de información Secundarias: Es aquella información escrita, que existe sobre el tema (estadísticas, libros, revistas, periódicos, etc).

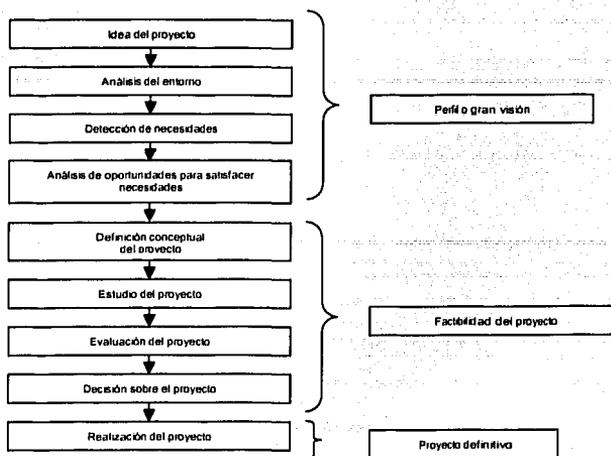


FIG.1.1 Estructura general de un proyecto

1.9 ESTRUCTURA GENERAL PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS¹¹

Aunque cada estudio es único y distinto a todos los demás, la metodología que se aplica en cada uno de ellos tiene la particularidad de poder adaptarse a un proyecto en general. Algunas de las áreas en las que se puede aplicar la metodología de la evaluación de proyectos son:

- En la instalación de una planta totalmente nueva.
- Elaboración de un nuevo producto de una planta ya existente.
- Ampliación de la capacidad instalada o creación de sucursales.
- Sustitución de maquinaria por obsolescencia o capacidad insuficiente.
- En una consultaría.
- En un restaurante.
- En una cafetería.
- Etc.

Las técnicas de análisis, empleadas en cada una de las partes de la metodología, sirven para hacer una serie de determinaciones, tales como mercado insatisfecho, costos totales, rendimiento de la inversión, etc, esto no elimina la alternativa de tomar una decisión de tipo personal; es decir,

¹¹ Idem. cit 8 pag. 5-7

el estudio no decide por sí mismo, sino provee las bases para decidir, ya que hay situaciones de tipo intangible, para las cuales no hay técnicas de evaluación y esto hace, en la mayoría de los problemas cotidianos, que la decisión final la tome una persona y no una metodología, a pesar de que puede aplicarse de manera general. En la figura 1.2 se describe la metodología general que se debe desarrollar en la una evaluación de proyectos.

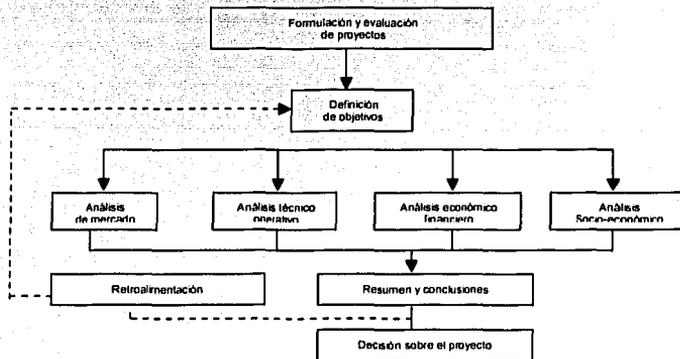


FIG 1.2¹² Metodología para la evaluación de proyectos

Se describirá de una forma general, dichas etapas:

FORMULACIÓN DEL PROYECTO: Etapa conocida como la formulación del problema, para llevar a cabo este paso, es necesario definir con claridad el problema y dejar establecido de manera precisa, qué resultado deseamos obtener; es decir, debemos plantear el objetivo para realizar una formulación. Una vez definido el problema; será necesario identificar los diferentes cursos de acción y las restricciones que deben considerarse en cada caso, así como los efectos del sistema en estudio sobre sistemas relacionados.

En etapa se requiere de un análisis cualitativo de la situación por estudiar y el juicio para formular con claridad un problema sobre el cual se hará un modelo de Investigación de Operaciones; asimismo, debe observarse el sistema desde un punto de vista cualitativo, para posteriormente, definir los aspectos cuantitativos que permitan la manipulación del modelo. Es así como el adecuado análisis del sistema en estudio y la manera en que lo cualifiquemos, determinará la precisión del modelo cuantitativo y la posibilidad de utilización de los resultados

¹² Op. cit 8 pag.5

obtenidos. Un modelo puede ser estructurado a la perfección desde el punto de vista matemático, pero si no representa con prioridad el sistema por modelar, poco o nada será lo que aporten los resultados obtenidos.

DEFINICIÓN DE OBJETIVOS: Los objetivos son los fines que la organización espera alcanzar al cumplir su misión, es decir son los resultados deseados y sirven como parámetros contra los cuales, una organización puede medir sus progresos conforme implante sus planes. En la organización, es necesario formular objetivos en cada área donde la ejecución y los resultados afectan directa y vitalmente la supervivencia y prosperidad de un negocio.

Al formular los objetivos se debe lograr:

- Organizar y explicar el rango de actividades que se dan en un negocio
- Probar los postulados en la experiencia real.
- Evaluar la adecuación de las decisiones mientras se están aplicando.
- Permitir a los empresarios analizar su propia experiencia como resultado de mejorar su desempeño.

La dificultad recae no tanto en determinar que objetivos necesitamos, sino como postularlos. Solo existe una manera fructífera de tomar esa decisión, determinando qué es lo que se debe medir en cada área y cuáles deben ser las unidades de medida.

ANÁLISIS DE MERCADO: El estudio de mercado de un proyecto es uno de los más importantes y complejos que debe realizar el investigador. Más que centrar la atención sobre el consumidor y la cantidad de producto que éste demandará, se tendrá que analizar los mercados, proveedores, competidores y distribuidores, e incluso cuando así se requiera, se analizará las condiciones de mercado externo.

En esta etapa de la evaluación, más que describir y proyectar los mercados relevantes para el proyecto, deberá ser la base sólida sobre la que continúe el estudio completo, y además proporcionará datos básicos para el resto del estudio.

Cada proyecto requiere un estudio de mercado que sea tan diferente como lo sean entre sí los productos que se analizan. A pesar de esto, es posible generalizar un proceso que considere un

estudio histórico tendiente a determinar una relación de causa-efecto entre las experiencias de otros y los resultados logrados.

El objetivo general de esta investigación, es que el investigador del mercado, al final de un estudio metódico y bien realizado, podrá palpar o sentir el riesgo que se corre y la posibilidad de éxito que habrá con la venta de un nuevo artículo o con la existencia de un nuevo competidor en el mercado. Aunque hay factores intangibles importantes, como el riesgo, que no es cuantificable, pero que es perceptible, esto no implica que puedan dejarse de realizar estudios cuantitativos. Por el contrario, la base de una buena decisión siempre serán los datos recabados en la investigación de campo, principalmente en fuentes primarias.

Por otro lado, el estudio de mercado también es útil para prever una política adecuada de precios, estudiar la mejor forma de comercializar el producto y contestar la primera pregunta importante del estudio: ¿Existe un mercado viable para el producto o servicio que se pretende llevar a cabo? Si la respuesta es positiva, el estudio continúa, si la respuesta es negativa, se plantea la posibilidad de un nuevo estudio más preciso y confiable; si el estudio hecho ya tiene esas características, lo recomendable sería detener cualquier inversión. El Análisis de Mercado consta básicamente de cinco etapas a seguir, como se muestra en la figura 1.3.

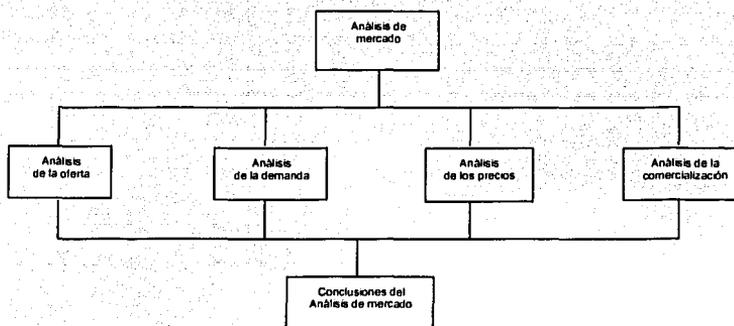


FIG. 1.3 Estructura General del Análisis de Mercado¹³

¹³ Op cit. 8 pag. 15

ANÁLISIS TÉCNICO OPERATIVO: El objetivo del estudio técnico, es determinar la función reproducción óptima para la utilización eficiente de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado. En consideración de que las particularidades técnicas de cada proyecto son normalmente muy diferentes entre sí, y ante la especialización requerida de cada una de ellas, esta parte tuvo por objetivo dar un marco de referencia metodológico que, aunque general, tiene aplicación en cualquier tipo de estudio.

Es decir en el análisis técnico-operativo de un proyecto, primero se verifica la posibilidad técnica de la fabricación del producto que se pretende y segundo se analiza y determina el tamaño óptimo, la localización óptima, los equipos, las instalaciones y la organización requerida para realizar la producción.

En resumen, se pretende resolver las preguntas referentes a dónde, cuánto, cuando, cómo y con qué producir lo que se desea, por lo que el aspecto técnico-operativo de un proyecto, comprende todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio proyecto.

Las partes que conforman el análisis-técnico operativo son¹⁴:

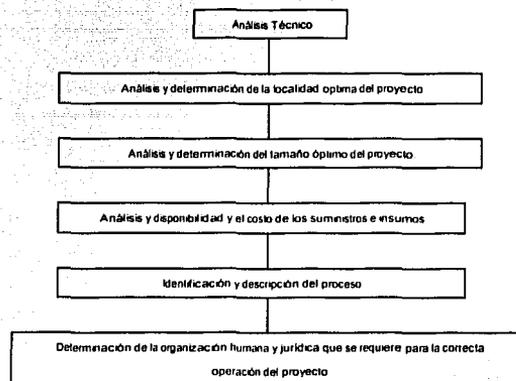


FIG. 1.4

ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO: La parte de este análisis, pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo

¹⁴ Op cit. 6, pag.85

total de la operación de la planta (que abarque las funciones de producción, administración y ventas), así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación económica. La estructura general de este tipo de análisis es como se muestra en la fig1.4:

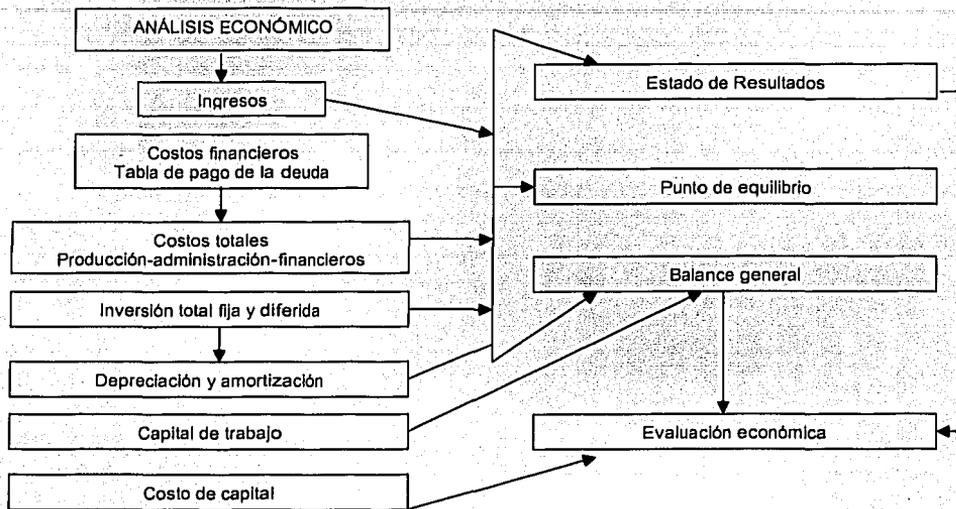


FIG.1.5

En la figura 1.5, las flechas indican dónde se utiliza la información obtenida. La información que no tiene flecha antecedente, como los costos totales, el capital de trabajo y el costo de capital, indica que esa información hay que obtenerla con investigación. Como se observa, hay cuadros de información, como el balance general y el estado de resultados, que son síntesis o agrupamientos de información de otros cuadros.

ANÁLISIS SOCIO-ECONÓMICO: A través de una evaluación o análisis social, se busca medir el impacto que una determinada inversión tendrá sobre el bienestar de la comunidad, intentando cuantificar los costos y beneficios sociales directos, indirectos e intangibles, además de las externalidades que el proyecto pueda generar. Se debe tomar en cuenta que, no siempre un proyecto que es rentable para un particular es también rentable para la comunidad y viceversa.

El marco de la realidad económica vigente, en un país, será lo que define el mayor o menor grado el criterio imperante, en un momento determinado, para la Evaluación de un Proyecto. Lo importante es, que siempre se hará en lo posible, medir los costos de las distintas alternativas de asignación de recursos a través de un criterio económico, que permita en definitiva, conocer las ventajas y desventajas cualitativas y cuantitativas que implica la asignación de recursos a un determinado proyecto de inversión.

En general, la evaluación social consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad; es decir, consiste en determinar el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad (bienestar social de la comunidad). El bienestar social de una comunidad dependerá de la cantidad de bienes y servicios disponibles (producto o ingreso nacional).

CAPÍTULO 2

TÉCNICAS PARA LA TOMA DE DECISIONES MULTICRITERIOS

CAPÍTULO 2

TÉCNICAS PARA LA TOMA DE DECISIONES MULTICRITERIOS

OBJETIVO GENERAL: Se explicará de forma general, algunas de las técnicas existentes, para la toma de decisiones en la Evaluación de Proyectos Multicriterios.

Las técnicas de toma de decisiones multicriterios, constituyen una valiosa ayuda para resolver los distintos problemas de decisión. Estas técnicas, se pueden aplicar cuando hay que establecer prioridades o elegir una entre un conjunto de alternativas o cursos de acción, determinados basándose en diferentes criterios o puntos de vista que a menudo están en conflicto. Es por eso que se explicará el uso de estas técnicas en la evaluación de proyectos, ya que el primordial objetivo de esta tesis, es la evaluación de proyectos donde se toman en consideración una serie de criterios u objetivos a comparar.

Lo interesante de estos métodos, es que facilitan el consenso sobre el problema de decisión y una mejor aceptación de la solución por todos los agentes interesados. Ello se debe a que, si el proceso se realiza correctamente, a la hora de establecer y ponderar los diferentes criterios, se pueden tener en cuenta los intereses de las personas o grupos a las que representan. Lo mismo a la hora de valorar las alternativas, cuando estas valoraciones son subjetivas o admiten opiniones o matices. El consenso y la negociación, son palabras clave en estas etapas. Pero también, se permite que cada experto participante en el proceso, emita sus valoraciones, las cuales son tomadas en cuenta por el modelo.

Una consideración importante que hay que realizar, es que el uso de técnicas de ayuda a la decisión no implica que estas sustituyan al decisor. La decisión no surge de forma automática y la solución adoptada, no tiene por que ser la mejor ni la única posible, ni tampoco la más aceptada. Cada método aporta información útil sobre las preferencias del decisor y las conclusiones deben ser analizadas y contrastadas.

Las técnicas o métodos multicriterios, constituyen un enfoque multicriterio de gran potencialidad, cuando el contexto decisional está definido por una serie de objetivos, que deben de satisfacer un determinado conjunto de necesidades.

A continuación, se explicará de forma general, la metodología de algunas de las técnicas para la toma de decisiones multicriterios, con la finalidad de aclarar, que existen un sin número de ellas y que no solamente la que se utilizara para la evaluación de proyectos de esta tesis es la única, ni la panacea para la toma de decisiones, pero si que la técnica del Análisis Jerárquico, es una de las mas generales y que puede abordar cualquier tipo de proyectos multicriterios para la toma de decisiones.

2.1 ANÁLISIS DE PREFERENCIAS EXTERNO

A semejanza de una planeación normativa, en la que se diseña un escenario ideal y uno o varios escenarios factibles alternativos, este método requiere como información, las posiciones de los vectores de alternativas en un espacio m-dimensional, así como el conjunto de preferencias obtenidas por el decisor (Ω), al comparar cada par de alternativas.

El resultado o producto de esta técnica es la posición del vector ideal (o posición preferida por el decisor, X^*), así como los pesos (w_i) que denotan la importancia relativa de cada uno de los atributos (fines o coordenadas del sistema). Este método procura colocarse, lo más cercano posible a los vectores de alternativas obteniendo, por tanto, un escenario factible alternativo. El conjunto de preferencias Ω se obtiene de cada experto o decisor y da como resultado un vector de la forma (W, X^*) , de manera que las diferencias interindividuales se obtienen de comparar estos resultados finales.

En su aspecto básico, el método asume que se tiene un conjunto de alternativas $\{X_i\}_1^n$ en un espacio m-dimensional y que se encontrará cuál es la posición del punto ideal X^* , así como los pesos relativos W_i , correspondientes a cada uno de los objetivos (atributos), resolviendo un problema de programación lineal; estos pesos denotan tanto, la importancia relativa entre los atributos, como las unidades de medida de los mismos. A este proceso se le conoce como Análisis Externo. El modelo general que representa el análisis externo se muestra en la figura 2.1.

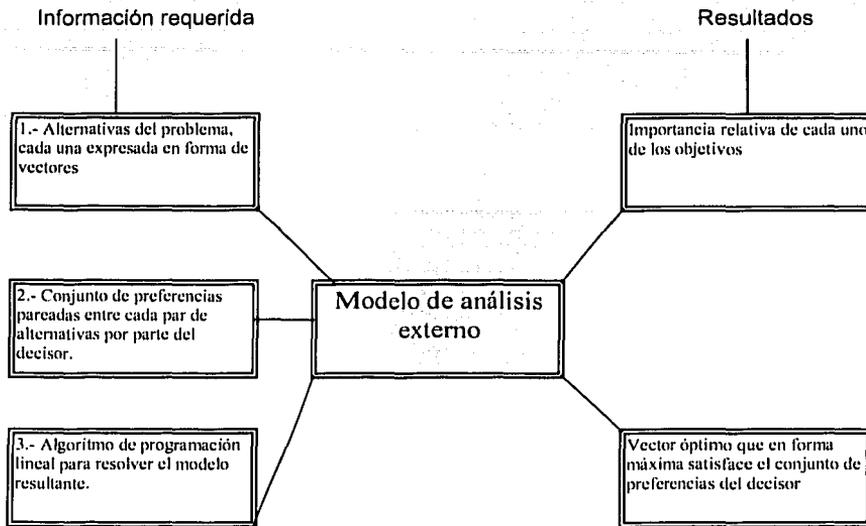


Fig. 2.1 Modelo de Análisis Externo

2.2 TÉCNICA DE JERARQUIZACIÓN ANALÍTICA

Técnica potente, actual y pragmática de la teoría de decisiones, se encuentra dentro de la clase de escalas de razón o proporción, pues siempre estima el valor del estímulo, alternativa u objetivo, en razón o comparación con otros. El decisor siempre se apoya en un estímulo y lo compara con los demás. Este tipo de estimación personal es más exacta que si directamente se trata de dar relevancia a un conjunto de estímulos respecto de un objetivo.

La sencillez de su aplicación es tal, que los resultados pueden obtenerse con una simple calculadora de bolsillo. La escala, que utiliza para medir las relevancias, puede ser comprendida con facilidad aun por quienes sólo tienen un nivel básico de conocimientos. Se ha usado extensamente en proyectos de calidad integral y empresarial.

La estructura de los problemas que se resuelven con esta técnica es muy amplia, pues resuelve problemas de tipo jerárquico como se muestra en la figura 2.2. Basta decir que, toda estructura de planeación tiene forma jerárquica y que la gran mayoría de los problemas de decisión puede representarse de esta manera y resolverse con la técnica de Análisis Jerárquico.

Es sencillo de implantar, desde el punto de vista computacional, ya que todo lo que requiere es un algoritmo para encontrar el vector y valor característico máximo de una matriz de datos proporcionados por un experto o un grupo de ellos.

El método necesita de la comparación por pares entre cada una de las alternativas, y el decisor, no sólo debe decir cuál de ellas prefiere, sino además evaluar en qué magnitud es preferida, de acuerdo con un escala previamente especificada.

En cuanto al problema, se asume que las alternativas y objetivos forman un conjunto que puede dividirse en subconjuntos separados entre sí (diferentes), y que existe un orden o prioridad entre éstos, de tal manera que los elementos de un conjunto, tiene mayor o menor prioridad que los de otro; esto se conoce como jerarquía¹⁵.

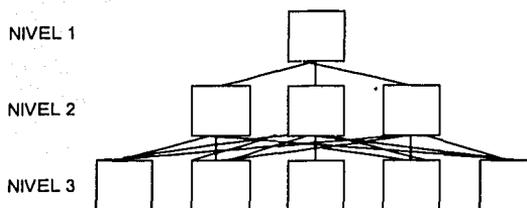


FIG 2.2 Estructura general del Árbol Jerárquico

TESIS CON
FALLA DE ORDEN

¹⁵ Una jerarquía es un conjunto J con una partición de J en conjuntos separados, llamados los estratos de la jerarquía, tal que: 1. J es un conjunto totalmente ordenado; es una cadena, es decir, un conjunto cuyos elementos están completamente ordenados respecto a un orden simple en sus estratos, de tal manera que nos podemos referir al estrato superior e inferior en este orden. 2. Cada elemento de un estrato superior domina al menos un elemento del estrato inmediato inferior.

2.3 TÉCNICA DE SIMULACIÓN¹⁶

Desde hace mucho tiempo, la técnica de Simulación ha sido una herramienta importante para los diseñadores. Por ejemplo, en la evaluación de proyectos, se generan modelos¹⁷ que representan el comportamiento futuro de los proyectos en operación. Esto es, que aun cuando no se ha invertido cantidad alguna de dinero en la creación del proyecto, el tomador de decisiones, mediante un modelo de simulación puede observar el comportamiento que tendrá el proyecto cuando este se lleve a cabo.

En teoría, se emplean ecuaciones matemáticas para obtener información sobre cambios o alteraciones que sufre el proyecto al modificar algunos parámetros, pero en el sentido práctico, el análisis es complicado y una alternativa, sería ejecutar proyectos similares para cada uno de ellos y probar su comportamiento con dichos cambios, pero esto sería demasiado costoso e inoperante.

Por lo tanto, después de realizar un análisis teórico preliminar para desarrollar un diseño básico, la herramienta viable para experimentar con los diseños específicos de comportamientos de proyectos, es la simulación. Por lo que la Simulación, significa imitar el desempeño que tendrá un proyecto cuando esté operando, con el fin de estimar cuál sería su desempeño real. Después de desarrollar un diseño detallado de esta manera, se puede generar un modelo matemático y ponerse a prueba antes y durante la puesta en marcha del proyecto.

La simulación juega, en esencia, este mismo papel en los estudios de la Investigación de Operaciones. No obstante, en lugar de diseñar modelos que representen el comportamiento de los proyectos, utiliza sistemas estocásticos¹⁸ para el desarrollo de un sistema, en estos casos, el desempeño real se imita con distribuciones de probabilidad para cada uno de los escenarios de análisis (pesimista, esperado y optimista). Mediante el empleo de estas distribuciones de probabilidad, es posible generar aleatoriamente, los distintos eventos que ocurren en el sistema.

Un modelo de simulación, sintetiza el sistema mediante la construcción de cada una de sus componentes y evento por evento. Después, el modelo corre el sistema simulado para obtener observaciones estadísticas del desempeño del sistema, como resultado de los diferentes eventos

¹⁶ Hiller Frederick et Al. "Introducción a la Investigación de Operaciones". Mc-Graw-Hill. México 1999. pp. 900-902.

¹⁷ Un modelo es todo aquello que pretende representar a la realidad. Ejemplos de modelos: una maqueta, una ecuación, un diagrama, etc.

¹⁸ Un sistema estocástico es aquel que opera en forma probabilística a través del tiempo.

generados aleatoriamente. Como las corridas de simulación, por lo general, requieren la generación y el procesado de gran cantidad de datos, es inevitable que estos experimentos estadísticos simulados se lleven a cabo en una computadora.

Cuando es necesario usar simulación, como parte de un estudio de Investigación de Operaciones, es común que vaya precedida de los siguientes puntos: En particular, primero se hace un análisis teórico preliminar para desarrollar un diseño básico; después se usa la simulación para experimentar con los diseños específicos, con el fin de estimar cuál sería el desarrollo real del sistema y una vez desarrollado el diseño detallado, se prueba el sistema real¹⁹ para dar los últimos detalles al diseño final.

En esencia, desde el punto de vista de la Investigación de Operaciones, la simulación es una técnica de muestreo estadístico controlada para estimar el desempeño de sistemas estocásticos complejos cuando los modelos analíticos no son suficientes. Más que describir el comportamiento global de un sistema directamente, el modelo de simulación describe la operación del mismo en términos de los eventos individuales de cada una de las componentes del sistema.

Por lo que dicha simulación, proporciona un medio para dividir el trabajo de construir un modelo en componentes más pequeños que se pueden formular con mayor facilidad y después, combina estas componentes en su orden natural.

En general la simulación, no es otra cosa, que la técnica de realizar experimentos de muestreo sobre el modelo del sistema. Los experimentos se llevan a cabo en el modelo, en lugar de hacerlo en el propio sistema real, ya que esto último resultaría inconveniente, muy caro y muy tardado. Por lo general, requiere una gran cantidad de tiempo y gasto para el análisis y la programación, además de un tiempo considerable de computadora.

Generalizando, la técnica de simulación proporciona sólo estimaciones estadísticas y no resultados exactos, compara alternativas pero no genera una óptima. Una metodología general para plantear un modelo de simulación se muestra en la figura 2.3.

¹⁹ Sistema real: Es una combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumplen determinado objetivo realista. Representación de la planeación de un objetivo de una situación realista.

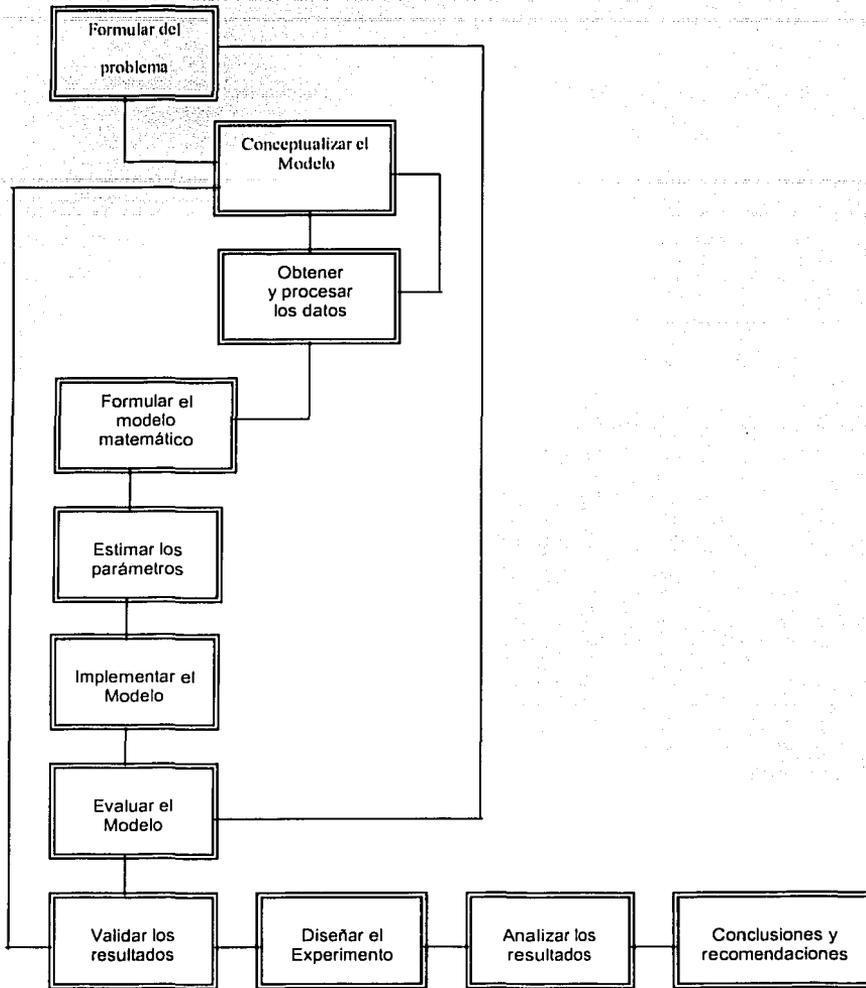


FIG. 2.3 Modelo General de la Simulación

2.4 TÉCNICA DE ANÁLISIS DE DECISIONES

El análisis de decisiones está diseñado para estudiar problemas con incertidumbre, además de que proporciona un marco de trabajo y una metodología para la toma de decisiones racional cuando los resultados son inciertos. Se caracteriza por la enumeración de todos los cursos de acción disponibles, identifica los pagos para todos los resultados posibles y cuantifica las probabilidades subjetivas de todos los eventos aleatorios, además de que determina un curso de acción óptimo.

De forma general la metodología a seguir es que, el tomador de decisiones debe elegir una acción de un conjunto de acciones posibles. Dicho conjunto, debe contener todas las alternativas factibles bajo consideración, para las distintas formas de proceder en el problema; esta elección debe hacerse considerando la incertidumbre, porque el resultado se verá afectado por factores aleatorios que se encuentran fuera del control del tomador de decisiones. Estos factores determinan, qué situación se encontrará en el momento en que se ejecute la acción. Cada una de estas situaciones posibles, se conoce como un estado de la naturaleza, denotado por a_i , el tomador de decisiones sabe cual sería el pago resultante.

El pago es una medida cuantitativa del valor de las consecuencias del resultado para el tomador de decisiones, en este sentido, muchas veces el pago se representa por la ganancia monetaria neta (utilidad), aunque también se pueden usar otras medidas. Si las consecuencias del resultado no son completamente ciertas, aun cuando ocurra el estado de la naturaleza, entonces el pago se convierte en un valor esperado (en sentido estadístico) de la medida de las consecuencias.

2.5 TÉCNICA DE MÁXIMA POSIBILIDAD

Esta técnica, se refiere al estado más probable de la naturaleza. El criterio de la máxima posibilidad, afirma que se debe identificar el estado más probable de la naturaleza (aquel que tiene la probabilidad más grande), y para ese estado de la naturaleza, se debe encontrar la acción con el máximo pago y por último se debe elegir esa acción. Lo que se considera especialmente en este

planteamiento, es que el estado más importante de la naturaleza, es el que tiene más probabilidades de ocurrir, de manera que, la acción elegida es la mejor para el estado más importante de la naturaleza. La desventaja del criterio, es que ignora por completo mucha información relevante, no se considera otro estado de la naturaleza distinto al más probable.

En un problema con muchos estados posibles de la naturaleza, la probabilidad del más importante puede ser muy pequeña, por lo que la atención a ese estado de la naturaleza es bastante riesgosa.

2.6 TÉCNICA DE DECISIÓN DE BAYES

Técnica que se usa con mayor frecuencia, para la toma de decisiones en diferentes áreas. Menciona que se deben usar las mejores estimaciones disponibles de las probabilidades de los respectivos estados de la naturaleza y calcular el valor esperado del pago de cada acción posible, se elige la acción con el máximo pago esperado.

La gran ventaja de la regla de decisión de Bayes, es que incorpora toda la información disponible, incluyendo todos los pagos y las mejores estimaciones disponibles de las probabilidades de los respectivos estados de la naturaleza.

Las principales desventajas de este método, es que en ocasiones, las estimaciones de las probabilidades son subjetivas y por lo tanto, no es posible confiar plenamente en ellas, además no existe una manera exacta, ni siquiera en términos de probabilidades, de predecir un estado de la naturaleza futuro.

Sin embargo, en muchas ocasiones la experiencia y las evidencias, permiten desarrollar estimaciones razonables de las probabilidades, para que de esta forma, se pueda tomar una buena decisión.

2.7 TÉCNICA DE ÁRBOLES DE DECISIÓN

El método de árboles de decisión, es un enfoque por medio del cual, se puede hacer un análisis, de cómo las decisiones tomadas en el presente, afectan o pueden afectar las decisiones en el futuro, ya que muchas decisiones tomadas en el presente no consideran las consecuencias

que pueden originar a largo plazo, por lo que se utiliza, cuando es importante considerar las secuencias de decisión y se conocen las probabilidades de que sucedan en el futuro los eventos bajo análisis. Los árboles de decisión se construyen, por ejemplo, a partir de 3 situaciones u opciones mutuamente excluyentes que se pueden seleccionar.

De cada una de estas opciones, se generan a su vez, otras dos o tres opciones. Los árboles de decisión se usan para evaluar un proceso de decisión de "múltiples etapas" en el cual se toman decisiones dependientes una tras otra.

2.8 TÉCNICA DE LA UTILIDAD

El eje principal de esta técnica consiste, en generar una función conocida como de utilidad, la que refleja la actitud que tiene el decisor ante el riesgo. Se dice que, cuando el sistema del cual se va a tomar una decisión, involucra variables aleatorias, entonces a la mente humana se le presenta mayor dificultad en el acto de decidir. La mente, como mediador de toda clase de sentimientos, intuición y raciocinio, usualmente viola el principio de decisiones racionales. Se puede decir entonces que, no sólo la complejidad en los elementos que componen el sistema, sino también la aleatoriedad del mismo, son factores que dificultan el análisis y configuración de la estructura del conjunto de alternativas.

Se observan tantas variables, distribuciones de probabilidad y funciones de utilidad por determinar, que se puede llegar a decidir no usar técnica alguna del análisis de decisiones, o comenzar a agregar variables con objeto de reducir la complejidad del mismo y hacerlo más tratable matemáticamente. Es importante resaltar la desventaja del análisis matemático, en el proceso de decisiones, destacada por L. Tribe, cuando menciona la incapacidad de esta teoría, para considerar aspectos intangibles, relaciones demasiado sutiles, por sí mismas para ser captadas por medio de una función analítica.

Los defensores de la teoría de decisiones, han hecho críticas a esta teoría, argumentando que se han obtenido relaciones tan sutiles, como dolor o incapacidad²⁰ pero, como se mencionó antes, cuando el sistema involucra muchas variables, el proceso de agregación tiende a desaparecer, no

²⁰ Fishburn, P.C. The theory of Social Choice. Princeton University Press, 1973.

sólo la influencia de estas variables sutiles sino también las de muchas otras que no podrían considerarse en forma aislada. En esta situación, el analista en decisiones, enfrenta siempre una problemática que será objeto de su estudio y de su decisión, que será, saber tener el conjunto de alternativas y/o consecuencias, reducido a un número tal, que el problema sea manejable, sencillo y claro para el decisor, o aumentar su grado de complejidad con objeto de no perder variables sutiles que pueden ser importantes, para que el problema no pierda sus características globales.

CAPÍTULO 3

EL PROCESO DEL ANÁLISIS JERÁRQUICO

CAPÍTULO 3

EL PROCESO DEL ANÁLISIS JERÁRQUICO

Thomas L. Saaty; quien en 1980, en su libro "Decision Making for leaders (The Analytical Hierarchy Process for Decisions in a Complex World)", establece que: El Proceso del Análisis Jerárquico (PAJ), es una herramienta sumamente práctica, que apoya a la ponderación ágil y objetiva de las múltiples variables que intervienen en problemas complejos a evaluar, de manera simultánea las alternativas que se presentan como solución a un problema determinado. **El Proceso del análisis jerárquico, permite efectuar decisiones**, considerando el entendimiento de lo "pre-causal", los sentimientos y juicios que tenemos sobre las variables o factores que afectan la problemática. Es por ello que cuando se elabora una jerarquía de la problemática, habrá de incluir los suficientes detalles relevantes, que permitan describir el problema como un todo; se debe razonar las condiciones que rodean al problema, identificar los atributos que contribuyen a la solución e identificar a los participantes del problema. El reordenar las metas, atributos-supuestos e implicaciones de una jerarquía, sirve para dos propósitos:

- a) Proporcionar un punto de vista general de las relaciones complejas inherentes en la problemática.
- b) Permitir a los tomadores de decisiones valorar si las personas están comparando elementos del mismo orden de magnitud.

3.1 CONCEPTOS GENERALES.

3.1.1 PRINCIPIOS DE UN PENSAMIENTO ANALÍTICO.

En la solución de problemas mediante el análisis lógico se distinguen tres principios: principio de desarrollo de jerarquías, asignación de prioridades y consistencia lógica. Estos están presentes en el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ).

3.1.2 ASIGNACIÓN DE PRIORIDADES.

También el hombre, posee la habilidad de percibir las relaciones que existen entre las cosas que observa; compara por pares cuestiones similares de acuerdo a ciertos criterios, para así discriminar según una intensidad de preferencias. Después, sintetiza sus juicios, ya sea a través de la imaginación o con el empleo del Proceso del Análisis Jerárquico (PAJ), para generar el conocimiento del sistema como un todo.

3.1.3 LA NECESIDAD DE MEDIR EN FORMA GENERALIZADA.

De igual forma que somos capaces de distinguir y medir relaciones físicas, como longitud, tiempo, entre otros, debemos ser capaces de distinguir las relaciones entre las cosas abstractas; pues contamos con lo necesario para sentir y discriminar las relaciones que guardan los elementos de un problema, esto permitirá determinar que elementos poseen mayor impacto sobre los resultados deseados. Al tratar con aspectos concretos, es posible sentir la viabilidad de impactos a través de nuestros sentidos. Por lo que para determinar la intensidad de los impactos de los componentes de un sistema, debemos realizar algún tipo de medición (con base a escalas), que cuente con unidades como kilogramo, segundo, metro, etc. Sin embargo, sucede que las escalas tradicionales están limitadas cuando se trata de medir las ideas; lo anterior es importante ya que los aspectos sociales, políticos, etc. no fácilmente (por no decir nunca) podemos ponderarlos, como usualmente hacemos con los aspectos físicos o económicos. La cuestión es ¿qué debemos hacer?. Podemos idear una escala para medir cualidades intangibles, a semejanza de lo que se hace con las cualidades físicas.

Esta nueva forma de ponderar cualidades intangibles, deberá servir inclusive en áreas donde ya se tienen unidades de medida, para así poder validar el método.

3.1.4 LAS JERARQUIAS: Una herramienta de la Mente.

Los sistemas complejos pueden comprenderse mejor, mediante una segmentación del problema en sus partes constitutivas, estructurando los elementos jerárquicamente y efectuando la combinación de juicios (sintetización) en base a la importancia relativa de los elementos de cada nivel, para obtener un conjunto de prioridades globales.

Las jerarquías, son una herramienta fundamental de la mente humana. Esto implica identificar los elementos que intervienen en un problema, formando grupos homogéneos con los elementos y arreglando estos en diferentes niveles. Las jerarquías más simples son las lineales, que ascienden o descienden de un nivel a otro y las más complejas son las jerarquías de redes, que poseen elementos interactuantes, tal como los sistemas que representan el proceso de aprendizaje en un niño.

3.1.5 CLASIFICACIÓN DE LAS JERARQUÍAS

Las jerarquías pueden dividirse en dos clases: **estructural y funcional**. En las jerarquías estructurales los sistemas complejos se forman por sus partes constitutivas, en orden ascendente, según sus propiedades estructurales, tales como tamaño, forma, color o edad. Una jerarquía estructural del universo podría ser el conceptualizar a este como compuesto de galaxias, estas a su vez de constelaciones, sistemas solares, planetas y así hasta llegar a átomos, protones.

Las jerarquías estructurales están íntimamente ligadas con la forma en que nuestro cerebro analiza lo complejo, al particionar los objetos que percibimos a través de nuestros sentidos en "racimos" (agrupamiento de elementos), subracimos y así hasta pequeños subracimos.

En contraste, las jerarquías funcionales dividen al problema complejo en sus partes constitutivas, acorde a una relación esencial. Cada conjunto de elementos en una jerarquía funcional ocupa un nivel en la jerarquía. El nivel superior, al que denominaremos foco, consta de un único elemento: que es el objetivo general. Los niveles subsecuentes pueden tener diversos elementos, aunque su número es por lo general entre cinco y nueve.

Como los elementos de un nivel se comparan entre sí, por pares de acuerdo al criterio que se encuentra en el nivel superior, los elementos de un nivel deben ser del mismo orden de magnitud o

importancia; si surge una disparidad entre ellos y esta es grande, entonces los elementos pertenecen a niveles diferentes; por ejemplo, no podemos efectuar una comparación precisa entre dos tipos de trabajo, cuya realización difiere en dificultad por un factor de 100, pues nuestros juicios subjetivos pueden conducirnos a errores significativos. Debido a que las jerarquías representan la forma en que nuestra mente analiza lo complejo, las jerarquías deben ser suficientemente flexibles para poder tratar con lo complejo. Los niveles en una jerarquía deben estar conectados, a semejanza de las células que se unen para formar un tejido y realizar cierta función.

3.1.6 DESARROLLO DE JERARQUÍAS

No existe una regla general para la construcción de jerarquías; lo que se brinda a continuación no constituye un marco predefinido, es más bien, un estímulo al pensamiento acerca de que jerarquía seleccionar, cuántos niveles y tipo de elementos incluir en los niveles; el número de niveles y elementos pueden ser más o menos el mismo que se muestran en los ejemplos subsecuentes.

La variedad de los elementos que se muestran, sugieren enfoques con que pueden abordarse los problemas mediante el PAJ; pues lo único que nos limita es nuestra experiencia y sentir de las cosas, y procurar evitar no autolimitarnos por lo marcado en un diccionario. Un lenguaje limitado en vocabulario, presenta problemas de ambigüedad y puede conducirnos a innovar y crear un vocabulario, así como otros símbolos, como sucede en las computadoras. El enfoque para construir jerarquías depende del tipo de decisión a efectuar; por ejemplo, si se trata de escoger entre alternativas, debemos partir del nivel inferior, listando las alternativas, el nivel próximo podría consistir de los criterios para juzgar las alternativas. El PAJ propone como primer paso, descomponer el problema en niveles. Por ejemplo: en el primer nivel o vértice de la jerarquía esta la decisión a tomar; en el segundo nivel quedan los participantes en la toma de decisiones; en el tercer nivel los criterios para valorar las alternativas; y en el último las alternativas; como se ilustra en la figura 3.1. Teóricamente el número de niveles no tiene límites.

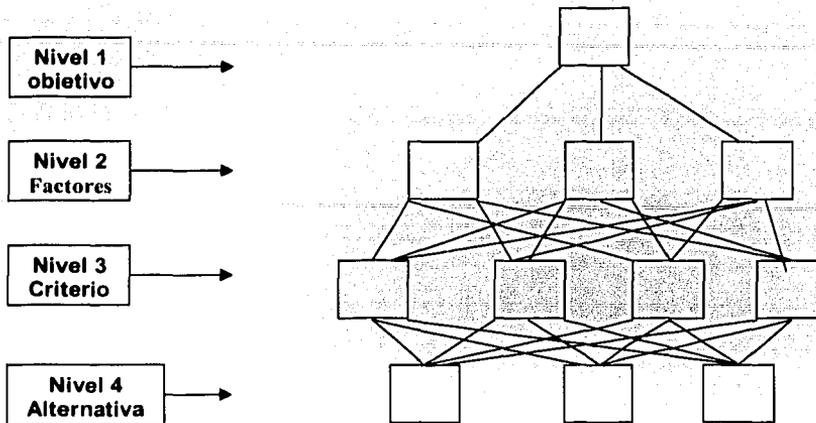


FIG. 3.1 Estructura General del Árbol Jerárquico

3.2 VECTORES Y VALORES CARACTERÍSTICOS²¹

En el desarrollo del método del Análisis Jerárquico, se hace uso de **vectores y valores característicos**, por lo que es importante definir cada uno de dichos conceptos.

Una Transformación Lineal²² de un espacio vectorial en si mismo; es:

$$T: V \rightarrow V$$

Para este tipo de Transformaciones puede haber vectores que no se modifiquen al aplicar la transformación o cuya modificación consista únicamente, en quedar multiplicados por un escalar. Es decir, pueden existir vectores tales que:

$$T \cdot v = \lambda v \dots \dots \dots (1)$$

Donde $v \in \mathbb{R}^n$ y dichos vectores no cambian de dirección, sino que sólo cambian de tamaño

(si $\lambda \neq 1$) o de sentido (si $\lambda < 0$).

²¹ Eduardo Solar González, Apuntes de Álgebra Lineal, Ed. Limusa, México, 1997.

²² Transformación Lineal: Funciones vectoriales de variable vectorial, es decir funciones del tipo $W = f(V)$ donde W y V son vectores a tales funciones se les conoce como transformaciones.

A tales vectores se les llama "**Vectores Característicos**" del operador T y a los escalares se les conoce como "**Valores Característicos**" de dicho Operador.

Se tienen varios sinónimos para estos conceptos y entre los más comunes podemos citar los siguientes: eigenvector y eigenvalor, vector propio y valor propio, autovector y autovalor, etc.

Los valores y vectores característicos nos permiten encontrar propiedades "intrínsecas" de los operadores, esto es, propiedades que son independientes del sistema de referencia que se elija. Además, constituyen una valiosa herramienta para la solución de diversos problemas.

En el caso del Proceso del Análisis Jerárquico, el Vector Característico nos proporciona las relevancias generales de cada elemento de comparación, es por eso que se le denominará Vector de Relevancias o Prioridades. Dicho vector nos proporciona las relevancias de los elementos de comparaciones, debido a que la matriz a considerar, está Jerarquizada y que además los valores que se obtienen están normalizados.

Una definición más formal de los Vectores y Valores característicos es la que se muestra a continuación:

DEFINICIÓN:

Sea V un espacio vectorial sobre K y sea $T: v \rightarrow V$ un operador lineal.

Si existe un vector $v \in V$, $v \neq 0$, tal que:

$$Tv = \lambda v$$

Para algún escalar $\lambda \in K$, entonces se dice que λ es un valor característico de T y que v es un vector característico de T correspondiente a λ .

Para el PAJ la simbología a utilizar será:

$$AW = \lambda W \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

T = A = Es la matriz Jerarquizada

v = W = Es un Vector

λ = Es un escalar.

Considere el problema de asignar a n actividades denotadas C_1, C_2, \dots, C_n , un conjunto de valores numéricos W_1, W_2, \dots, W_n , de manera que refleja la importancia relativa de las mismas. Sin pérdida de generalidad, suponiendo que cada peso es positivo y que su suma es igual a uno, lo que permite darle a cada W_i la interpretación de "porcentaje de importancia".

Con el propósito de motivar el cálculo de los pesos relativos por medio de una matriz de comparaciones por pares de actividades; suponga que los valores W_1, W_2, \dots, W_n son conocidos (por algún medio) y que formamos la matriz recíproca:

$$A = (a_{ij}), \text{ donde } a_{ij} = W_i / W_j \text{ para toda } i, j = 1, 2, \dots, n.$$

Se puede observar que esta matriz es consistente pues :

$$a_{ij} a_{jk} = a_{ik} \quad i, j, k = 1, 2, \dots, n \text{ y además que } a_{ii} = 1 \text{ para } i = 1, 2, \dots, n$$

Asimismo, observe que $a_{ij} (W_j/W_i) = 1$ para todo i, j

De donde:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} (W_j / W_i) = n, \quad i=1, 2, \dots, n \quad \text{o bien} \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} W_j = nW_i, \quad i=1, 2, \dots, n$$

Que matricialmente equivale a la ecuación $AW = nW$, donde W es el vector $:(W_1, W_2, \dots, W_n)^t$.

En otras palabras, W es un vector característico de A y n su correspondiente valor característico.

Supongamos ahora que los valores $W_i, i = 1, \dots, n$ no son conocidos. Sea $A = (a_{ij})$ la matriz recíproca positiva de comparaciones por pares de actividades, donde a_{ij} representa la importancia relativa de C_i sobre C_j . En este caso, los elementos a_{ij} no están basados en una medición exacta y podrían desviarse de la razón social ideal W_i / W_j . Sin embargo, la alteración de a_{ij} (en relación al valor real W_i / W_j) en cantidades muy pequeñas, produce cambios también en cantidades muy pequeñas en los valores característicos (Wielandt, 1950). Es decir, pequeñas variaciones de a_{ij} mantienen al mayor valor característico λ_{\max} próximo a n y los restantes valores característicos cercanos a cero.

Este hecho, aunado a la condición del vector real w , como vector característico de la matriz $(W_i / W_j)_{i,j}$, conduce a afirmar que si los elementos a_{ij} están próximos a:

$$W_i / W_j,$$

es decir, λ_{\max} próximo a n , entonces el vector W solución de la ecuación

$$AW = \lambda_{\max} W$$

Es un buen estimador del vector de pesos W .

Conviene señalar que, aunque esta ecuación tiene infinitas soluciones, se puede asegurar unicidad, alterando, sin mayores consecuencias, cualquiera de las soluciones W , y haciendo

$$\delta = \sum_{i=1, n} W_i$$

y reemplazando W por $(1 / \delta) W$.

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1.$$

Para este Nuevo vector W , la matriz A , de entradas W_i / W_j , es consistente, y se llama **matriz consistente estimada de la matriz A**.

3.3 CONSISTENCIA LÓGICA²³

El ser humano tiene la habilidad de establecer relaciones entre objetivos e ideas que resulten coherentes. La consistencia tiene dos significados: 1.- Que las ideas u objetos similares sean agrupados acorde a su homogeneidad y relevancia; por ejemplo, el mármol y la uva pueden ser agrupados por su tersura, pero no por su sabor. 2.- La correlación respecto con la intensidad de las relaciones que guardan las ideas u objetos; es decir la forma lógica de justificar la relación entre objetos o ideas basadas en un criterio particular; así por ejemplo, si el criterio es "lo dulce" y se dice que la miel es cinco veces más dulce que el azúcar y que el azúcar es dos veces más dulce que la melaza; entonces, para ser consistentes, la miel es diez veces más dulce que la melaza; por otra parte, si se dice que la miel es cuatro veces más dulce que la melaza, se estará cayendo en inconsistencia, por lo que habrá necesidad de repetir el proceso, si es que se desea obtener mayor exactitud.

Al hacer uso de los principios anteriormente descritos, el PAJ incorpora los aspectos cualitativos y cuantitativos; lo cualitativo para definir al problema y su jerarquía y lo cuantitativo para expresar juicios y preferencias consistentemente; el proceso está diseñado para integrar estas propiedades duales de manera coherente. Es por eso que en el desarrollo de este trabajo, se define la consistencia de una matriz como un proceso que indica la interpretación lógica de todos los valores que son introducidos en la matriz. Es decir que A será una **matriz consistente** si para todo $i, j, k = 1, \dots, n$, se satisface que

$$a_{ij} a_{jk} = a_{ik}$$

en cuyo caso es suficiente conocer una de sus filas para determinar las entradas restantes.

Cuando la persona que asigna valores, es inexperta en el proceso de comparar elementos, es recomendable obtener un índice de consistencia (I.C., consistency index) que indica la validez de sus juicios. En este sentido, el valor de λ_{max} es de gran importancia para estimar el grado de consistencia de una matriz de comparaciones en pareja.

²³ Thomas L. Saaty, *Decisión Making, The Analytic Hierarchy Process, Energy Decision*, Pittsburgh, 1988.

Como se mencionara más adelante, un elemento es igualmente importante cuando se compara con él mismo, es por esta razón que los valores de la diagonal principal de la matriz son siempre iguales a 1. Además, cuando se inserta el valor recíproco en la posición j,i , al comparar el elemento i,j , por ejemplo 1, $1/3$, $1/9$, se reduce con ello el grado de consistencia.

La **consistencia** de una matriz recíproca positiva²⁴ es equivalente a que el máximo eigenvalor, λ_{max} , sea igual a n , pero en la mayoría de los casos $\lambda_{max} \geq n$. Entonces es posible estimar la desviación de la consistencia por:

$$IC = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

Similarmenete, Saaty define el Índice aleatorio promedio (IR) de matrices recíprocas generadas aleatoriamente con escala de 1 a 9. Asimismo, en el laboratorio Nacional de Oak Ridge de E.U, se generó un **índice promedio (IR)** para matrices de orden 1 al 15, usando una muestra de tamaño 100 y como se esperaba, (IR) aumentó conforme aumentó el orden de la matriz. Esta experiencia, se repitió en el Colegio Wharton con una muestra de tamaño 500 para matrices de orden 1 al 11.

La siguiente tabla presenta los resultados del Colegio para matrices de orden 1 al 11 y los del Laboratorio Nacional para las de orden 12 al 15, y es de esta tabla donde se obtiene el (IR), dependiente del orden de la matriz, como se mencionó anteriormente.

TABLA 1

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IR	0	0	.58	.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

²⁴ Una matriz cuadrada A, es recíproca positiva, si $a_{ii} = 1$ para todo $i = 1, 2, \dots, n$ y $a_{ij} = 1/a_{ji}$ para todo $i, j = 1, 2, \dots, n$.

La razón del **índice de consistencia (IC)** y el índice promedio (**IR**) correspondiente, según el orden de la matriz, es llamada **la razón de consistencia (RC)**, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$RC = IC / IR$$

Una **razón de consistencia** de 0.10 ó menor es considerada aceptable, es decir, refleja que efectivamente no hay una inconsistencia considerable en los juicios; en caso contrario, será necesaria una revisión del problema y de las opiniones.

A medida que dicho índice se acerque a cero representará una mayor calidad o consistencia de los datos. En el caso ideal, este índice tendría un valor de cero.

3.4 FORMULACIÓN DE MATRIZ DE COMPARACIONES O JUICIOS Y ASIGNACIÓN DE VALORES.

La comparación por pares, consiste en comparar elementos de un mismo nivel en base a criterios. En el proceso de comparación, se genera una matriz que resume nuestras preferencias, cuya estructura permite calcular prioridades relativas, efectuar una prueba de consistencia y obtener información adicional.

Considérese el proceso de comparación por pares para un nivel X de una jerarquía. Sea el criterio C, el cual es empleado para la comparación por pares, y suponga que los elementos a comparar son A1, A2,, A7; esto es, supóngase que se tiene siete elementos. Arreglando a tales elementos en forma matricial respecto al criterio C su representación matricial es:

C	A1	A2	.	.	.	A7
A1						
A2						
.						
.						
.						
A7						

El proceso consiste en comparar el elemento A1 de la columna izquierda de la matriz con los elementos A1, A2,.....A7 del renglón de la parte superior con respecto a la propiedad C; se efectúa el mismo procedimiento para el elemento A2, hasta el elemento A7, de la columna izquierda. Para comparar los elementos pregúntese: ¿Qué tan fuerte es este elemento o actividad (para contribuir, dominar, influenciar, satisfacer o beneficiar) con respecto a la propiedad del elemento con que está siendo comparado?. Si el criterio que se esta empleando para comparar es de carácter probabilística, puede hacerse la pregunta: ¿Qué tan probable o deseable es un elemento con respecto a otro?. Si los elementos son comparados por su preferencia, entonces pregúntese: ¿Con qué cantidad se encuentra, domina, afecta, entre otros, esta propiedad?. Al estarse haciendo la proyección de resultados deseables, pregúntese: ¿Qué elemento es más probable que influya en los resultados?.

Para llenar numéricamente la matriz se emplean dígitos que representan la importancia relativa de un elemento sobre otro, respecto a la propiedad o criterio C. Las opiniones emitidas por cualquier persona se toman cualitativamente y se traducen a valores numéricos absolutos de acuerdo a una escala. No se puede esperar consistencia "cardinal", pues los sentimientos y preferencias, no se producen conforme a una fórmula, ni se puede esperar consistencia "ordinal" pues las opiniones personales, no necesariamente son transitivas. Sin embargo, para beneficio de la consistencia en las opiniones, si se asigna el valor a_{ij} al comparar la actividad i con la j, se asigna el valor recíproco $a_j = 1/a_i$ al comparar la j con la i.

La tabla 2, muestra la escala de comparación a pares que se utilizará, en ella se define y explica el significado al asignar valores entre el 1 y el 9 de nuestros juicios, en el proceso de comparar a pares.

Los nombre de Ernest Heinrich Weber (1795, 1878) y Gustav Teodor Fechner (1801, 1887), están ligados a experiencias sobre estímulos y respuestas. La justificación de la escala que utilizará el PAJ, está en la ley psicofísica de Weber-Fechner formulada en 1846, la cual lleva a la conclusión de que, para una secuencia de estímulos crecientes (como la secuencia de comparaciones por pares), las respuestas son de 1, 2, 3,.....

Por un lado, se requiere que el decisor maneje todos los valores de la escala al mismo tiempo, pero experimentos psicológicos (Miller, 1956), han demostrado que simultáneamente, un individuo no puede comparar más de (7 ± 2) objetos sin llegar a confundirse. Esto induce a que la escala no tenga más de 9 valores. Por otro lado, la habilidad para hacer distinciones cualitativas, está bien representada por cinco atributos: igual, débil, fuerte, muy fuerte y absoluto y, para mayor precisión se puede hacer uso de los cuatro atributos intermedios, lo cual hace que se requieran 9 valores. Este resultado y el obtenido al aplicar la ley de Weber-Fechner, justifican que la escala de valores propuesta por Saaty (tabla 2) sea de 1 a 9. La experiencia ha demostrado que, dicha escala de nueve elementos, es razonablemente exacta para reflejar el grado con que podemos discriminar la intensidad de las relaciones existentes entre elementos. Cuando se emplea la escala en áreas sociales, psicología o contexto político, exprese primeramente los juicios en forma verbal y posteriormente, tradúzcase a valores numéricos; su validez podrá ser probada a través de una prueba de consistencia, que será descrita posteriormente, por comparación con los buenos resultados arrojados por otros métodos que se hayan aplicado.

Como es de esperarse, al comparar un elemento consigo mismo, por ejemplo A1 con A1, el valor numérico será 1, es por lo que en la diagonal de la matriz de comparaciones se tendrá este tipo de valores. Es importante prestar adecuada atención en el significado de los valores, al momento de una comparación por pares, para así obtener resultados satisfactorios.

TABLA 2.²⁵

IMPORTANCIA	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igual importancia de ambos elementos	Los dos elementos contribuyen igualmente a la propiedad
3	Débil importancia de un elemento sobre otro	La experiencia y juicios levemente favorecen a un elemento sobre el otro
5	Esencial o importancia fuerte de un elemento sobre el otro.	La experiencia y juicios fuertemente favorecen a un elemento sobre el otro
7	Importancia demostrada de un elemento sobre el otro.	Un elemento fuertemente favorecido, cuyo dominio está demostrado en la práctica
9	Absoluta la importancia de un elemento sobre el otro	La evidencia que favorece a un elemento sobre el otro es de mayor orden posible de afirmación
2, 4, 6 Y 8	Valores intermedios entre los juicios adyacentes	Un compromiso es necesario entre los dos juicios
Recíprocos	Si la actividad I posee uno de los valores descritos y cuando este es comparado con la actividad J, entonces J será poseedor del valor recíproco respectivo cuando sea comparado con I	

²⁵ Op Cit.21 pag.61

3.5 METODOLOGÍA GENERAL DEL PAJ

Los teóricos en sistemas resaltan que las relaciones que se dan entre problemas, pueden siempre ser analizadas si se toma por pares, para relacionarlos entre sí acorde a ciertos atributos que tengan en común. El objetivo es encontrar diversas características que tengan una conexión. Este enfoque causal para entender lo complejo se complementa con el enfoque de sistemas, cuyos objetivos son determinar los subsistemas en los que las partes se vean conectadas. Como puede verificarse el PAJ, trata con ambos enfoques simultáneamente. El pensamiento sistemático está orientado a la estructuración de las ideas jerárquicamente y el enfoque causal (o explicativo) está orientado a la comparación a pares de los elementos en una jerarquía, para así permitirnos obtener una síntesis.

Los juicios que solemos aplicar al proceso de comparación por pares, combinan el pensamiento lógico, con el sentir, que se desarrollan de la experiencia. El procedimiento matemático que se describe en esta tesis, es uno de los más eficientes para llegar a una solución, en comparación con lo que se obtiene en forma intuitiva, aunque el resultado final no sea precisamente el más exacto. Si los resultados que se alcanzan, a través del PAJ, no satisfacen el juicio lógico de la experiencia de aquellos tomadores de decisiones bien informados y experimentados, se hace lo necesario para repetir el proceso; reestructurando la jerarquía y mejorando los juicios.

3.6 METODOLOGÍA DEL PAJ PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS MULTICRITERIOS.

1.- ANÁLISIS GENERAL DEL PROBLEMA: Estudio profundo de las necesidades del individuo (evaluación de proyectos).

2.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: Seleccionar las principales prioridades de la información adquirida del paso anterior; realizando la formulación del problema en donde solamente se especifique, de una forma clara y concisa, el objetivo general de la necesidad del individuo, así como las distintas prioridades o preferencias con las que se cuente y las distintas alternativas que se tienen para cubrir dicha necesidad.

3.-IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS RELEVANTES DEL PROBLEMA: Identificación del Objetivo General, los Criterios a Evaluar y las Alternativas disponibles.

4.- ESTRUCTURA DEL ÁRBOL JERÁRQUICO: Pasar toda la información del paso 2 y 3 en un diagrama que represente dicha información.

5.-FORMULACIÓN DE MATRIZ DE COMPARACIONES O JUICIOS.

a) Seleccionar el primer objetivo en el nivel inmediato a las alternativas y se comparan entre sí las alternativas. Es decir, se comienza con el elemento más a la izquierda en un nivel dado (puede iniciarse con el último o con el segundo nivel de la jerarquía), al cual se le denomina pivote y se compara contra cada uno de los elementos "a su derecha" en el mismo nivel. Dicha comparación se hace en relación con el primer elemento (más a la izquierda) en el estrado inmediato superior.

b) De manera similar se compara el segundo elemento, el tercer elemento,, etc.

6.- ASIGNACIÓN DE VALORES A LA MATRIZ DE COMPARACIONES O JUICIOS.

a) Utilizando la escala de la tabla 2, se asignan valores a las comparaciones del primer renglón.

b) Se identifican y se resuelven sistemas de ecuaciones.

c) Se forma la matriz de comparaciones:

- Los datos obtenidos del sistema de ecuaciones se colocan por renglón (horizontalmente), a partir de la diagonal principal hacia a la derecha

- Todos los elementos de la diagonal principal son igual a 1 que representa la comparación de un elemento contra el mismo, que de acuerdo a la escala de la tabla 1, es igual a 1 (son igualmente importantes).

- Los elementos debajo de la diagonal principal son los recíprocos de sus simétricos.

7.- CALCULAR EL VECTOR CARACTERÍSTICO O DE PRIORIDADES:

- Multiplicar entre si los elementos de la matriz de juicios por renglones.
- Saque la raíz i -ésima (donde i es el número de alternativas).
- Sumar las componentes del vector resultante en el inciso anterior y divídase cada elemento de dicho vector por la suma obtenida, (multiplíquese por 100 para obtener las relevancias o prioridades en porcentaje).

8.- VERIFICAR LA CONSISTENCIA: (confiabilidad de los datos).

- Multiplique la matriz de juicios por el vector de relevancias o prioridades, de tal forma que se obtiene un nuevo vector, al cual se le representara como vector V_4 .
- Divida el vector obtenido en el inciso anterior (V_4) entre el vector de prioridades; obteniendo un nuevo vector denominado V_5 .
- Calcular el Valor Característico max ($\lambda \text{ max}$).

$$\lambda \text{ max} = \frac{\sum V_5}{n}$$

- Calcular el Índice de Consistencia (IC.)

$$\text{IC} = \lambda \text{ max} - n / n-1$$

- Verificar el valor del Índice Promedio (IR) (ver tabla 1) dependiendo del orden de la matriz de juicios o comparaciones.

- Calcular la razón de cambio (RC).

$$\text{RC} = \text{IC} / \text{IR}$$

- Si RC es menor que 0.10 seguir con el algoritmo (paso 9), si no, volver se vuelve hacer el análisis de asignación de valores a la matriz de juicios (paso 6).

9.- De manera similar a los pasos 5 a 8, se generan los siguientes vectores de prioridades para los elementos restantes.

10.- Formulación de la matriz de Relevancias globales

- a) Fórmese una nueva matriz con los vectores de relevancias de las alternativas.
- b) Realizar el producto de la matriz de relevancias (paso a) por el vector de relevancias de los objetivos.
- c) Normalice el vector resultante del inciso anterior (b), respecto a la suma de todos sus componentes multiplicados por 100 (%).

11.- Estructura jerárquica de relevancias globales.

Para ilustrar el procedimiento del algoritmo del PAJ, explicado anteriormente se, presenta el siguiente **Ejemplo** :

PASO 1:

Se realiza una profunda investigación de los requerimientos o necesidades del individuo; es decir se lleva a cabo los pasos de la evaluación de proyectos.

PASO 2 :

Una familia desea seleccionar una casa, suponemos que tienen las mismas necesidades, pero pueden asignar diferentes prioridades a cada uno de los criterios de selección. Se está interesado en determinar la mejor alternativa, es decir, elegir la casa que más le conviene comprar a la familia.

PASO 3:

Los **critérios** de selección son :

- i) Ubicación (U)
- ii) Funcionalidad (F)
- iii) Estilo (E)

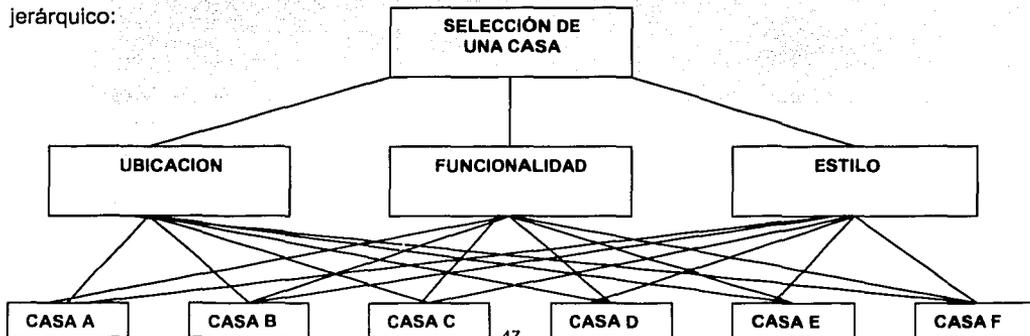
Las **Alternativas** de decisión son:

- i) Casa A
- ii) Casa B
- iii) Casa C
- iv) Casa D
- v) Casa E
- vi) Casa F

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

PASO 4:

La jerarquía inicial (nivel 1) es el objetivo principal, el cual muestra como principal necesidad de seleccionar una casa. El siguiente nivel (nivel 2) que viene siendo los criterios de selección y por ultimo el nivel 3 que son las alternativas. Toda esta información se presenta en el siguiente árbol jerárquico:



PASO 5:

Matriz de Juicios o Comparaciones:

Nivel inmediato izquierdo a las alternativas.

Para el Criterio de **Ubicación (U)**:

U	A	B	C	D	E	F
A						
B						
C						
D						
E						
F						

PASO 6:

Un procedimiento existente, para dar valores a la matriz de juicios, teniendo una confiabilidad o consistencia congruente en la comparación de todos los elementos de la matriz (condición necesaria del PAJ), consiste básicamente en encontrar la solución a un sistema de ecuaciones; el cual se obtiene, de la asignación de valores en el primer renglón de esta matriz, que dicha asignación la realiza el decisor que este al frente. Los valores que se asignarán dependerán de las prioridades que existan entre los elementos en comparación y haciendo uso de la tabla 2, esto es:

U	A	B	C	D	E	F
A	1	1/2	1/3	4	6	6
B						
C						
D						
E						
F						

- A = A A = 1
- A = 1/2B B = 2A
- A = 1/3C C = 3A
- A = 4D D = 1/4A
- A = 6E E = 1/6A
- A = 6F F = 1/6 A

- A = 1/2B B = 2A
- B = 2A
- B = 1
- C = 3A C = 3 (1/2) B B = 2/3C
- D = 1/4A D = (1/4) (1/2) B B = 8D
- E = 1/6A E = (1/6) (1/2) B B = 12E
- F = 1/6A F = (1/6) (1/2) B B = 12F

$$\begin{array}{lll}
 A = 1/3C & C = 3A & \\
 C = 3A & & \\
 B = 2/3C & C = 3/2B & \\
 C = 1 & & \\
 D = 1/4 A & D = (1/4) (1/3)C & C = 12D \\
 E = 1/6A & E = (1/6) (1/3)C & C = 18E \\
 F = 1/6A & F = (1/6) (1/3)C & C = 18F
 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
 A = 4D & D = 1/4A & \\
 D = 1/4A & & \\
 B = 8D & D = 1/8B & \\
 C = 12D & D = 1/12C & \\
 D = 1D & & \\
 E = 1/6A & E = (1/6)(4D) & D = 3/2E \\
 F = 1/6A & F = (1/6)(4D) & D = 3/2F
 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
 A = 6E & E = 1/6A & \\
 E = 1/6A & & \\
 B = 12E & E = 1/12B & \\
 C = 18E & E = 1/18 C & \\
 D = 3/2E & E = 2/3 D & \\
 E = 1E & & \\
 F = 1/6 A & F = 1/6 (6)E & E = 1F
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 A = 6F & F = 1/6A \\
 F = 1/6A & \\
 B = 12F & F = 1/12B \\
 C = 18F & F = 1/18C \\
 D = 3/2F & F = 2/3D \\
 E = 1F & F = 1E
 \end{array}$$

Nota: El rango para la asignación de valores a la matriz es: [1, 2, 3,9, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8 y 1/9]. Como se puede observar, hay algunos valores que no caen dentro del rango mencionado, lo que se procederá hacer en estos casos, es que al valor mayor obtenido en la solución de los sistemas de ecuaciones que no caiga dentro de dicho rango, se le asignará el valor mayor de dicha escala y se seguirá de una forma descendente, es decir para este caso: El valor de 18 tomará el valor de 9 y el valor de 12 tomará el de 8.

Es decir la **Matriz de comparaciones o Juicios**:

U	A	B	C	D	E	F
A	1	1/2	1/3	4	6	6
B	2	1	2/3	8	8	8
C	3	3/2	1	8	9	9
D	1/4	1/8	1/8	1	3/2	3/2
E	1/6	1/8	1/9	2/3	1	1
F	1/6	1/8	1/9	2/3	1	1

PASO 7:

Vector Característico o de Prioridades

a)

(1)	(1/2)	(1/3)	(4)	(6)	(6)
(2)	(1)	(2/3)	(8)	(8)	(8)
(3)	(3/2)	(1)	(8)	(9)	(9)
(1/4)	(1/8)	(1/8)	(1)	(3/2)	(3/2)
(1/6)	(1/8)	(1/9)	(2/3)	(1)	(1)
(1/6)	(1/8)	(1/9)	(2/3)	(1)	(1)

 $=$

24
682.6667
2916
0.0088
0.0015
0.0015

 $= V_1$

b)

$6\sqrt{24}$
$6\sqrt{682.667}$
$6\sqrt{2916}$
$6\sqrt{0.0088}$
$6\sqrt{0.0015}$
$6\sqrt{0.0015}$

 $=$

1.6984
2.9673
3.7798
0.4544
0.3383
0.3383

 $= V_2$

c)

$$\Sigma = 1.6984 + 2.9673 + 3.7798 + 0.4544 + 0.3383 + 0.3383$$

$$\Sigma = 9.5947$$

$1.6984 / 9.5947$
$2.9673 / 9.5947$
$3.7798 / 9.5947$
$0.4544 / 9.5947$
$0.3383 / 9.5947$
$0.3383 / 9.5947$

 $=$

0.1770
0.3093
0.3939
0.0474
0.0353
0.0353

 $= V_3$


Vector de Característico o Prioridades

$$\Sigma = 0.9982$$

PASO 8:

Verificación de Consistencia

a)

1	1/2	1/3	4	6	6	0.1770	=	1.0762	= V ₄
2	1	2/3	8	8	8	0.3093		1.8699	
3	3/2	1	8	9	9	0.3939		2.4035	
1/4	1/8	1/8	1	3/2	3/2	0.0474		0.2855	
1/6	1/8	1/9	2/3	1	1	0.0353		0.2141	
1/6	1/8	1/9	2/3	1	1	0.0353		0.2141	

b)

1.0762 / 0.1770	=	6.0802	= V ₅
1.8699 / 0.3093		6.0456	
2.4035 / 0.3939		6.1018	
0.2855 / 0.0474		6.0232	
0.2141 / 0.0353		6.0652	
0.2141 / 0.0353		6.0652	

$$c) \lambda \max = \frac{\sum_{i=1}^6 V_5}{6} = \frac{36.3812}{6}$$

$$\lambda \max = 6.0635$$

$$d) IC = (\lambda \max - n) / n - 1$$

$$IC = (6.0635 - 6) / 5$$

$$IC = 0.0127$$

$$e) IR = 1.24$$

$$f) RC = IC / IR$$

$$RC = 0.0127 / 1.24$$

$$RC = 0.0102$$

g) Como la razón de cambio 0.0102 es menor que 0.10, se valida la confiabilidad de los datos.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

PASO 9:

Matriz de Juicios:

Para el Criterio de **Funcionalidad (F)**:

F	A	B	C	D	E	F
A						
B						
C						
D						
E						
F						

F	A	B	C	D	E	F
A	1	2	1/3	5	6	6
B						
C						
D						
E						
F						

- | | | | |
|----------|------------------|----------|--|
| A = A | A = 1 | | |
| A = 2B | B = 1/2A | | |
| A = 1/3C | C = 3A | | |
| A = 5D | D = 1/5A | | |
| A = 6E | E = 1/6A | | |
| A = 6F | F = 1/6A | | |
| | | | |
| A = 2B | B = 1/2A | | |
| B = 1/2A | | | |
| B = 1 | | | |
| C = 3A | C = 3 (2B) | B = 1/6C | |
| D = 1/5A | D = (1/5) (2B) | B = 5/2D | |
| E = 1/6A | E = (1/6) (2 B) | B = 3E | |
| F = 1/6A | F = (1/6) (2B) | B = 3F | |
| | | | |
| A = 1/3C | C = 3A | | |
| C = 3A | | | |
| B = 1/6C | C = 6B | | |
| C = 1 | | | |
| D = 1/5A | D = (1/5) (1/3)C | C = 15D | |
| E = 1/6A | E = (1/6) (1/3)C | C = 18E | |
| F = 1/6A | F = (1/6) (1/3)C | C = 18F | |
| | | | |
| A = 5D | D = 1/5A | | |
| D = 1/5A | | | |
| B = 5/2D | D = 2/5D | | |
| C = 15D | D = 1/15C | | |
| D = 1D | | | |
| E = 1/6A | E = (1/6)(5D) | D = 6/5E | |
| F = 1/6A | F = (1/6)(5D) | D = 6/5F | |

$$\begin{aligned}
 A &= 6E & E &= 1/6A \\
 E &= 1/6A \\
 B &= 2E & E &= 1/3B \\
 C &= 18E & E &= 1/18C \\
 D &= 6/5E & E &= 5/6D \\
 E &= 1E \\
 F &= 1/6A & F &= 1/6(6)E & E &= 1F
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 6F & F &= 1/6A \\
 F &= 1/6A \\
 B &= 3F & F &= 1/3B \\
 C &= 18F & F &= 1/18C \\
 D &= 6/5F & F &= 5/6D \\
 F &= E & E &= 1F & F &= 1E \\
 F &= F & F &= 1
 \end{aligned}$$

En este caso el valor de 18 tomará el valor de 9 y el valor de 15 tomará el de 8. Es decir, la Matriz de comparaciones o Juicios:

F	A	B	C	D	E	F
A	1	2	1/3	5	6	6
B	1/2	1	1/6	5/2	3	3
C	3	6	1	8	9	9
D	1/5	2/5	1/5	1	6/5	6/5
E	1/6	1/3	1/9	5/6	1	1
F	1/6	1/3	1/9	5/6	1	1

Vector de Prioridades

a)

(1)	(2)	(1/3)	(5)	(6)	(6)	=	120	= V ₁
(1/2)	(1)	(1/6)	(5/2)	(3)	(3)		1.875	
(3)	(6)	(1)	(8)	(9)	(9)		11664	
(1/5)	(2/5)	(1/5)	(1)	(6/5)	(6/5)		0.02304	
(1/6)	(1/3)	(1/9)	(5/6)	(1)	(1)		0.0051	
(1/6)	(1/3)	(1/9)	(5/6)	(1)	(1)		0.0051	

b)

6√120	=	2.2209	= V ₂
6√1.875		1.1105	
6√11664		4.7622	
6√0.02304		0.5334	
6√0.0051		0.4149	
6√0.0051		0.4149	

c)
 $\Sigma = 2.2209 + 1.1105 + 4.7622 + 0.5334 + 0.4149 + 0.4149$

$\Sigma = 9.4568$

2.2209 / 9.4568
1.1105 / 9.4568
4.7622 / 9.4568
0.5334 / 9.4568
0.4149 / 9.4568
0.4149 / 9.4568

=

0.2348
0.1174
0.5036
0.0564
0.0439
0.0439

= V_3

Vector de Prioridades

$\Sigma = 1$

Verificación de Consistencia

a)

1	2	1/3	5	6	6
1/2	1	1/6	5/2	3	3
3	6	1	8	9	9
1/5	2/5	1/5	1	6/5	6/5
1/6	1/3	1/9	5/6	1	1
1/6	1/3	1/9	5/6	1	1

=

0.2348
0.1174
0.5036
0.0564
0.0439
0.0439

=

1.4463
0.7231
3.1538
0.3564
0.2690
0.2690

= V_4

b)

1.4463 / 0.2348
0.7231 / 0.1174
3.1538 / 0.5036
0.3564 / 0.0564
0.2690 / 0.0439
0.2690 / 0.0439

=

6.1597
6.1592
6.2625
6.3191
6.1276
6.1276

= V_5

c) $\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^6 V_5}{6} = \frac{37.1557}{6}$

$\lambda_{max} = 6.1926$

d) $IC = (\lambda_{max} - n) / n - 1$

$IC = (6.1926 - 6) / 5$

$IC = 0.0385$

e) $IR = 1.24$

f) $RC = IC / IR$

$RC = 0.0385 / 1.24$

$RC = 0.031$

g) Como la razón de cambio 0.031 es menor que 0.10, se valida la confiabilidad de los datos.

Matriz de Juicios:

Para el Criterio de *Estilo (E)*:

E	A	B	C	D	E	F
A						
B						
C						
D						
E						
F						

E	A	B	C	D	E	F
A	1	1/4	3	4	6	7
B						
C						
D						
E						
F						

A = A A = 1
 A = 1/4 B B = 4A
 A = 3C C = 1/3A
 A = 4D D = 1/4A
 A = 6E E = 1/6A
 A = 7F F = 1/7A

A = 1/4B B = 4A
 B = 4A
 B = 1
 C = 1/3A C = (1/3)(1/4)B B = 12C
 B = D D = 1/4A D = (1/4)(1/4)B B = 16D
 B = E E = 1/6A E = (1/6)(1/4)B B = 24E
 B = F F = 1/7A F = (1/7)(1/4)B B = 28F

$$\begin{array}{lll}
 A = 3C & C = 1/3A & \\
 C = 1/3A & & \\
 B = 12C & C = 1/12B & \\
 C = 1 & & \\
 D = 1/4 A & D = (1/4) (3)C & C = 4/3D \\
 E = 1/6A & E = (1/6) (3)C & C = 2E \\
 F = 1/7A & F = (1/7) (3)C & C = 7/3F
 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
 A = 4D & D = 1/4A & \\
 D = 1/4A & & \\
 B = 16D & D = 1/16B & \\
 C = 4/3D & D = 3/4C & \\
 D = 1D & & \\
 E = 1/6A & E = (1/6)(4D) & D = 3/2E \\
 F = 1/7A & F = (1/7)(4D) & D = 7/4F
 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
 A = 6E & E = 1/6A & \\
 E = 1/6 A & & \\
 B = 24E & E = 1/24B & \\
 C = 2E & E = 1/2C & \\
 D = 3/2E & E = 2/3D & \\
 E = 1E & & \\
 F = 1/7A & F = (1/7) (6)E & E = 7/6F
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 A = 7F & F = 1/7A \\
 F = 1/7A & \\
 B = 28F & F = 1/28B \\
 C = 7/3F & F = 3/7C \\
 D = 7/4F & F = 4/7D \\
 E = 7/6F & F = 6/7E \\
 F = 1 &
 \end{array}$$

El valor de 28 tomará el valor de 9, el valor de 24 tomará el valor de 8, el valor de 16 tomará el valor de 7 y el valor de 12 tomará el de 6.

Matriz de comparaciones o Juicios:

E	A	B	C	D	E	F
A	1	1/4	3	4	6	7
B	4	1	6	7	8	9
C	1/3	1/6	1	4/3	2	7/3
D	1/4	1/7	3/4	1	3/2	7/4
E	1/6	1/8	1/2	2/3	1	7/6
F	1/7	1/9	3/7	4/7	6/7	1

Vector de Prioridades

a)

(1)	(1/4)	(3)	(4)	(6)	(7)
(4)	(1)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1/3)	(1/6)	(1)	(4/3)	(2)	(7/3)
(1/4)	(1/7)	(3/4)	(1)	(3/2)	(7/4)
(1/6)	(1/8)	(1/2)	(2/3)	(1)	(7/6)
(1/7)	(1/9)	(3/7)	(4/7)	(6/7)	(1)

 $=$

126
12096
0.3457
0.0703
0.0081
0.0033

 $= V_1$

b)

$6\sqrt{126}$
$6\sqrt{12096}$
$6\sqrt{0.3457}$
$6\sqrt{0.0703}$
$6\sqrt{0.0081}$
$6\sqrt{0.0033}$

 $=$

2.2390
4.7912
0.8378
0.6424
0.4481
0.3859

 $= V_2$

c)

$$\Sigma = 2.2390 + 4.7912 + 0.8378 + 0.6424 + 0.4481 + 0.3859$$

$$\Sigma = 9.3444$$

$2.2390 / 9.3444$
$4.7912 / 9.3444$
$0.8378 / 9.3444$
$0.6424 / 9.3444$
$0.4481 / 9.3444$
$0.3859 / 9.3444$

 $=$

0.2396
0.5127
0.0897
0.0687
0.0480
0.0413

 $= V_3$

Vector de Prioridades

$$\Sigma = 1.001$$

Verificación de consistencia

a)

(1)	(1/4)	(3)	(4)	(6)	(7)	0.2396	1.4888
(4)	(1)	(6)	(7)	(8)	(9)	0.5127	3.2515
(1/3)	(1/6)	(1)	(4/3)	(2)	(7/3)	0.0897	0.5390
(1/4)	(1/7)	(3/4)	(1)	(3/2)	(7/4)	0.0687	0.4134
(1/6)	(1/8)	(1/2)	(2/3)	(1)	(7/6)	0.0480	0.2909
(1/7)	(1/9)	(3/7)	(4/7)	(6/7)	(1)	0.0413	0.2513

b)

1.4888 / 0.2396	6.2137
3.2515 / 0.5127	6.3419
0.5390 / 0.0897	6.0089
0.4134 / 0.0687	6.0175
0.2909 / 0.0480	6.0604
0.2513 / 0.0413	6.0847

$$c) \lambda \max = \frac{\sum_{i=1}^6 V_5}{6} = \frac{36.7271}{6}$$

$$\lambda \max = 6.1212$$

$$d) IC = (\lambda \max - n) / n - 1$$

$$IC = (6.1212 - 6) / 5$$

$$IC = 0.0242$$

$$e) IR = 1.24$$

$$f) RC = IC / IR$$

$$RC = 0.0242 / 1.24$$

$$RC = 0.0195$$

g) Como la razón de cambio 0.0195 es menor que 0.10, se valida la confiabilidad de los datos.

Matriz de Juicios:

Para el Objeto General (O.G):

O.G	U	F	E
U	1	2	4
F			
E			

$$U = 1$$

$$U = 2F$$

$$U = 4E$$

$$F = 1/2U$$

$$F = 1$$

$$E = 1/4U \quad E = (1/4)(4F) \quad F = 1E$$

$$E = 1/4U$$

$$E = F \quad E = 1$$

$$E = 1$$

Matriz de comparaciones o juicios:

O.G	U	F	E
U	1	2	4
F	1/2	1	1
E	1/4	1	1

Vector de prioridades

a)

$$\begin{bmatrix} (1) & (2) & (4) \\ (1/2) & (1) & (1) \\ (1/4) & (1) & (1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 \\ 0.5 \\ 0.25 \end{bmatrix} = V_1$$

b)

$$\begin{bmatrix} 3\sqrt{8} \\ 3\sqrt{0.5} \\ 3\sqrt{0.25} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 0.7937 \\ 0.62996 \end{bmatrix} = V_2$$

c)

$$\Sigma = 2 + 0.7937 + 0.62996$$

$$\Sigma = 3.42366$$

$$\begin{bmatrix} 2 / 3.42366 \\ 0.7937 / 3.42366 \\ 0.62996 / 3.42366 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5842 \\ 0.2318 \\ 0.1840 \end{bmatrix} = V_3$$

Vector de Prioridades

$\Sigma = 1.00$

Verificación de Consistencia

a)

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 4 \\ \hline 1/2 & 1 & 1 \\ \hline 1/4 & 1 & 1 \\ \hline \end{array}
 \begin{array}{|c|} \hline 0.5842 \\ \hline 0.2318 \\ \hline 0.1840 \\ \hline \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|} \hline 1.7838 \\ \hline 0.7079 \\ \hline 0.5619 \\ \hline \end{array}
 = V_4$$

b)

$$\begin{array}{|c|} \hline 1.7838 / 0.5842 \\ \hline 0.7079 / 0.2318 \\ \hline 0.5619 / 0.1840 \\ \hline \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|} \hline 3.0534 \\ \hline 3.0539 \\ \hline 3.0538 \\ \hline \end{array}
 = V_5$$

$$c) \lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^3 V_5}{3} = \frac{9.1611}{3}$$

$$\lambda_{\max} = 3.0537$$

$$d) IC = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

$$IC = (3.0537 - 3) / 2$$

$$IC = 0.02685$$

$$e) IR = 0.58$$

$$f) RC = IC / IR$$

$$RC = 0.02685 / 0.58$$

$$RC = 0.04629$$

g) Como la razón de cambio 0.04629 es menor que 0.10, se valida la confiabilidad de los datos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESULTADOS GENERALES

Vector de Prioridades para:

UBICACIÓN (U):

0.1770	$\lambda \text{ max} = 6.0635$
0.3093	RC = 0.0102
0.3939	
0.0474	
0.0353	
0.0353	

Vector de Prioridades para:

FUNCIONALIDAD (F):

0.2348	$\lambda \text{ max} = 6.1926$
0.1174	RC = 0.015
0.5036	
0.0564	
0.0439	
0.0439	

Vector de Prioridades para:

ESTILO (E):

0.2396	$\lambda \text{ max} = 6.1212$
0.5127	RC = 0.0195
0.0897	
0.0687	
0.0480	
0.0413	

Vector de Prioridades para:

OBJETIVO GENERAL (O.G):

0.5842	$\lambda \text{ max} = 3.0537$
0.2318	RC = 0.0463
0.1840	

PASO 10:

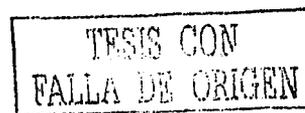
a) Matriz de relevancias de alternativas

(0.1770)	(0.2348)	(0.2396)
(0.3093)	(0.1174)	(0.5127)
(0.3939)	(0.5036)	(0.0897)
(0.0474)	(0.0564)	(0.0687)
(0.0353)	(0.0439)	(0.0480)
(0.0353)	(0.0439)	(0.0413)

b) Producto de matriz de relevancias de alternativas por la matriz de relevancias de los objetivos.

(0.1770)	(0.2348)	(0.2396)	=	0.2019
(0.3093)	(0.1174)	(0.5127)		0.3022
(0.3939)	(0.5036)	(0.0897)		0.3634
(0.0474)	(0.0564)	(0.0687)		0.0534
(0.0353)	(0.0439)	(0.0480)		0.0396
(0.0353)	(0.0439)	(0.0413)		0.0340

$\Sigma = 0.9945$



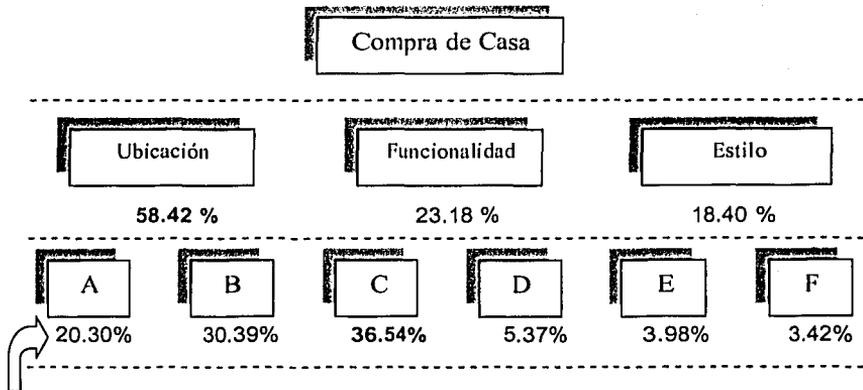
c) Normalización

$\Sigma = C = 0.9945$

(0.2019) (100) / 0.9945	=	A	20.30%	Relevancias Globales de las alternativas
(0.3022) (100) / 0.9945		B	30.39%	
(0.2634) (100) / 0.9945		C	36.54%	
(0.0534) (100) / 0.9945		D	5.37%	
(0.0396) (100) / 0.9945		E	3.98%	
(0.0340) (100) / 0.9945		F	3.42%	

PASO 11:

Diagrama Jerárquico General de relevancias globales.



Relevancias Globales

Relevancias Generales	A	B	C	D	E	F
Ubicación	17.7%	30.93%	39.39%	4.74%	3.53%	3.53%
Funcionalidad	23.48%	11.74%	50.36%	5.64%	4.39%	4.39%
Estilo	23.96%	51.27%	8.97%	6.87%	4.80%	4.13%

Relevancias Globales de las alternativas:

La Opción **A** tiene una relevancia o de prioridad del 20.30 %

La Opción **B** tiene una relevancia o de prioridad del 30.39 %

La Opción **C** tiene una relevancia o de prioridad del 36.54 % Mayor prioridad

La Opción **D** tiene una relevancia o de prioridad del 5.37 %

La Opción **E** tiene una relevancia o de prioridad del 3.98 %

La Opción **F** tiene una relevancia o de prioridad del 3.42 %

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La solución óptima para la compra de la casa:

Se recomienda adquirir **la Casa C**, ya que es la que tiene la mayor relevancia global con respecto a las demás alternativas, esto es que cubre de la mejor manera las prioridades principales; que son la Ubicación, Funcionalidad y el Estilo.

Como segunda opción esta la **Casa B** y en seguida la **Casa A**, que también cumplen con las condiciones anteriormente expresadas, pero con un porcentaje menor.

CAPÍTULO 4

*IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE
PROYECTOS MULTICRITERIOS CON ANÁLISIS JERÁRQUICO.
(APLICACIONES)*

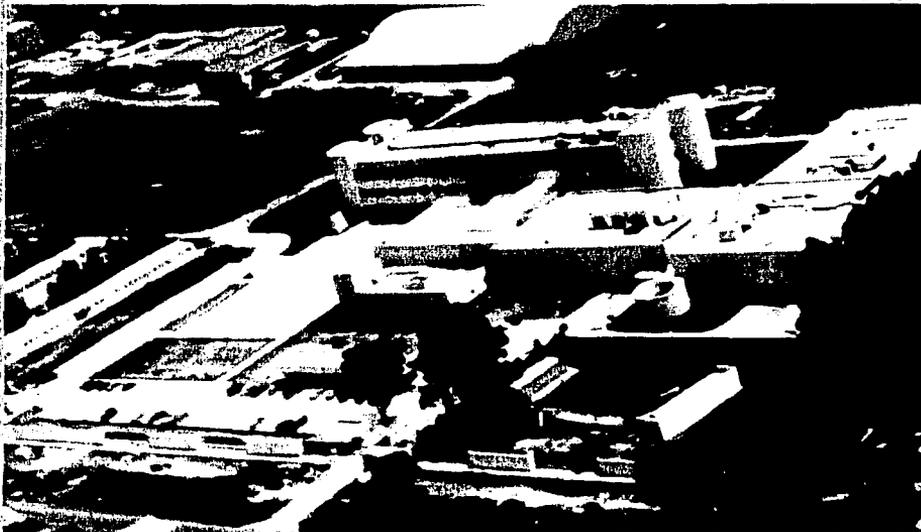
CAPITULO 4 Implementación de la Metodología del PAJ para la Evaluación de Proyectos Multicriterios (Aplicaciones).

Se llevará a cabo la implementación de la evaluación de proyectos multicriterios con análisis jerárquico a un caso específico.

4.1 RED INALÁMBRICA PARA EL CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES NAVALES.

ANTECEDENTES.

Centro de Estudios Superiores Navales.



El Centro de Estudios Superiores Navales (CESNAV), es la institución de más alto nivel académico en el sistema educativo naval, en la cual se imparten cursos de posgrado y especiales a Almirantes, Capitanes y Oficiales, así como a personal civil y militar de otras instituciones federales y a militares de otros países invitados por el Secretario de Marina.

Desde su creación, el plantel se ha empeñado en elevar su calidad académica, actualizando permanentemente sus sistemas y técnicas de enseñanza-aprendizaje, con el fin de lograr la excelencia en la transmisión del conocimiento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MISIÓN

La misión del Centro de Estudios Superiores Navales es proporcionar y fomentar los conocimientos y doctrina sobre los principios del arte de la táctica naval y la aplicación del poder marítimo como expresión del poder nacional, con el fin de preparar a los Oficiales, Capitanes y Almirantes de la Armada de México en el desempeño del mando, de las funciones de Estado Mayor, Mando Superior y en las ramas de las ciencias navales acordes con el desarrollo del país. Para cumplir con su misión el Centro de Estudios Superiores Navales, realiza diferentes funciones, siendo una de ellas la de impartir los cursos de:

- a).- Mando Superior y Seguridad Nacional
- b).- Diplomado de Estado Mayor
- c).- Mando Naval
- d).- Inteligencia Naval
- e).- Logística
- f).- Sistemas de Armas
- e).- Idiomas

Tomando en cuenta la misión del CESNAV, se considera como el pilar de la institución los cursos de Seguridad Nacional y Estado Mayor, por lo cual se ha tratado con primordial atención lograr la eficacia y optimización del sistema enseñanza-aprendizaje a este nivel (posgrado).

La población actual del área de cursantes es de 300 alumnos, mismos que cubren los cursos antes mencionados.

Gran parte de los trabajos de información, que el personal de cursantes requiere para cubrir sus cursos, son trabajos de investigación, lo cual requiere del uso constante del servicio de Internet.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para proveer el servicio de Internet, el plantel cuenta con una red de área local (par trenzado) alimentada por un servidor proxy, el cual tiene capacidad de servicio para 25 usuarios y tiene un acceso proporcionado por un proveedor externo, el problema que presenta la institución, es que

existe una cantidad mínima de recursos informáticos para atender las necesidades de información del personal de cursantes y catedráticos.

Por todo lo anterior se plantea la siguiente hipótesis de trabajo:

Si se instala en el Centro de Estudios Superiores Navales una red inalámbrica, la cual cuente con un Servidor Internet que proporcione servicios de Web y de correo electrónico, que pueda soportar el acceso sin cableado de 150 clientes, con capacidad de expansión a 500 cuentas, entonces se logrará alcanzar una optimización en el proceso enseñanza-aprendizaje y así cumplir de una manera eficiente la misión del Centro de Estudios Superiores Navales.

OBJETIVO

Instalar la infraestructura Web, Internet y conexión inalámbrica en el Centro de Estudios Superiores Navales, invirtiendo 5 millones de pesos, con una duración aproximada de 5 meses; la cual tendrá capacidad para soportar inicialmente a 150 usuarios, personal docente y alumnos de los cursos a nivel posgrado y con posibilidades de expansión a 500 cuentas, teniendo acceso a información que pueda ser de utilidad en la investigación y el desarrollo académico e institucional.

REQUERIMIENTOS

Num. Usuarios.....	500
Distancia de Operación.....	80 mts.
Ancho de Banda.....	11Mbits.
Costo.....	5 millones de pesos
Lugares de Acceso.....	Cualquier área del plantel
Capacitación.....	3 elementos
Garantía.....	1 año

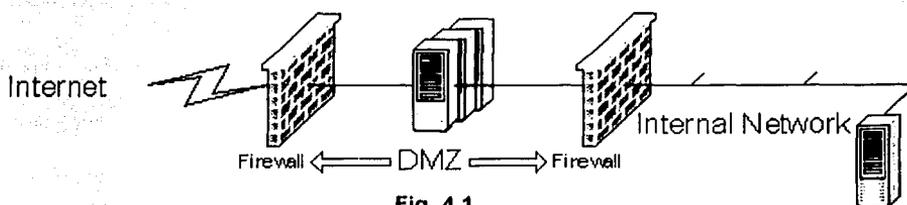
PROYECCIÓN

Con base al levantamiento de información realizado para el proyecto "Infraestructura Web /Internet y Conexión Wireless" del Centro de Estudios Superiores Navales, se hace una reseña de las características básicas del proyecto, mismas que se mencionan a continuación:

- Habilitar una conexión directa y dedicada a Internet en las instalaciones del Centro de Estudios Superiores Navales. Se considerará la contratación de enlaces E1.

- Instalar un Servidor Internet que dé servicios de Web y de correo electrónico. De forma inicial, se pretende que el servidor Web aloje la página oficial de la Secretaría de Marina, que actualmente se encuentra hospedada en una empresa ISP.
- De forma inicial, se instalarán 135 cuentas de correo electrónico, existiendo la posibilidad de que la aplicación tenga la capacidad de configurar mas de 500 cuentas.
- Con excepción de los enlaces de comunicación, se requiere integrar una infraestructura de comunicaciones y de seguridad necesaria para implantar la solución.
- Se deberán considerar en el proyecto, los servicios de implantación, capacitación, soporte técnico y el aspecto económico.
- Instalación de red Alámbrica para soportar el acceso Wireless (sin cables) de 135 clientes.
- Instalación de red de datos Inalámbrica (Wireless)
- Asimismo, se deberá considerar en el proyecto, la garantía, la tecnología y el prestigio de la empresa a contratar.

De forma inicial, se presenta un diagrama que contiene la arquitectura tecnológica de la solución que se requiere, como se muestra en la figura 4.1.



¿Qué se obtendrá con esta infraestructura?

- Se Obtendrá una infraestructura para Internet basada en tecnología de punta, que permitirá un crecimiento a nivel informático de forma modular y controlada, así como altos sistemas de seguridad.

- Con la plataforma Wireless (Inalámbrica), el personal de cursantes del "Centro de Estudios Superiores Navales" obtendrá acceso a Internet, servicios de impresión y a la red interna (Intranet) sin cables y sin conexiones complicadas, permitiendo obtener un alto desempeño en cualquier momento y lugar dentro de las instalaciones del plantel.
- El "Centro de Estudios Superiores Navales", estará preparado para mayor crecimiento en su Infraestructura Informática general, permitiendo un mayor desempeño de parte del personal de la Secretaría de Marina involucrado en éste.
- Las ventajas de esta instalación, sería un alto rendimiento para los usuarios, pues no utilizan cables para conectarse a la red, estarán conectados todo el tiempo dentro de las instalaciones, obteniendo un máximo provecho a la portabilidad de sus equipos.

SELECCIÓN DE POSIBLES PROVEEDORES PARA LA RED INALÁMBRICA.

Después de haber realizado una evaluación del proyecto, se llegó a la conclusión, de que únicamente hay 4 alternativas de solución para la instalación de la red y que son 3COM, COMPAC, UsROBOTICS y ALLIED TELESYN.

Por lo que, ahora se debe de determinar, cuál es la mejor solución al problema. Dicha solución se encontrará con el algoritmo del PAJ, haciendo uso del Software que se especifica en el Anexo, para facilitar los cálculos.

Los **criterios** de selección son:

- i) Económico (E)
- ii) Tecnológico (T)
- iii) Garantía (G)
- iv) Capacitación (C)
- v) Soporte técnico (ST)

Las **Alternativas** de decisión son:

- i) 3Com (3C)
- ii) Compac (C)
- iii) UsRobotics (UR)
- iv) Allied Telesyn (AT)

La Metodología de desarrollo del PAJ, se efectuó por medio del Software del Proceso Análisis Jerárquico, (Anexo) que a continuación se muestra

Analisis Jerarquico

Objetivo Principal SELECCION DE PROVEEDOR

Niveles a Evaluar

Numero de Alternativas

✓ Salir Continuar Limpia Matrices Cargar ? Ayuda

Foco

SELECCION DE

Criterios

Alternativas

No peso Continuar Limpia Ayuda

ANALISIS JERARQUICO

Nivel a Evaluar

Criterio a Evaluar

SELECCION DE	1	2	3	4
1	1	0.5	0.33	0.25
2	2	1	0.5	0.33
3	3	3	2	1
4	4	4	4	3

Vector de Prioridades

No peso Continuar Limpia Salir Ayuda

ANALISIS JERARQUICO

Nivel a Evaluar

Criterio a Evaluar

SELECCION DE	1	2	3	4
1	1	0.5	0.33	0.25
2	2	1	0.5	0.33
3	3	3	2	1
4	4	4	4	3

Vector de Prioridades

No peso Continuar Limpia Salir Ayuda

ANALISIS JERARQUICO

Nivel a Evaluar

Criterio a Evaluar

SELECCION DE	1	2	3	4
1	1	0.5	0.33	0.25
2	2	1	0.5	0.33
3	3	3	2	1
4	4	4	4	3

Vector de Prioridades

No peso Continuar Limpia Salir Ayuda

ANALISIS JERARQUICO

Nivel a Evaluar

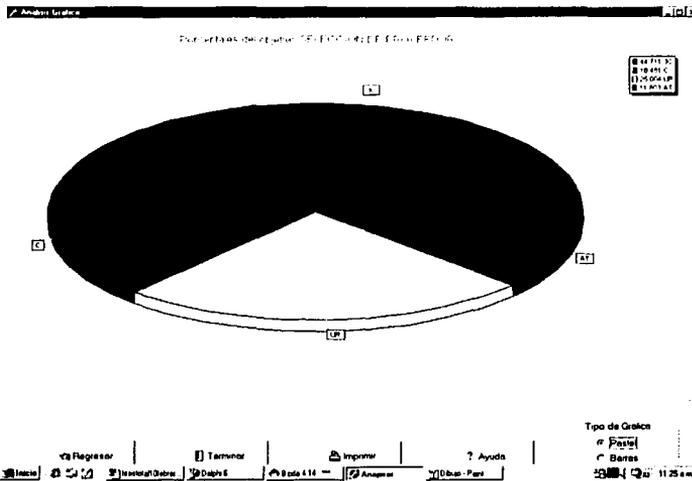
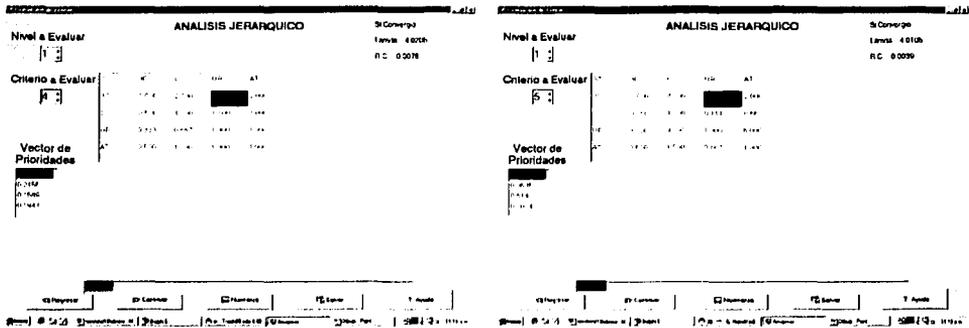
Criterio a Evaluar

SELECCION DE	1	2	3	4
1	1	0.5	0.33	0.25
2	2	1	0.5	0.33
3	3	3	2	1
4	4	4	4	3

Vector de Prioridades

No peso Continuar Limpia Salir Ayuda

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Relevancias Generales	3COM	COMPAC	UsROBOTICS	ALLIED
E	46.88%	14.98%	27.87%	10.28%
T	44.53%	26.48%	13.24%	15.75%
G	29.55%	29.55%	31.75%	9.16%
C	48.09%	21.55%	15.89%	19.47%
ST	21.99%	6.35%	61.42%	10.24%

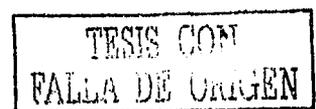
Relevancias Globales de las alternativas:

La Opción **3COM** tiene una relevancia o prioridad del 44.71% → Mayor Prioridad

La Opción **COMPAC** tiene una relevancia o prioridad del 18.48 %

La Opción **UsROBOTICS** tiene una relevancia o prioridad del 25.00 %

La Opción **ALLIED** tiene una relevancia o prioridad del 11.80%



La solución óptima para la selección del Proveedor de Instalación de la Red Inalámbrica del CESNAV :

Se recomienda que se escoja como Proveedor a la Compañía de **3Com** para llevar a cabo la Instalación de la Red inalámbrica, ya que, es la que tiene la mayor relevancia global con respecto a las demás alternativas, esto es, que cubre de la mejor manera las prioridades principales, que son: **ECONÓMICO, TECNOLÓGICO, GARANTÍA, SOPORTE TÉCNICO y la CAPACITACIÓN.**

Como segunda opción, está la compañía **UsROBOTICS** y en seguida, la compañía **COMPAC**, que también cumplen con las condiciones anteriormente expresadas, pero con un porcentaje menor.

4.2 BIENESTAR TOTAL (PSICOLÓGICO)

Supóngase que se desea determinar los elementos que tienen mayor influencia en el "Bienestar total" de un individuo. La persona analizada fue cuestionada, únicamente, acerca de sus experiencias en la niñez, en relación a los siguientes elementos para cada nivel (claro está que un historial psicológico más completo podría incluir mayor número de aspectos en cada nivel).

- Nivel 1:** Bienestar Total (**BT**)
- Nivel 2:** Respeto Propio (**R**)
Sentido de Seguridad (**S**)
Habilidad de Adaptación (**H**)
- Nivel 3:** Muestra de afecto a personas (**M**)
Ideas de Severidad y Éxito (**I**)
Disciplina actual (**D**)
Énfasis de Adaptación de personal con otros (**E**)
- Nivel 4:** Influencia de la Madre (**M**)
Influencia del Padre (**P**)
Influencia de ambos (**IA**)

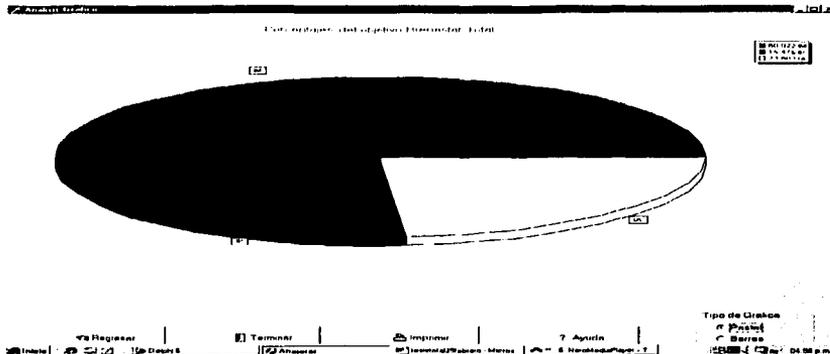
Analisis Jerarquico

Objetivo Principal

Niveles a Evaluar Criterios a Evaluar

Numero de Alternativas

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN



Relevancias Generales	IM	IP	IA
M	72.46%	8.71%	18.84%
I	33.3%	33.3%	33.3%
D	40%	20%	40%
E	71.43%	14.29%	14.29%

Relevancias Generales	M	I	D	E
R	60%	10%	10%	20%
S	44.68%	24.72%	18.24%	12.36%
H	17.32%	45.74%	32.72%	4.16%

Relevancias Globales de las alternativas:

La Opción de la **INFLUENCIA DE LA MADRE (IM)** tiene una relevancia o prioridad del 60.92%  Mayor Prioridad.

En si el 60.92 %, indica el grado de influencia en el Bienestar del individuo en Estudio.

La Opción de la **INFLUENCIA DEL PADRE (IP)** tiene una relevancia o prioridad del 15.48 %

La Opción de la **INDLUENCIA DE AMBOS (IA)** tiene una relevancia o prioridad del 23.60 %

La solución óptima:

Vale la pena mencionar, que si alguna terapia habrá de aplicarse, esto deberá incluir, el que se le aconseje ver mas a su padre para balancear la fuerte influencia maternal.

4.3 SELECCIÓN DE PERSONAL

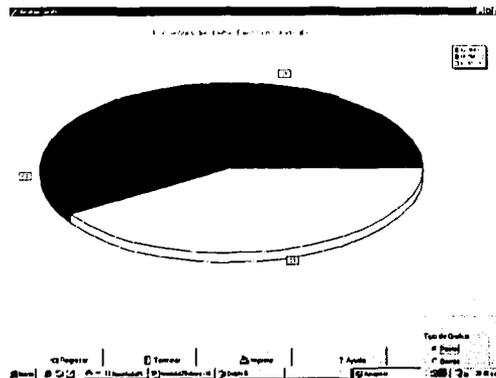
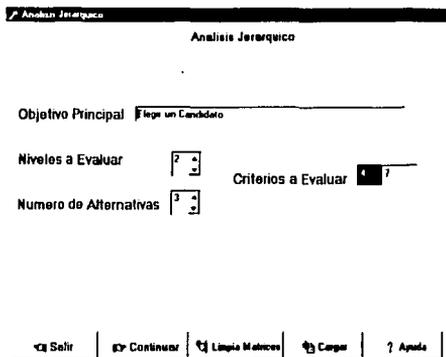
Considere la problemática de escoger una persona para ocupar un Puesto Directivo. Suponga que en dicha selección se evalúa al aspirante, con respecto a:

- Nivel 1:** Elegir Candidato (EC)

- Nivel 2:** Educación (E)
Habilidad Gerencial (HG)
Habilidad Técnica (HT)
Habilidad Personal (HP)

- Nivel 3:** Liderazgo (L)
Solución a Problemas (SP)
Conocimiento del Trabajo (CT)
Organización y Planificación (OP)
Responsabilidad (R)
Toma de Decisiones (TD)
Juicios (J)

- Nivel 4:** Candidato 1 (C1)
Candidato 2 (C2)
Candidato 3 (C3)



Relevancias Relativas:

Relevancias Relativas	C1	C2	C3
L	54.92%	24.84%	20.23%
S	22.21%	11.12%	66.67%
CT	12.57%	47.52%	39.92%
CP	57.14%	14.29%	28.57%
R	66.67%	11.12%	22.21%
TD	22.21%	11.12%	66.67%
J	40%	40%	20%

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Relevancias Relativas	L	S	CT	CP	R	TD	J
E	7.89%	19.28%	3.95%	16.84%	21.64%	28.17%	2.23%
HG	6.45%	18.27%	12.91%	18.27%	23.77%	18.27%	2.08%
HT	13.38%	3.55%	4.72%	13.38%	35.23%	25.44%	4.30%
HP	19.02%	4.76%	9.51%	37.48%	6.34%	19.02%	3.86%

Relevancias Globales de las alternativas:

La Opción del **CANDIDATO 1** tiene una relevancia o prioridad del 42.26%  Mayor Prioridad.

Lo que indica que el Candidato 1 debe tener mayor preferencia en la selección, debido a que cumple con los requerimientos de la vacante para el empleo de una forma óptima.

La Opción de la **CANDIDATO 3** tiene una relevancia o prioridad del 40.97%

La Opción de la **CANDIDATO 2** tiene una relevancia o prioridad del 16.77%

La solución óptima:

Se recomienda, que se contrate al Candidato 1 como primera opción, debido a que cumple con el perfil deseado para cubrir la vacante del puesto Directivo, con un mayor índice de prioridad en comparación con los otros dos candidatos.

Y como segunda elección, se recomienda al Candidato 3 y por último al candidato 1.

4.4 SELECCIÓN DE UN CENTRO DE TRABAJO

Para adentrarnos en problemas más complejos, considérese ahora el siguiente ejemplo. Un profesionalista, que recientemente se ha doctorado, ha sido invitado a trabajar por tres empresas; la cuestión es ¿por cuál empresa decidirse?. A continuación se presentan los niveles a evaluar:

- Nivel 1:** Satisfacción en el Centro de Trabajo (**CT**) **Nivel 3:** Trabajo A (**A**)
 Trabajo B (**B**)
 Trabajo C (**C**)
- Nivel 2:** Investigación (**I**)
 Desarrollo (**D**)
 Beneficios (**B**)
 Compañerismo (**C**)
 Ubicación (**U**)
 Prestigio (**P**)

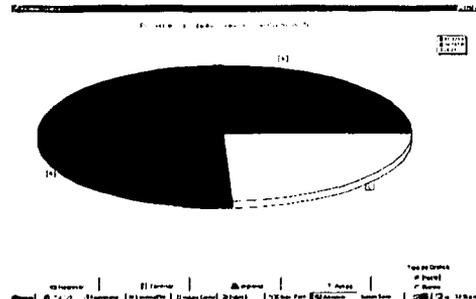
Análisis Jerárquico

Objetivo Principal: Centro de Trabajo

Niveles a Evaluar: [1] Criterios a Evaluar: [2]

Numero de Alternativas: [3]

[Salir] [Continuar] [Limpia Matrices] [Cargar] [Ayuda]



Relevancias Generales	A	B	C
I	13.65%	62.51%	23.84%
D	9.74%	33.31%	56.95%
B	23.68%	8.19%	68.18%
C	27.89%	64.92%	7.20%
U	46.66%	46.66%	6.67%
P	78.54%	14.89%	6.57%

Relevancias Globales de las alternativas:

Para la opción del **TRABAJO TIPO A** tiene una relevancia o prioridad del 41.02% \rightarrow Mayor Prioridad.

Para la opción del **TRABAJO TIPO B** tiene una relevancia o prioridad del 34.75%
 Para la opción del **TRABAJO TIPO C** tiene una relevancia o prioridad del 24.23%

La solución óptima:

En base al análisis realizado, se recomienda como primera opción, elegir el Trabajo Tipo A, ya que es el que satisface las condiciones primordiales del individuo. Como segunda opción, se encuentra el Trabajo Tipo B y Tercera el Trabajo Tipo C.

4.5 PREFERENCIAS DE LOS CONSUMIDORES.

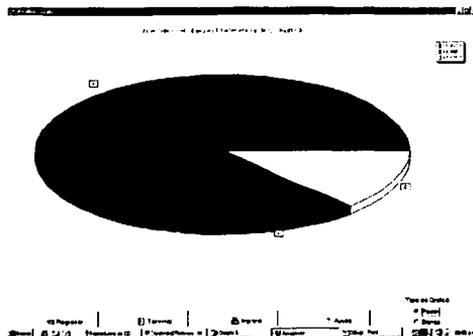
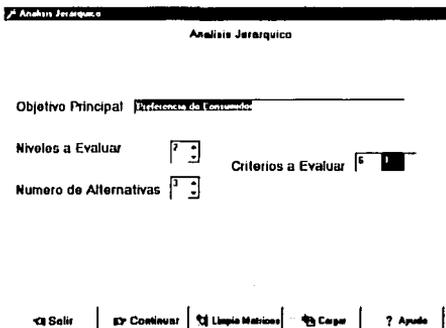
Cierta compañía desea determinar la preferencia en los consumidores, sobre tres tipos de papel servilleta. Los atributos de mayor relevancia en las preferencias de los consumidores son: Suavidad (S), Absorción (A), Precio (P), Tamaño (T), Diseño (D), Resistencia (R). Los tres tipos de papel son X, Y y Z, que poseen los atributos mencionados con tres tipos de porcentajes: Alto (A), medio (M) y bajo (B). El caso es, que los consumidores suelen hacer su elección con base a precios, mas que a un conocimiento profundo del producto.

Nivel 1: Deseabilidad del Producto (DP)

Nivel 2: Suavidad (S)
Absorción (A)
Precio (P)
Tamaño (T)
Diseño (D)
Resistencia (R)

Nivel 3: Alto (A)
Medio (M)
Bajo (B)

Nivel 4: Tipo de Papel (X)
Tipo de Papel (Y)
Tipo de Papel (Z)



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Relevancias Globales de las alternativas:

La Opción del **TIPO DE SERVILLETA X** tiene una relevancia o prioridad del 71.96%  Mayor Prioridad.

En si, el 71.96 %, indica el porcentaje de preferencia por el Tipo de Servilleta X

La Opción del **TIPO DE SERVILLETA Y** tiene una relevancia o prioridad del 14.87 %

La Opción del **TIPO DE SERVILLETA Z** tiene una relevancia o prioridad del 13.75 %

Relevancias Relativas:

Relevancias Generales	X	Y	Z
A	75.47%	15.09%	9.43%
M	78.54%	14.89%	6.57%
B	57.14%	14.29%	28.57%

Relevancias Generales	A	M	B
S	33.3%	33.3%	33.3%
A	61.54%	7.69%	30.77%
P	79.86%	10.50%	9.65%
T	65.41%	21.04%	13.55%
D	28.57%	14.09%	57.14%
R	58.42%	18.40%	23.18%

La solución óptima:

Con base a los resultados obtenidos en las Relevancias Globales de las Alternativas, se puede decir, que el tipo de papel Servilleta por el que el Consumidor optaría es el del Tipo X.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

A través de la investigación que se realizó en el desarrollo de esta tesis, permitió conocer el proceso de evaluación de proyectos multicriterios para la toma de decisiones, encontrándose una metodología fácil, flexible y adaptable ante cualquier tipo de proyectos para su evaluación (políticos, sociales, económicos, militares, psicológicos, etc), esta metodología se puede llevar a cabo de forma segura, fundamentada y/o respaldada matemáticamente, por el Proceso del Análisis Jerárquico. Es importante mencionar que para tomar una decisión sobre un proyecto se recomienda que éste sea sometido al análisis multidisciplinario de diferentes especialistas.

Generalmente en las diferentes áreas existentes de nuestra sociedad, encargados de la evaluación de proyectos para la toma de decisiones, la mayoría lo hacen a prueba y error, es decir, lo ponen en práctica y transcurrido el tiempo se dan cuenta de que ese proyecto no es factible para el beneficio de cierta empresa, es por ende que utilizando la metodología propuesta por esta tesis se puede subsanar esta problemática, recordando que una de las técnicas más apropiadas o satisfactorias para encontrar la posible solución, pero muy costosa es la simulación, de tal forma que si se tienen muchas alternativas, se requiere simular cada una de ellas, de modo que el costos de los proyectos se elevaría, sin embargo utilizando el PAJ como una alternativa para obtener la solución óptima se puede disminuir el costo de los proyectos. Para tomar una decisión sobre un proyecto se recomienda que éste sea sometido al análisis multidisciplinario de diferentes especialistas.

En base a lo anterior, la técnica del PAJ, permite concluir que dicha metodología propuesta:

- Se puede aplicar a cualquier área o sector de nuestra sociedad (político, social, económico, tecnológico, psicológico, etc.).
- Proporciona una técnica matemática flexible, general y de fácil comprensión y aplicación.
- Cualquier decisor que este al frente de la evaluación del proyecto, aún cuando no tenga conocimientos matemáticos o tiempo necesario para desarrollar alguna técnica de evaluación, podrá hacer uso de esta metodología sin ningún problema.

CONCLUSIONES

- Es 100% confiable y recomendable ya que se utiliza para cualquier tipo de proyecto en evaluación, esto es, el desarrollo del Proceso del Análisis Jerárquico forja a que si no se acota a valores menores de 0.10 (que es la razón de consistencia), no se puede tener confiabilidad o seguridad del proyecto en evaluación.
- El software, desarrollado para los cálculos matemáticos ahorra tiempo y esfuerzo. Además de que cumple con las condiciones necesarias y suficientes del método del PAJ.

Es importante mencionar que cualquier persona o individuo que se enfrente en un futuro a la toma de decisiones, se le recomienda que utilice la metodología propuesta, así como del software desarrollado para los cálculos matemáticos de la técnica del PAJ, ya que podrá realizar una evaluación de sus proyectos con confiabilidad y respaldar matemáticamente su decisión con respecto a dicho proyecto.

Asimismo recomiendo que en la Licenciatura de Matemáticas aplicadas y computación, se imparta como materia la Evaluación de Proyectos, así como de la técnica matemática del Análisis Jerárquico, esto sería favorable en el 7º semestre de la carrera, debido a que es una opción razonable para aplicar los conocimientos básicos matemáticos, adquiridos en los principios de la licenciatura. Todo lo anterior es recomendado ya que se tiene mucha aplicación en el medio laboral. De esta forma, los alumnos egresados de la licenciatura de MAC, podrán tener más herramientas y fundamentos para enfrentarse al medio laboral.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 1

BIBLIOGRAFÍA

TESIS CON
FALLA DE CARGEN

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Baca Urbina Gabriel, 2001, **Evaluación de Proyectos**, México, D.F, Edit. Mc-Graw-Hill, 4ª Edición.
- 2.- Barbolla Rosa, 1998, **Álgebra Lineal y teoría de matrices**, Madrid, Edit. Prentice Hall.
- 3.- Bierman, B., 1994, **Análisis Cualitativo para la Toma de Decisiones**, México, D.F, Edit. Adison Wesley.
- 4.- Bronson Richard, 1993, **Investigación de Operaciones**, México, D.F, Edit. Mc Graw Hill.
- 5.- Caballitas López Miriam, 1996, **Identificación y evaluación de alternativas para el saneamiento de la laguna Bojorquez**, Tesis UNAM.
- 6.- D. Nering Evar, 1963, **Linear Algebra and Matriz Theory**, United Status of America, Edit. Wiley, 2ª Edición.
- 7.- Delgado H. David, 2001, **Introducción a la Ingeniería**, México, D.F, Edit. Instituto de Investigación de Tecnología Educativa de la Universidad Tecnológica de México.
- 8.- Hiller Frederick S. y Gerald Liberman, 1982, **Introducción a la Investigación de Operaciones**, México, D.F, Edit. Mc Graw Hill.
- 9.- I. Grossman Stanley, 1988, **Álgebra Lineal**, México, D.F, Edit. Iberoamericana, 2ª Edición.
- 10.- Mercado Ramírez Ernesto, 1991, **Técnicas para la Toma de Decisiones**, México, D.F, Edit. Limusa.
- 11.- R. Fontaine Ernesto, 1989, **Evaluación Social de Proyectos**, México, D.F, Edit. Alfaomega.
- 12.- Sapag Chain Nassir, 1995, **Preparación y Evaluación de Proyectos**, Colombia, Edit. Mc Graw Hill.
- 13.- Saaty Thomas L., 1988, **The Analytic Hierarchy Process**, United Status of America, Great Britain, Edit. Eta Services.
- 14.- Saaty Thomas L., 2001, **The Analytic Network Process**, Pittsburgh, Edit. RWS Publications, Second Edición.
- 15.- Saaty Thomas L., 1994, **The Analytic Hierarchy Process Series**, Pittsburg, Edit. RWS Publications.
- 16.- Seguí Luis, 1998, **Metodología para la Evaluación de Proyectos**, Tesis UNAM.
- 17.- Solar González Eduardo, 1997, **Apuntes de Álgebra Lineal**, México, D.F, Edit Limusa.
- 18.- Prawda Witenberg Juan, 1989, **Métodos y modelos de Investigación de Operaciones**, México, D.F, Edit. Limusa.
- 19.- Web World Wide
http://www.geocities.com/jairo_marin/
<http://www.unizar.es/aeipro/finder/METODOLOGIA%20DE%20PROYECTOS/AD03.htm>

ANEXO

DEFINICIONES:

1) Se llama **valor Característico principal** de A al valor característico de A de mayor módulo, y se denota λ_{\max} .

2) La matriz cuadrada A, es **reciproca positiva** si $a_{ij} = 1$ para todo $i = 1, 2, \dots, n$ y $a_{ij} = 1/a_{ji}$ para todo $i, j = 1, 2, \dots, n$.

3) Una matriz cuadrada es **consistente** si para todo $i, j, k = 1, 2, \dots, n$.

$$a_{ik} = a_{ij} a_{jk}$$

4) Una matriz cuadrada es **irreducible** (por permutaciones) si no puede ser descompuesta en la forma:

$$\begin{array}{|c|c|} \hline A1 & 0 \\ \hline A2 & A3 \\ \hline \end{array}$$

Donde A1 y A3 son matrices cuadradas.

5) Una matriz irreducible A es **primitiva** si y solo si existe un entero $m \geq 1$ tal que $A^m > 0$. De otra manera se llama **no-primitiva**.

6) Sea A matriz cuadrada de orden n, entonces:

i) Traza de

$A = \sum_{i=1}^n a_{ii}$ Si $\lambda_i, i = 1, 2, \dots, n$ son los valores característicos de A, entonces:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = \text{traza de A.}$$

En particular si para todo i, $a_{ii} = 1$ entonces:

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

ii) Si $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ son valores característicos de A, entonces $\lambda_1^k, \lambda_2^k, \dots, \lambda_n^k$ son valores característicos de A^k , para k número natural mayor que cero.

iii) Si A es una matriz recíproca positiva que tiene a n como valor característico, entonces el resto de los n-1 valores característicos son iguales a cero.

iv) Toda matriz recíproca positiva es irreducible y primitiva.

EL INDICE DE CONSISTENCIA Y EL ERROR CUADRÁTICO MEDIO DE LAS OPINIONES.

El índice de consistencia está relacionado con el error cuadrático medio en el que se incurre al conformar la matriz de comparaciones por pares. En efecto, en el proceso de comparación y evaluación por pares de los n elementos de un nivel, es decir, en la información de la matriz:

$A = (a_{ij})_{i,j = 1,2,\dots,n}$, se puede introducir una serie de errores, producto de la falta de información adecuada, interpretaciones particulares de la información disponible, etc.

Sean $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ los valores propios de A. Suponga que $\lambda_1 = \lambda_{\max}$ y que W es su correspondiente vector característico. En las opiniones, todas las perturbaciones de interés pueden reducirse a la forma general:

$$a_{ij} = (W_i / W_j) \varepsilon_{ij}, \text{ con } \varepsilon_i > 0$$

Pues, por ejemplo, $W_i / W_j + \alpha_j = W_i / W_j (1 + (W_j / W_i) \alpha_j)$

$$\text{Sea } \mu = \frac{-1}{n-1} \sum_{i=2}^n \lambda_i, \quad \text{Puesto que } \lambda_{\max} - 1 = \sum_{j \neq i} a_{ij} W_j / W_i$$

$$\text{se tiene que } n \lambda_{\max} - n = \sum_{1 \leq i < j \leq n} \{ a_{ij} W_j / W_i + a_{ji} W_i / W_j \}$$

$$\text{o sea, } \lambda_{\max} = 1 + 1/n \sum_{1 \leq i < j \leq n} \{ a_{ij} W_j / W_i + a_{ji} W_i / W_j \}$$

De donde :

$$\mu = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = -1 + \frac{1}{n(n-1)} \sum_{1 \leq i < j \leq n} \{ a_{ij} W_j / W_i + a_{ji} W_i / W_j \}$$

Sustituyendo a_{ij} por $(W_i / W_j) \varepsilon_{ij}$ se obtiene

$$\mu = -1 + \frac{1}{n(n-1)} \sum_{1 \leq i < j \leq n} \{ \varepsilon_{ij} + 1/\varepsilon_{ij} \}$$

Se tiene que si $\varepsilon_{ij} \rightarrow 1$, es decir, si se tiende a la consistencia, entonces $\mu \rightarrow 0$. Además, si se

escribe $\varepsilon_{ij} = 1 + \delta_{ij}$ con $\delta_{ij} > -1$, la ecuación anterior se expresará:

$$\mu = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{1 \leq i < j \leq n} \{ \delta_{ij}^2 - \delta_{ij}^3 / (1 + \delta_{ij}) \}$$

Se asume que $|\delta_{ij}| < 1$, supuesto natural puesto que se analiza la estimación del error respecto al cero y δ_{ij} está acotado inferiormente por -1. En consecuencia, $\delta_{ij}^3 / (1 + \delta_{ij})$ es muy pequeño comparado con δ_{ij}^2 , por lo tanto, 2μ representa la varianza de los δ_{ij} .

TEOREMA 1: $\lambda_{\max} \geq n$.

PRUEBA:

$$\mu = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{1 \leq i < j \leq n} \{ \delta_{ij}^2 - \delta_{ij}^3 / (1 + \delta_{ij}) \}$$

De donde,

$$\mu = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{1 \leq i < j \leq n} \{ \delta_{ij}^2 / (1 + \delta_{ij}) \} \geq 0$$

puesto que $\delta > -1$

PROGRAMA DE CALCULOS MATRICIALES DEL ANALISIS JERARQUICO (DISEÑADO EN DELPHI)

```
unit Arbol;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls,
  Forms, Dialogs, StdCtrls, Grids, Buttons, Printers;
type
  TFArbol = class(TForm)
  Criterios1 TStringGrid;
  Alternativas TStringGrid;
  Label1 TLabel;
  Label3 TLabel;
  Label2 TLabel;
  Edit1 TEdit;
  Criterios2 TStringGrid;
  Criterios3 TStringGrid;
  Criterios4 TStringGrid;
  Criterios5 TStringGrid;
  Edit3 TEdit;
  Edit4 TEdit;
  Edit2 TEdit;
  Edit5 TEdit;
  Foco TStaticText;
  Edit6 TEdit;
  Regresar TSpeedButton;
  Continuar TSpeedButton;
  Ayuda TSpeedButton;
  Imprimir TSpeedButton;
  PrintDialog1 TPrintDialog;
  procedure FormShow(Sender: TObject);
  procedure FormPaint(Sender: TObject);
  procedure Criterios1Click(Sender: TObject);
  procedure Criterios2Click(Sender: TObject);
  procedure Criterios3Click(Sender: TObject);
  procedure Criterios4Click(Sender: TObject);
  procedure Criterios5Click(Sender: TObject);
  procedure Edit1DbClick(Sender: TObject);
  procedure Edit1KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
  procedure AlternativasClick(Sender: TObject);
  procedure Edit2DbClick(Sender: TObject);
  procedure Edit3DbClick(Sender: TObject);
  procedure Edit4DbClick(Sender: TObject);
  procedure Edit5DbClick(Sender: TObject);
  procedure Edit6DbClick(Sender: TObject);
  procedure Edit2KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
  procedure Edit3KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
  procedure Edit4KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
  procedure Edit5KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
  procedure Edit6KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
  procedure RegresarClick(Sender: TObject);
  procedure ContinuarClick(Sender: TObject);
  procedure ImprimirClick(Sender: TObject);
  procedure AyudaClick(Sender: TObject);
  procedure FormCreate(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
    Procedure ActivaEditores(num: Integer);
  end;
var
  FArbol: TFArbol;
implementation
uses Global, Evaluacion;
{$R *.DFM}
Procedure TFArbol ActivaEditores(Num: Integer);
Begin
  Edit1 Visible := False;
  Edit2 Visible := False;
  Edit3 Visible := False;
  Edit4 Visible := False;
  Edit5 Visible := False;
  Edit6 Visible := False;
  Case Num of
    1 Edit1 Visible := True;
    2 Edit2 Visible := True;
    3 Edit3 Visible := True;
    4 Edit4 Visible := True;
    5 Edit5 Visible := True;
    6 Edit6 Visible := True;
  End;
End;
procedure TFArbol FormCreate(Sender: TObject);
Var Lugares: Real;
begin
  DimX := ResX / 640;
  DimY := ResY / 480;
  FArbol.Width := Round(570 * DimX);
  FArbol.Height := Round(410 * DimY);
  FArbol.Left := Round((ResX - FArbol.Width) / 2);
  FArbol.Top := Round((ResY - FArbol.Height) / 2);
  Label1.Font.Size := Round(12 * DimY);
  Label1.Left := Round((ResX - Label1.Width) / 2);
```

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

```

Label1.Top = Round(10 * DimY);
Foco.Width = Round(175 * DimX);
Foco.Height = Round(25 * DimY);
Foco.Font.Size = Round(10 * DimY);
Foco.Left = Round((ResX - Foco.Width) / 2);
Foco.Top = Round(Label1.Top + Label1.Height + 10 * DimY);
Label2.Font.Size = Round(12 * DimY);
Label2.Left = Round(24 * DimX);
Label2.Top = Round(Foco.Top + Foco.Height);
Criterios1.Font.Size = Round(8 * DimX);
Criterios2.Font.Size = Criterios1.Font.Size;
Criterios3.Font.Size = Criterios1.Font.Size;
Criterios4.Font.Size = Criterios1.Font.Size;
Criterios5.Font.Size = Criterios1.Font.Size;
Alternativas.Font.Size = Criterios1.Font.Size;
Criterios1.Default.Col.Width = Round(50 * DimX);
Criterios2.Default.Col.Width = Criterios1.Default.Col.Width;
Criterios3.Default.Col.Width = Criterios1.Default.Col.Width;
Criterios4.Default.Col.Width = Criterios1.Default.Col.Width;
Criterios5.Default.Col.Width = Criterios1.Default.Col.Width;
Alternativas.Default.Col.Width = Criterios1.Default.Col.Width;
Criterios1.Default.Row.Height = Round(25 * DimY);
Criterios2.Default.Row.Height = Criterios1.Default.Row.Height;
Criterios3.Default.Row.Height = Criterios1.Default.Row.Height;
Criterios4.Default.Row.Height = Criterios1.Default.Row.Height;
Criterios5.Default.Row.Height = Criterios1.Default.Row.Height;
Alternativas.Default.Row.Height = Criterios1.Default.Row.Height;
Edit1.Width = Round(50 * DimX);
Edit2.Width = Edit1.Width;
Edit3.Width = Edit1.Width;
Edit4.Width = Edit1.Width;
Edit5.Width = Edit1.Width;
Edit6.Width = Edit1.Width;
Edit1.Font.Size = Round(12 * DimY);
Edit2.Font.Size = Edit1.Font.Size;
Edit3.Font.Size = Edit1.Font.Size;
Edit4.Font.Size = Edit1.Font.Size;
Edit5.Font.Size = Edit1.Font.Size;
Edit6.Font.Size = Edit1.Font.Size;
Label3.Font.Size = Round(12 * DimY);
Regresar.Width = Round(90 * DimX);
Regresar.Height = Round(30 * DimY);
Regresar.Font.Size = Round(7 * DimY);
Lugares = (FArbol.Width - 4 * Regresar.Width) / 5;
Regresar.Left = Round(Lugares);
Regresar.Top = Round(FArbol.Height - Regresar.Height - 25 * DimY);
Continuar.Width = Regresar.Width;
Continuar.Height = Regresar.Height;
Continuar.Font.Size = Regresar.Font.Size;
Continuar.Left = Regresar.Left + Regresar.Width + Round(Lugares);
Continuar.Top = Regresar.Top;
Imprimir.Width = Regresar.Width;
Imprimir.Height = Regresar.Height;
Imprimir.Font.Size = Regresar.Font.Size;
Imprimir.Left = Continuar.Left + Continuar.Width + Round(Lugares);
Imprimir.Top = Regresar.Top;
Imprimir.Width = Regresar.Width;
Imprimir.Height = Regresar.Height;
Imprimir.Font.Size = Regresar.Font.Size;
Imprimir.Left = Continuar.Left + Continuar.Width + Round(Lugares);
Imprimir.Top = Regresar.Top;
Ayuda.Width = Regresar.Width;
Ayuda.Height = Regresar.Height;
Ayuda.Font.Size = Regresar.Font.Size;
Ayuda.Left = Imprimir.Left + Imprimir.Width + Round(Lugares);
Ayuda.Top = Regresar.Top;
end;
procedure TArbol.FormShow(Sender: TObject);
var i: Integer;
    Ancho: Real;
begin
    FArbol.WindowState = wsNormal;
    Ancho = 52 * DimX;
    Foco.Caption = Data.TextoFoco;
    Case Data.NumNiveles of
        1 Begin
            Criterios1.Width = Round(Ancho * Data.ArrNivelesVal[1]);
            Criterios1.Left = Round((FArbol.Width - Criterios1.Width) / 2);
            Criterios1.Top = Round(80 * DimY);
            Criterios1.ColCount = Data.ArrNivelesVal[1];
            For i = 1 to Data.ArrNivelesVal[1] do
                Criterios1.Cells[i-1,0] := Data.Textos[1-];
            Criterios1.Visible = True;
            Criterios2.Visible = False;
            Criterios3.Visible = False;
            Criterios4.Visible = False;
            Criterios5.Visible = False;
            End;
        2 Begin
            Criterios1.Width = Round(Ancho * Data.ArrNivelesVal[1]);
            Criterios1.Left = Round((FArbol.Width - Criterios1.Width) / 2);
            Criterios1.Top = Round(80 * DimY);
            Criterios1.ColCount := Data.ArrNivelesVal[1];
            For i = 1 to Data.ArrNivelesVal[1] do

```

TESIS CON
FALLA DE CALIFICACION


```

Criterios5.Width := Round(Ancho * Dato.ArrNivelesVal[5]);
Criterios5.Left := Round((F.Arbol.Width - Criterios5.Width) / 2);
Criterios5.Top := Criterios4.Top + Criterios4.Height + Round(15 * DimY);
Criterios5.ColCount := Dato.ArrNivelesVal[5];
For i:=1 to Dato.ArrNivelesVal[5] do
  Criterios5.Cells[i-1,0] := Dato.Textos[5,i];
  Criterios5.Visible := True;
Criterios2.Visible := True;
Criterios3.Visible := True;
Criterios4.Visible := True;
Criterios5.Visible := True;
End
end.
Alternativas.Width := Round(Ancho * Dato.NumAlternativas);
Alternativas.Left := Round((F.Arbol.Width - Alternativas.Width) / 2);
Alternativas.Top := Label2.Top + Label2.Height + Round(Dato.NumNiveles * Criterios1.Height + 15 * DimY * (1 + Dato.NumNiveles));
Alternativas.ColCount := Dato.NumAlternativas;
For i:=1 to Dato.NumAlternativas do
  Alternativas.Cells[i-1,0] := Dato.Textos[6,i];
  Label3.Left := Round((F.Arbol.Width - Label3.Width) / 2);
  Label3.Top := Alternativas.Top + Alternativas.Height + Round(15 * DimY);
  Edit1.Top := Criterios1.Top;
  Edit2.Top := Criterios2.Top;
  Edit3.Top := Criterios3.Top;
  Edit4.Top := Criterios4.Top;
  Edit5.Top := Criterios5.Top;
  Edit6.Top := Alternativas.Top;
end
procedure TFArbol.FormPaint(Sender: TObject);
begin
  Canvas.MoveTo(Round(30 * DimX), Round(70 * DimY));
  Canvas.LineTo(Round(10 * DimX), Round(70 * DimY));
  Canvas.LineTo(Round(10 * DimX), Round((70 + 40 * Dato.NumNiveles) * DimY));
  Canvas.LineTo(Round(30 * DimX), Round((70 + 40 * Dato.NumNiveles) * DimY));
end
procedure TFArbol.Criterios1Click(Sender: TObject);
begin
  Edit1.Left := Round(Criterios1.Left + Criterios1.Col * (1 + Criterios1.DefaultColWidth));
  Edit1.Text := Criterios1.Cells[Criterios1.Col,0];
  ActivaEditores(1);
end
procedure TFArbol.Criterios2Click(Sender: TObject);
begin
  Edit2.Left := Round(Criterios2.Left + Criterios2.Col * (1 + Criterios2.DefaultColWidth));
  Edit2.Text := Criterios2.Cells[Criterios2.Col,0];
  ActivaEditores(2);
end
procedure TFArbol.Criterios3Click(Sender: TObject);
begin
  Edit3.Left := Round(Criterios3.Left + Criterios3.Col * (1 + Criterios3.DefaultColWidth));
  Edit3.Text := Criterios3.Cells[Criterios3.Col,0];
  ActivaEditores(3);
end
procedure TFArbol.Criterios4Click(Sender: TObject);
begin
  Edit4.Left := Round(Criterios4.Left + Criterios4.Col * (1 + Criterios4.DefaultColWidth));
  Edit4.Text := Criterios4.Cells[Criterios4.Col,0];
  ActivaEditores(4);
end
procedure TFArbol.Criterios5Click(Sender: TObject);
begin
  Edit5.Left := Round(Criterios5.Left + Criterios5.Col * (1 + Criterios5.DefaultColWidth));
  Edit5.Text := Criterios5.Cells[Criterios5.Col,0];
  ActivaEditores(5);
end
procedure TFArbol.AlternativasClick(Sender: TObject);
begin
  Edit6.Left := Round(Alternativas.Left + Alternativas.Col * (1 + Alternativas.DefaultColWidth));
  Edit6.Text := Alternativas.Cells[Alternativas.Col,0];
  ActivaEditores(6);
end
procedure TFArbol.Edit1DbClick(Sender: TObject);
begin
  Criterios1.Cells[Criterios1.Col,0] := Edit1.Text;
  Dato.Textos[1,1+Criterios1.Col] := Edit1.Text;
  Edit1.Text := "";
  ActivaEditores(0);
end
procedure TFArbol.Edit1KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
  if Key = Chr(13)
  then Begin
    Criterios1.Cells[Criterios1.Col,0] := Edit1.Text;
    Dato.Textos[1,1+Criterios1.Col] := Edit1.Text;
    Edit1.Text := "";
    ActivaEditores(0);
  End;
end
procedure TFArbol.Edit2DbClick(Sender: TObject);
begin
  Criterios2.Cells[Criterios2.Col,0] := Edit2.Text;
  Dato.Textos[2,1+Criterios2.Col] := Edit2.Text;
  Edit2.Text := "";
  ActivaEditores(0);
end

```



```

end;
procedure TFArbol.Edit2KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
  If Key = Chr(13)
  Then Begin
    Criterios2.Cells[Criterios2.Col,0]:=Edit2.Text;
    Dato.Textos[2,1+Criterios2.Col]:=Edit2.Text;
    Edit2.Text:="";
    ActivaEditores(0);
  End.
end.
procedure TFArbol.Edit3DbClick(Sender: TObject);
begin
  Criterios3.Cells[Criterios3.Col,0]:=Edit3.Text;
  Dato.Textos[3,1+Criterios3.Col]:=Edit3.Text;
  Edit3.Text:="";
  ActivaEditores(0);
end.
procedure TFArbol.Edit3KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
  If Key = Chr(13)
  Then Begin
    Criterios3.Cells[Criterios3.Col,0]:=Edit3.Text;
    Dato.Textos[3,1+Criterios3.Col]:=Edit3.Text;
    Edit3.Text:="";
    ActivaEditores(0);
  End.
end.
procedure TFArbol.Edit4DbClick(Sender: TObject);
begin
  Criterios4.Cells[Criterios4.Col,0]:=Edit4.Text;
  Dato.Textos[4,1+Criterios4.Col]:=Edit4.Text;
  Edit4.Text:="";
  ActivaEditores(0);
end.
procedure TFArbol.Edit4KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
  If Key = Chr(13)
  Then Begin
    Criterios4.Cells[Criterios4.Col,0]:=Edit4.Text;
    Dato.Textos[4,1+Criterios4.Col]:=Edit4.Text;
    Edit4.Text:="";
    ActivaEditores(0);
  End.
end.
procedure TFArbol.Edit5DbClick(Sender: TObject);
begin
  Criterios5.Cells[Criterios5.Col,0]:=Edit5.Text;
  Dato.Textos[5,1+Criterios5.Col]:=Edit5.Text;
  Edit5.Text:="";
  ActivaEditores(0);
end.
procedure TFArbol.Edit5KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
  If Key = Chr(13)
  Then Begin
    Criterios5.Cells[Criterios5.Col,0]:=Edit5.Text;
    Dato.Textos[5,1+Criterios5.Col]:=Edit5.Text;
    Edit5.Text:="";
    ActivaEditores(0);
  End.
end.
procedure TFArbol.Edit6DbClick(Sender: TObject);
begin
  Alternativas.Cells[Alternativas.Col,0]:=Edit6.Text;
  Dato.Textos[6,1+Alternativas.Col]:=Edit6.Text;
  Edit6.Text:="";
  ActivaEditores(0);
end.
procedure TFArbol.Edit6KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
  If Key = Chr(13)
  Then Begin
    Alternativas.Cells[Alternativas.Col,0]:=Edit6.Text;
    Dato.Textos[6,1+Alternativas.Col]:=Edit6.Text;
    Edit6.Text:="";
    ActivaEditores(0);
  End.
end.
procedure TFArbol.RegresarClick(Sender: TObject);
begin
  Close;
end.
procedure TFArbol.ContinuarClick(Sender: TObject);
begin
  FEvalua.ShowModal;
end.
procedure TFArbol.ImprimirClick(Sender: TObject);
begin
  var NumCopias: Integer;
  if PrintDialog1.Execute
  Then Begin

```

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

```

NumCopias =PrintDialog1.Copies.
For i = 1 to NumCopias do
Begin
Printer.BeginDoc;
Printer.Canvas.TextOut(10,20,'Arbol Jerarquico');
Printer.Canvas.TextOut(Foco.Left,Foco.Top,Foco.Caption);
Case NumNiveles of
1 Begin
Text="";
For i = 1 to ArrNivelesVal[1] do
Text=Text + Criterios1.Cells[i-1,0];
Printer.Canvas.TextOut(Criterios1.Left,
Criterios1.Top,
Text);
End;
2 Begin
Text="";
For i = 1 to ArrNivelesVal[1] do
Text=Text + Criterios1.Cells[i-1,0];
Printer.Canvas.TextOut(Criterios1.Left,
Criterios1.Top,
Text);

Text="";
For i = 1 to ArrNivelesVal[2] do
Text=Text + Criterios2.Cells[i-1,0];
Printer.Canvas.TextOut(Criterios2.Left,
Criterios2.Top,
Text);
End;
3 Begin
Text="";
For i = 1 to ArrNivelesVal[1] do
Text=Text + Criterios1.Cells[i-1,0];
Printer.Canvas.TextOut(Criterios1.Left,
Criterios1.Top,
Text);

Text="";
For i = 1 to ArrNivelesVal[2] do
Text=Text + Criterios2.Cells[i-1,0];
Printer.Canvas.TextOut(Criterios2.Left,
Criterios2.Top,
Text);

Text="";
For i = 1 to ArrNivelesVal[3] do
Text=Text + Criterios3.Cells[i-1,0];
Printer.Canvas.TextOut(Criterios3.Left,
Criterios3.Top,
Text);
End;
4 Begin
Text="";
For i = 1 to ArrNivelesVal[1] do
Text=Text + Criterios1.Cells[i-1,0];
Printer.Canvas.TextOut(Criterios1.Left,
Criterios1.Top,
Text);

Text="";
For i = 1 to ArrNivelesVal[2] do
Text=Text + Criterios2.Cells[i-1,0];
Printer.Canvas.TextOut(Criterios2.Left,
Criterios2.Top,
Text);

Text="";
For i = 1 to ArrNivelesVal[3] do
Text=Text + Criterios3.Cells[i-1,0];
Printer.Canvas.TextOut(Criterios3.Left,
Criterios3.Top,
Text);

Text="";
For i = 1 to ArrNivelesVal[4] do
Text=Text + Criterios4.Cells[i-1,0];
Printer.Canvas.TextOut(Criterios4.Left,
Criterios4.Top,
Text);
End;
5 Begin
Text="";
For i = 1 to ArrNivelesVal[1] do
Text=Text + Criterios1.Cells[i-1,0];
Printer.Canvas.TextOut(Criterios1.Left,
Criterios1.Top,
Text);

Text="";
For i = 1 to ArrNivelesVal[2] do
Text=Text + Criterios2.Cells[i-1,0];
Printer.Canvas.TextOut(Criterios2.Left,
Criterios2.Top,
Text);

Text="";
For i = 1 to ArrNivelesVal[3] do
Text=Text + Criterios3.Cells[i-1,0];
Printer.Canvas.TextOut(Criterios3.Left,
Criterios3.Top,
Text);

```

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

```

    Texto="";
    For i:=1 to ArrNivelesVal[4] do
      Texto:=Texto + Criterios4.Cells[i-1,0];
      Printer.Canvas.TextOut(Criterios4.Left,
        Criterios4.Top,
        Texto);
    Texto="";
    For i:=1 to ArrNivelesVal[5] do
      Texto:=Texto + Criterios5.Cells[i-1,0];
      Printer.Canvas.TextOut(Criterios5.Left,
        Criterios5.Top,
        Texto);
    End.(Fin del caso 5)
  end.
  Texto="";
  For i:=1 to NumAlternativas do
    Texto:=Texto + Alternativas.Cells[i-1,0];
    Printer.Canvas.TextOut(Alternativas.Left,
      Alternativas.Top,
      Texto);

    Printer.Canvas.MoveTo(30,70);
    Printer.Canvas.LineTo(10,70);
    Printer.Canvas.LineTo(10,70+ 40*NumNiveles);
    Printer.Canvas.LineTo(30,70+ 40*NumNiveles);
    Printer.EndDoc.;
    Regresar Visible:=False;
    Continuar Visible:=False;
    Imprimir Visible:=False;
    Ayuda Visible:=False;
    FArbol Print;
    Regresar Visible:=True;
    Continuar Visible:=True;
    Imprimir Visible:=True;
    Ayuda Visible:=True;
  End.
End.
End.
End.
procedure TFArbol AyudaClick(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('1.-En los cuadros que aparezcan en blanco deberá de escribirse'
    +#13+#10+' los nombres de los criterios correspondientes, de acuerdo al'
    +#13+#10+' diagrama de modelo Jerárquico.'
    +#13+#10+'
    +#13+#10+'2.-Botón "Regresar" Oprimiendo el botón izquierdo del Mouse con'
    +#13+#10+' su puntero sobre este botón se regresará a la pantalla '
    +#13+#10+' anterior del programa de cómputo.'
    +#13+#10+'
    +#13+#10+'3.-Botón "Continuar" Oprimiendo el botón izquierdo del Mouse'
    +#13+#10+' con su puntero sobre este botón al terminar de escribir los'
    +#13+#10+' nombres de los criterios correspondientes, se pasará a la'
    +#13+#10+' siguiente pantalla del programa.'
    +#13+#10+'
    +#13+#10+'4.-Botón "Imprimir".Oprimiendo el botón izquierdo del Mouse con'
    +#13+#10+' su puntero sobre este botón, aparecerá la pantalla de
    +#13+#10+' impresión de Windows, permitiendo la impresión de lo plasmado'
    +#13+#10+' en esta pantalla.'
    +#13+#10+'
    +#13+#10+'5.- Botón "Ayuda" Oprimiendo el botón izquierdo del Mouse con'
    +#13+#10+' su puntero sobre este botón aparecerá esta ventana de ayuda.);
end.
end.
end.
unit Archivos.
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, FileCtrl, Buttons;
type
  TFArchivos = class(TForm)
    DirectoryListBox1: TDirectoryListBox;
    DriveComboBox1: TDriveComboBox;
    FilterComboBox1: TFilterComboBox;
    FileListBox1: TFileListBox;
    Label1: TLabel;
    Edit1: TEdit;
    StaticText1: TStaticText;
    Label2: TLabel;
    OK: TSpeedButton;
    Cancel: TSpeedButton;
    procedure DirectoryListBox1Change(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure OKClick(Sender: TObject);
    procedure FormShow(Sender: TObject);
    procedure CancelClick(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;
var FArchivos: TFArchivos;
implementation
($R = DF4)
Uses Global, Matrices, Principal;

```

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

```

procedure TFArchivos.FormCreate(Sender: TObject);
Var Lugares Real;
S string;
begin
DimX := ResX / 640;
DimY := ResY / 480;
FArchivos.Width := Round(400 * DimX);
FArchivos.Height := Round(300 * DimY);
FArchivos.Left := Round((Screen.Width - FArchivos.Width) / 2);
FArchivos.Top := Round((ResY - FArchivos.Height) / 2);
Label1.Font.Size := Round(10 * DimX);
Label1.Left := 15;
Label1.Top := Round(10 * DimY);
Edit1.Width := Round(160 * DimX);
Edit1.Height := Round(18 * DimY);
Edit1.Left := 15;
Edit1.Top := Round(25 * DimY);
FileListBox1.Width := Round(160 * DimX);
FileListBox1.Height := Round(160 * DimY);
FileListBox1.Left := 15;
FileListBox1.Top := Round(50 * DimY);
FilterComboBox1.Width := Round(160 * DimX);
FilterComboBox1.Height := Round(20 * DimY);
FilterComboBox1.Left := 15;
FilterComboBox1.Top := Round(215 * DimY);
Label2.Font.Size := Round(10 * DimX);
Label2.Left := FilterComboBox1.Left + 30 + FilterComboBox1.Width;
Label2.Top := Round(10 * DimY);
StaticText1.Width := Round(160 * DimX);
StaticText1.Height := Round(18 * DimY);
StaticText1.Left := FilterComboBox1.Left + 30 + FilterComboBox1.Width;
StaticText1.Top := Round(25 * DimY);
DirectoryListBox1.Width := Round(190 * DimX);
DirectoryListBox1.Height := Round(160 * DimY);
DirectoryListBox1.Left := FilterComboBox1.Left + 30 + FilterComboBox1.Width;
DirectoryListBox1.Top := Round(50 * DimY);
DriveComboBox1.Width := Round(190 * DimX);
DriveComboBox1.Height := Round(20 * DimY);
DriveComboBox1.Left := FilterComboBox1.Left + 30 + FilterComboBox1.Width;
DriveComboBox1.Top := Round(215 * DimY);
OKey.Width := Round(80 * DimX);
OKey.Height := Round(25 * DimY);
OKey.Font.Size := Round(10 * DimX);
Lugares := (FArchivos.Width - 2 * OKey.Width) / 3;
OKey.Left := Round(Lugares);
OKey.Top := Round(FArchivos.Height - OKey.Height - 25 * DimY);
Cancelar.Width := OKey.Width;
Cancelar.Height := OKey.Height;
Cancelar.Font.Size := OKey.Font.Size;
Cancelar.Left := OKey.Left + OKey.Width + Round(Lugares);
Cancelar.Top := OKey.Top;
GetDir(0,s);
StaticText1.Caption := s;
end;
procedure TFArchivos.FormShow(Sender: TObject);
begin
FArchivos.WindowState := wsNormal;
end;
procedure TFArchivos.DirectoryListBox1Change(Sender: TObject);
begin
StaticText1.Caption := DirectoryListBox1.Directory;
end;
procedure TFArchivos.OKeyClick(Sender: TObject);
Var Respuesta: Longitud Integer;
Directorio String;
Caracter Char;
begin
If FArchivos.Caption = 'Salvar Trabajo'
Then If (Edit1.Text = '' *) Or (Edit1.Text = ' ')
Then ShowMessage('Cheque el Nombre del Archivo')
Else Begin
Directorio := StaticText1.Caption;
Longitud := Length(Directorio);
Caracter := Directorio[Longitud];
If Caracter = '\'
Then NomArch := StaticText1.Caption + Edit1.Text
Else NomArch := StaticText1.Caption + '\' + Edit1.Text;
If FileExists(NomArch)
Then Respuesta := Application.MessageBox('Sobreescribir el Archivo', 'CONFIRMAR', mb_yesno)
Else Respuesta := IDYES;
If Respuesta = IDYES
Then Begin
AssignFile(Archivo, NomArch);
Rewrite(Archivo);
Write(Archivo, Datos);
CloseFile(Archivo);
Close;
NormOk := True;
End;
End Else If (Edit1.Text = '' *) Or (Edit1.Text = ' ')
Then ShowMessage('Cheque el Nombre del Archivo')
Else Begin
Directorio := StaticText1.Caption;
Longitud := Length(Directorio);

```

**TESIS CON
FALLA DE CARGEN**

```

Character:=Directorio[Longitud];
If Character = '\
Then NomArch:=StaticText1.Caption + Edit1.Text
Else NomArch:=StaticText1.Caption + '\ + Edit1.Text;
If Not FileExists(NomArch)
Then ShowMessage('No Existe el Archivo')
Else Begin
  LimpiaMatrices;
  AssignFile(Archivo,NomArch);
  Reset(Archivo);
  Read(Archivo,Dato);
  CloseFile(Archivo);
  FPrincipal.Edit1.Text:=Dato.TextoFoco;
  FPrincipal.SpinEdit1.Value:=Dato.NumNiveles;
  FPrincipal.StringGrid1.ColCount:=Dato.NumNiveles;
  For i:=1 to Dato.NumNiveles do
    FPrincipal.StringGrid1.Cells[i-1,0]:=IntToStr(Dato.ArrNivelesVal[i]);
  FPrincipal.SpinEdit2.Value:=Dato.NumAlternativas;
  Close;
  NormOk := True;
End;
End;

end;
procedure TFArchivos.CancelarClick(Sender: TObject);
begin
  FArchivos.Close;
end;
end;

unit Evaluacion;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, Grids, Buttons, StdCtrls, Spin;
type
  TEvalua = class(TForm)
  StaticText1: TStaticText;
  Regresar: TSpeedButton;
  Continuar: TSpeedButton;
  Ayuda: TSpeedButton;
  StringGrid1: TStringGrid;
  SpinEdit1: TSpinEdit;
  SpinEdit2: TSpinEdit;
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  Edit1: TEdit;
  StringGrid2: TStringGrid;
  StaticText2: TStaticText;
  StaticText3: TStaticText;
  StaticText4: TStaticText;
  Normaliza: TSpeedButton;
  Label3: TLabel;
  Salvar: TSpeedButton;
  StringGrid3: TStringGrid;
  Edit2: TEdit;
  procedure FormShow(Sender: TObject);
  procedure RegresarClick(Sender: TObject);
  procedure SpinEdit2Change(Sender: TObject);
  procedure SpinEdit1Change(Sender: TObject);
  procedure StringGrid1Click(Sender: TObject);
  procedure Edit1DbClick(Sender: TObject);
  procedure Edit1Exit(Sender: TObject);
  procedure Edit1KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
  procedure ContinuarClick(Sender: TObject);
  procedure NormalizaClick(Sender: TObject);
  procedure SalvarClick(Sender: TObject);
  procedure AyudaClick(Sender: TObject);
  procedure FormCreate(Sender: TObject);
  procedure StringGrid3Click(Sender: TObject);
  procedure Edit2Exit(Sender: TObject);
  procedure Edit2DbClick(Sender: TObject);
  procedure Edit2KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
  Procedure PresentaMatriz(Alternativas:Integer; NumTextos:Integer);
  Procedure GuardaDato(i, j : Integer; Valor : Real);
end;
var
  FEvalua: TEvalua;implementation
(SR * DFM)
Uses Global, Matrices, Graficas, Archivos, Resultados;
Procedure TFEvalua.GuardaDato(i, j : Integer; Valor : Real);
Begin
  Case SpinEdit1.Value of
    0 : Dato.Mat01[i,j] := Valor;
    1 : Case SpinEdit2.Value of
      1 : Dato.Mat51[i,j] := Valor;
      2 : Dato.Mat52[i,j] := Valor;
      3 : Dato.Mat53[i,j] := Valor;
      4 : Dato.Mat54[i,j] := Valor;
      5 : Dato.Mat55[i,j] := Valor;

```

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

```

6 : Dato.Mat56[i,j] := Valor;
7 : Dato.Mat57[i,j] := Valor;
8 : Dato.Mat58[i,j] := Valor;
9 : Dato.Mat59[i,j] := Valor;
10 : Dato.Mat510[i,j] := Valor;
End;
End;
procedure TFEvalua.FormCreate(Sender: TObject);
Var Lugares Real;
begin
DimX = ResX / 640;
DimY = ResY / 480;
FEvalua.Width = Round(640 * DimX);
FEvalua.Height = Round(480 * DimY);
FEvalua.Left = Round((ResX - FEvalua.Width) / 2);
FEvalua.Top = Round((ResY - FEvalua.Height) / 2);
StaticText1.Width = Round(280 * DimX);
StaticText1.Height = Round(25 * DimY);
StaticText1.Font.Size = Round(12 * DimY);
StaticText1.Left = Round((ResX - StaticText1.Width) / 2);
StaticText1.Top = Round( 8 * DimY);
StaticText2.Width = Round( 97 * DimX);
StaticText2.Height = Round( 17 * DimY);
StaticText2.Font.Size = Round( 8 * DimY);
StaticText2.Left = Round(504 * DimX);
StaticText2.Top = Round( 8 * DimY);
StaticText3.Width = StaticText2.Width;
StaticText3.Height = StaticText2.Height;
StaticText3.Font.Size = StaticText2.Font.Size;
StaticText3.Left = StaticText2.Left;
StaticText3.Top = Round(StaticText2.Top + 24 * DimY);
StaticText4.Width = StaticText2.Width;
StaticText4.Height = StaticText2.Height;
StaticText4.Font.Size = StaticText2.Font.Size;
StaticText4.Left = StaticText2.Left;
StaticText4.Top = Round(StaticText3.Top + 24 * DimY);
Label1.Font.Size = Round(12 * DimY);
Label1.Left = Round( 8 * DimX);
Label1.Top = Round(24 * DimY);
SpinEdit1.Width = Round(30 * DimX);
SpinEdit1.Height = Round(40 * DimY);
SpinEdit1.Font.Size = Round(12 * DimX);
SpinEdit1.Left = Round(48 * DimX);
SpinEdit1.Top = Round(48 * DimY);
Label2.Font.Size = Round(12 * DimY);
Label2.Left = Round( 8 * DimX);
Label2.Top = Round(88 * DimY);
SpinEdit2.Width = Round( 30 * DimX);
SpinEdit2.Height = Round( 40 * DimY);
SpinEdit2.Font.Size = Round( 12 * DimX);
SpinEdit2.Left = Round( 48 * DimX);
SpinEdit2.Top = Round(112 * DimY);
Edit1.Width = Round(49 * DimX);
Edit1.Font.Size = Round(12 * DimY);
StringGrid1.Width = Round(110 * DimX);
StringGrid1.Height = Round( 60 * DimY);
StringGrid1.DefaultColWidth = Round( 50 * DimX);
StringGrid1.DefaultRowHeight = Round( 25 * DimX);
StringGrid1.Font.Size = Round( 8 * DimY);
StringGrid1.Left = Round(128 * DimX);
StringGrid1.Top = Round( 88 * DimY);
Label3.Width = Round( 97 * DimX);
Label3.Height = Round( 36 * DimY);
Label3.Font.Size = Round( 12 * DimY);
Label3.Left = Round( 8 * DimX);
Label3.Top = Round(192 * DimY);
StringGrid2.Width = Round( 57 * DimX);
StringGrid2.Height = Round(168 * DimY);
StringGrid2.DefaultColWidth = Round( 50 * DimX);
StringGrid2.DefaultRowHeight = Round( 15 * DimX);
StringGrid2.Font.Size = Round( 8 * DimY);
StringGrid2.Left = Round( 16 * DimX);
StringGrid2.Top = Round(232 * DimY);
StringGrid3.Width = Round(450 * DimX);
StringGrid3.Height = Round( 20 * DimY);
StringGrid3.DefaultColWidth = Round( 40 * DimX);
StringGrid3.DefaultRowHeight = Round( 15 * DimX);
StringGrid3.Font.Size = Round( 8 * DimY);
StringGrid3.Left = Round(110 * DimX);
StringGrid3.Top = Round(400 * DimY);
Edit2.Width = Round(42 * DimX);
Edit2.Font.Size = Round(8 * DimY);
Edit2.Left = StringGrid3.Left;
Edit2.Top = StringGrid3.Top;
Regresar.Width := Round(90 * DimX);
Regresar.Height := Round(30 * DimY);
Regresar.Font.Size := Round( 7 * DimX);
Lugares = (FEvalua.Width - 5 * Regresar.Width) / 6;
Regresar.Left = Round(Lugares);
Regresar.Top = Round(FEvalua.Height - Regresar.Height - 25 * DimY);
Continuar.Width := Regresar.Width;
Continuar.Height := Regresar.Height;
Continuar.Font.Size := Regresar.Font.Size;

```

TESIS CON
 FALLA DE CUMPLEN

```

Continuar.Left := Regresar.Left + Regresar.Width + Round(Lugares);
Continuar.Top := Regresar.Top;
Normaliza.Width := Regresar.Width;
Normaliza.Height := Regresar.Height;
Normaliza.Font.Size := Regresar.Font.Size;
Normaliza.Left := Continuar.Left + Continuar.Width + Round(Lugares);
Normaliza.Top := Regresar.Top;
Salvar.Width := Regresar.Width;
Salvar.Height := Regresar.Height;
Salvar.Font.Size := Regresar.Font.Size;
Salvar.Left := Normaliza.Left + Normaliza.Width + Round(Lugares);
Salvar.Top := Regresar.Top;
Ayuda.Width := Regresar.Width;
Ayuda.Height := Regresar.Height;
Ayuda.Font.Size := Regresar.Font.Size;
Ayuda.Left := Salvar.Left + Salvar.Width + Round(Lugares);
Ayuda.Top := Regresar.Top;
end;
Procedure TFEvalua.FormShow(Sender: TObject);
var i: Integer;
begin
SpinEdit1.MaxValue := Dato.NumNiveles;
SpinEdit1.Value := Dato.NumNiveles;
SpinEdit2.MaxValue := Dato.ArrNivelesVal[SpinEdit1.Value];
StringGrid1.Width := Round(52 * DimX * (1 + Dato.NumAlternativas));
StringGrid1.Height := Round(27 * DimY * (1 + Dato.NumAlternativas));
StringGrid1.ColCount := 1 + Dato.NumAlternativas;
StringGrid1.RowCount := 1 + Dato.NumAlternativas;
StringGrid1.Cells[0,0] := Dato.Textos[Dato.NumNiveles, 1];
for i := 1 to Dato.NumAlternativas do
begin
StringGrid1.Cells[0,i] := Dato.Textos[6,i];
StringGrid1.Cells[i,0] := Dato.Textos[6,i];
StringGrid1.Cells[i,i] := '1';
end;
if NormOk
then
SpinEdit2.Change(Sender);
end;
procedure TFEvalua.RegresarClick(Sender: TObject);
begin
Close;
end;
Procedure TFEvalua.PresentaMatriz(Alternativas:Integer; NumTextos:Integer);
var i,j: Integer;
Text: String;
begin
StringGrid1.Width:=Round(52 * DimX * (1 + Alternativas));
StringGrid1.Height:=Round(27 * DimY * (1 + Alternativas));
Limpiar(StringGrid1,1+Alternativas,1+Alternativas);
if SpinEdit1.Value = 0
then StringGrid1.Cells[0,0]:=Dato.TextoFoco
else StringGrid1.Cells[0,0]:=Dato.Textos[SpinEdit1.Value,SpinEdit2.Value];
for i:=1 to Alternativas do
begin
StringGrid1.Cells[0,i] :=Dato.Textos[NumTextos,i];
StringGrid1.Cells[i,0] :=Dato.Textos[NumTextos,i];
StringGrid1.Cells[i,i] :='1';
end;
if SpinEdit1.Value >= Dato.NumNiveles
then for i := 1 to Alternativas do
for j := 1 to Alternativas do
begin
Case SpinEdit2.Value of
1: Str(Dato.Mat51[i,j]:5:3,Texto);
2: Str(Dato.Mat52[i,j]:5:3,Texto);
3: Str(Dato.Mat53[i,j]:5:3,Texto);
4: Str(Dato.Mat54[i,j]:5:3,Texto);
5: Str(Dato.Mat55[i,j]:5:3,Texto);
6: Str(Dato.Mat56[i,j]:5:3,Texto);
7: Str(Dato.Mat57[i,j]:5:3,Texto);
8: Str(Dato.Mat58[i,j]:5:3,Texto);
9: Str(Dato.Mat59[i,j]:5:3,Texto);
10: Str(Dato.Mat510[i,j]:5:3,Texto);
end;
StringGrid1.Cells[j,i] :=Texto;
end;
else begin
Case SpinEdit1.Value of
0: begin
for i := 1 to Alternativas do
for j := 1 to Alternativas do
begin
Str(Dato.Mat01[i,j]:5:3,Texto);
StringGrid1.Cells[j,i] :=Texto;
end;
end;
end;
1: begin
for i := 1 to Alternativas do
for j := 1 to Alternativas do
begin
Case SpinEdit2.Value of
1: Str(Dato.Mat11[i,j]:5:3,Texto);
2: Str(Dato.Mat12[i,j]:5:3,Texto);

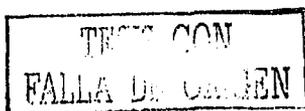
```



```

3:Str(Dato.Mat13|j,j):5,3,Texto);
4:Str(Dato.Mat14|j,j):5,3,Texto);
5:Str(Dato.Mat15|j,j):5,3,Texto);
6:Str(Dato.Mat16|j,j):5,3,Texto);
7:Str(Dato.Mat17|j,j):5,3,Texto);
8:Str(Dato.Mat18|j,j):5,3,Texto);
9:Str(Dato.Mat19|j,j):5,3,Texto);
10:Str(Dato.Mat110|j,j):5,3,Texto);
end;
StringGrid1.Cells[j,j]=Texto;
End;
End; (fin del caso 1)
2 Begin
For i = 1 to Alternativas do
For j = 1 to Alternativas do
Begin
Case SpinEdit2.Value of
1:Str(Dato.Mat21|j,j):5,3,Texto);
2:Str(Dato.Mat22|j,j):5,3,Texto);
3:Str(Dato.Mat23|j,j):5,3,Texto);
4:Str(Dato.Mat24|j,j):5,3,Texto);
5:Str(Dato.Mat25|j,j):5,3,Texto);
6:Str(Dato.Mat26|j,j):5,3,Texto);
7:Str(Dato.Mat27|j,j):5,3,Texto);
8:Str(Dato.Mat28|j,j):5,3,Texto);
9:Str(Dato.Mat29|j,j):5,3,Texto);
10:Str(Dato.Mat210|j,j):5,3,Texto);
end;
StringGrid1.Cells[j,j]=Texto;
End;
End; (fin del caso 2)
3 Begin
For i = 1 to Alternativas do
For j = 1 to Alternativas do
Begin
Case SpinEdit2.Value of
1:Str(Dato.Mat31|j,j):5,3,Texto);
2:Str(Dato.Mat32|j,j):5,3,Texto);
3:Str(Dato.Mat33|j,j):5,3,Texto);
4:Str(Dato.Mat34|j,j):5,3,Texto);
5:Str(Dato.Mat35|j,j):5,3,Texto);
6:Str(Dato.Mat36|j,j):5,3,Texto);
7:Str(Dato.Mat37|j,j):5,3,Texto);
8:Str(Dato.Mat38|j,j):5,3,Texto);
9:Str(Dato.Mat39|j,j):5,3,Texto);
10:Str(Dato.Mat310|j,j):5,3,Texto);
end;
StringGrid1.Cells[j,j]=Texto;
End;
End; (fin del caso 3)
4 Begin
For i = 1 to Alternativas do
For j = 1 to Alternativas do
Begin
Case SpinEdit2.Value of
1:Str(Dato.Mat41|j,j):5,3,Texto);
2:Str(Dato.Mat42|j,j):5,3,Texto);
3:Str(Dato.Mat43|j,j):5,3,Texto);
4:Str(Dato.Mat44|j,j):5,3,Texto);
5:Str(Dato.Mat45|j,j):5,3,Texto);
6:Str(Dato.Mat46|j,j):5,3,Texto);
7:Str(Dato.Mat47|j,j):5,3,Texto);
8:Str(Dato.Mat48|j,j):5,3,Texto);
9:Str(Dato.Mat49|j,j):5,3,Texto);
10:Str(Dato.Mat410|j,j):5,3,Texto);
end;
StringGrid1.Cells[j,j]=Texto;
End;
End; (fin del caso 4)
End; (Fin del case de niveles)
End;
procedure TFEvalua.SpinEdit2Change(Sender: TObject);
var i, NumTextos, Alternativas, Integer;
begin
StaticText2.Caption = "";
StaticText3.Caption = "";
StaticText4.Caption = "";
StaticText2.Visible = False;
StaticText3.Visible = False;
StaticText4.Visible = False;
if SpinEdit1.Value >= Dato.NumNiveles
Then Begin
Alternativas = Dato.ArrNivelesVal[6];
NumTextos = 6;
End
Else Begin
Alternativas = Dato.ArrNivelesVal[1+SpinEdit1.Value];
NumTextos = 1+SpinEdit1.Value;
End;
PresentaMatriz(Alternativas, NumTextos);
For i = 1 to Dato.ArrNivelesVal[6] do
StringGrid2.Cells[0,i-1] = "";
// If NormOk

```



```

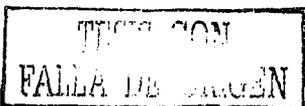
// Then NormalizaClick(Sender);
end;
procedure TFEvalua.SpinEdit1Change(Sender: TObject);
var i, NumTextos, Alternativas: Integer;
begin
  if SpinEdit1.Value = 0
  Then Begin
    SpinEdit2.Value:=1;
    SpinEdit2.Enabled := False;
  End
  Else Begin
    SpinEdit2.Enabled := True;
    SpinEdit2.MaxValue:=Dato.ArrNivelesVal[SpinEdit1.Value];
    SpinEdit2.Value:=1;
  End;
  if SpinEdit1.Value >= Dato.NumNiveles
  Then Begin
    Alternativas:=Dato.ArrNivelesVal[6];
    NumTextos:=6;
  End
  Else Begin
    Alternativas:=Dato.ArrNivelesVal[1+SpinEdit1.Value];
    NumTextos:=1+SpinEdit1.Value;
  End;
  PresentaMainz(Alternativas, NumTextos);
  For i:= 1 to Dato.ArrNivelesVal[6] do
    StringGrid2.Cells[0,i-1]:="";
  // If NormOk
  // Then NormalizaClick(Sender);
  end;
procedure TFEvalua.StringGrid1Click(Sender: TObject);
var i, Tam: Integer;
begin
  Tam:=StringGrid1.ColCount-1;
  if (0 < StringGrid1.Row) And (StringGrid1.Row <= Tam)
  Then If (0 < StringGrid1.Col) And (StringGrid1.Col <= Tam)
  Then If StringGrid1.Col <> StringGrid1.Row
  Then Begin
    Edit1.Left := Round(StringGrid1.Left + StringGrid1.Col * (1 + StringGrid1.DefaultColWidth));
    Edit1.Top := Round(StringGrid1.Top + StringGrid1.Row * (1 + StringGrid1.DefaultRowHeight));
    Edit1.Text := StringGrid1.Cells[StringGrid1.Col, StringGrid1.Row];
    Edit1.Visible := True;
    Edit1.SetFocus;
  End;
  If StringGrid1.Row = 0
  Then If StringGrid1.Col > 0
  Then If StringGrid1.Cells[StringGrid1.Col, StringGrid1.Col] = '1'
  Then Begin
    For i:= 1 to tam do
      Begin
        StringGrid1.Cells[StringGrid1.Col, i]:='0';
        StringGrid1.Cells[i, StringGrid1.Col]:='0';
      End;
    End;
  Else Begin
    For i:= 1 to tam do
      Begin
        StringGrid1.Cells[StringGrid1.Col, i]:="";
        StringGrid1.Cells[i, StringGrid1.Col]:="";
      End;
    StringGrid1.Cells[StringGrid1.Col, StringGrid1.Col]:='1';
  End;
end;
procedure TFEvalua.Edit1DbClick(Sender: TObject);
var Valor: real;
Code: Integer;
Texto: String;
begin
  StringGrid1.Cells[StringGrid1.Col, StringGrid1.Row]:=Edit1.Text;
  Val(Edit1.Text, Valor, Code);
  If (0 < Valor) And (Valor <= 9)
  Then Begin
    Valor:=1/Valor;
    Str(Valor:6:2, Texto);
    StringGrid1.Cells[StringGrid1.Row, StringGrid1.Col]:=Texto;
    Edit1.Text:="";
    Edit1.Visible:=False;
  End;
  Else ShowMessage(' Valor NO Valido'+ #13 + #10 +
  'El Valor Debe Ser Mayor que 0' + #13 + #10 +
  'y Menor o Igual a 9');
end;
procedure TFEvalua.Edit1Exit(Sender: TObject);
begin
  Edit1.Text:="";
  Edit1.Visible:=False;
end;
procedure TFEvalua.Edit1KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
var Valor: real;
Code: Integer;
Texto: String;
begin
  Case Key of
    Chr(0) chr(7): ShowMessage('Caracter NO Valido');
  
```

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

```

Chr(8);
Chr(9).chr(12) ShowMessage('Caracter NO Valido');
Chr(13).Begin
  StringGrid1.Cells[StringGrid1.Col,StringGrid1.Row]=Edit1.Text;
  Val(Edit1.Text,Valor,Code);
  GuardaDato(StringGrid1.Row,StringGrid1.Col,Valor);
  If (0 < Valor) And (Valor <= 9)
  Then Begin
    Valor =1/Valor;
    GuardaDato(StringGrid1.Col,StringGrid1.Row,Valor);
    Str(Valor,6.5,Texto);
    StringGrid1.Cells[StringGrid1.Row,StringGrid1.Col]:=Texto;
    Edit1.Text="";
    Edit1.Visible =False;
  End
  Else ShowMessage(' Valor NO Valido'+ #13 + #10 +
  'El Valor Debe Ser Mayor que 0' + #13 + #10 +
  ' y Menor o Igual a 9');
End;
Chr(14).chr(26) ShowMessage('Caracter NO Valido');
Chr(27).Begin
  Edit1.Text="";
  Edit1.Visible =False;
End;
Chr(28).chr(45) ShowMessage('Caracter NO Valido');
Chr(47) ShowMessage('Caracter NO Valido');
Chr(58).chr(255) ShowMessage('Caracter NO Valido');
end;
procedure TFEvalua ContinuarClick(Sender: TObject);
begin
  MultiplicaMat10xMat10(Mat5,Mat4,MatResultado1);
  MultiplicaMat10xMat10(MatResultado1,Mat3,MatResultado2);
  MultiplicaMat10xMat10(MatResultado2,Mat2,MatResultado3);
  MultiplicaMat10xMat10(MatResultado3,Mat1,MatResultado4);
  MultiplicaMat10xVect10(MatResultado4,Mat0,VectorResultado);
  FResultados.ShowModal;
// FGráficas.ShowModal;
end;
procedure TFEvalua NormalizaClick(Sender: TObject);
Var i,j,Code Dimension Integer;
    Texto string;
    Valor real;
Procedure MensajeRO;
Begin
  StaticText2.Visible = True;
  StaticText3.Visible = True;
  StaticText4.Visible = True;
  StaticText2.Caption = 'Si Convergio';
  Str(LamdaMax,8,4,Texto);
  StaticText3.Caption := 'Lamda: ' + Texto;
  Str(RC,8,4,Texto);
  StaticText4.Caption :='R C: ' + Texto;
  If RC >= 0.10
  Then ShowMessage(' A L E R T A '
  + #13 + #10 +
  'NO Hay Consistencia En Sus Valores'
  + #13 + #10 +
  ' Cheque Los Datos de Su Matriz');
End;
Procedure MensajeNoRO;
Begin
  StaticText2.Visible =False;
  StaticText3.Visible =False;
  StaticText4.Visible =False;
  ShowMessage(' A L E R T A '
  + #13 + #10 +
  'NO Hay Convergencia En Sus Valores'
  + #13 + #10 +
  ' Cheque Los Datos de Su Matriz'
  + #13 + #10 +
  ' y Vuelva a Calclar');
End;
begin
if SpinEdit1.Value >= Dato.NumNiveles
  Then Begin
    For i = 1 to 10 do
      For j = 1 to 10 do
        Case SpinEdit2.Value of
          1 Dato.Mat51[i,j]:=0;
          2 Dato.Mat52[i,j]:=0;
          3 Dato.Mat53[i,j]:=0;
          4 Dato.Mat54[i,j]:=0;
          5 Dato.Mat55[i,j]:=0;
          6 Dato.Mat56[i,j]:=0;
          7 Dato.Mat57[i,j]:=0;
          8 Dato.Mat58[i,j]:=0;
          9 Dato.Mat59[i,j]:=0;
          10 Dato.Mat510[i,j]:=0;
        end;
      For i:= 1 to Dato.NumAlternativas do
        For j:= 1 to Dato.NumAlternativas do
          Begin
            Val(StringGrid1.Cells[i,j],Valor,Code);

```



```

Case SpinEdit2.Value of
1.Dato.Mat51[i,j]=Valor;
2.Dato.Mat52[i,j]=Valor;
3.Dato.Mat53[i,j]=Valor;
4.Dato.Mat54[i,j]=Valor;
5.Dato.Mat55[i,j]=Valor;
6.Dato.Mat56[i,j]=Valor;
7.Dato.Mat57[i,j]=Valor;
8.Dato.Mat58[i,j]=Valor;
9.Dato.Mat59[i,j]=Valor;
10.Dato.Mat510[i,j]=Valor;
end;
End.
Dimension:=0;
For i:= 1 to Dato.NumAlternativas do
Begin
Valt(StringGrid1.Cells[i,j],Valor.Code);
If Valor = 1 Then Inc(Dimension);
End.
Case SpinEdit2.Value of
1.Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat51,Vector2,Dimension);
2.Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat52,Vector2,Dimension);
3.Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat53,Vector2,Dimension);
4.Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat54,Vector2,Dimension);
5.Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat55,Vector2,Dimension);
6.Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat56,Vector2,Dimension);
7.Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat57,Vector2,Dimension);
8.Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat58,Vector2,Dimension);
9.Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat59,Vector2,Dimension);
10.Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat510,Vector2,Dimension);
end.
End.
Else Begin
Case SpinEdit1.Value of
0 Begin
For i:=1 to 10 do
For j:=1 to 10 do
Dato.Mat01[i,j]=0;
For i:= 1 to Dato.ArrNivelesVal[1] do
For j:= 1 to Dato.ArrNivelesVal[1] do
Begin
Val(StringGrid1.Cells[j,i],Valor.Code);
Dato.Mat01[i,j]=Valor;
end.
Dimension:=0;
For i:= 1 to Dato.ArrNivelesVal[1] do
Begin
Val(StringGrid1.Cells[j,i],Valor.Code);
If Valor = 1 Then Inc(Dimension);
End.
Mtrices.Normaliza10x10(Dato.Mat01,Vector1,Dimension);
end;(Fin del caso 0)
1.Begin
For i:=1 to 10 do
For j:=1 to 10 do
Case SpinEdit2.Value of
1.Dato.Mat11[i,j]=0;
2.Dato.Mat12[i,j]=0;
3.Dato.Mat13[i,j]=0;
4.Dato.Mat14[i,j]=0;
5.Dato.Mat15[i,j]=0;
6.Dato.Mat16[i,j]=0;
7.Dato.Mat17[i,j]=0;
8.Dato.Mat18[i,j]=0;
9.Dato.Mat19[i,j]=0;
10.Dato.Mat110[i,j]=0;
end;
For i:= 1 to Dato.ArrNivelesVal[2] do
For j:= 1 to Dato.ArrNivelesVal[2] do
Begin
Val(StringGrid1.Cells[j,i],Valor.Code);
Case SpinEdit2.Value of
1.Dato.Mat11[i,j]=Valor;
2.Dato.Mat12[i,j]=Valor;
3.Dato.Mat13[i,j]=Valor;
4.Dato.Mat14[i,j]=Valor;
5.Dato.Mat15[i,j]=Valor;
6.Dato.Mat16[i,j]=Valor;
7.Dato.Mat17[i,j]=Valor;
8.Dato.Mat18[i,j]=Valor;
9.Dato.Mat19[i,j]=Valor;
10.Dato.Mat110[i,j]=Valor;
end;
End.
Dimension:=0;
For i:= 1 to Dato.ArrNivelesVal[2] do
Begin
Val(StringGrid1.Cells[j,i],Valor.Code);
If Valor = 1 Then Inc(Dimension);
End.
Case SpinEdit2.Value of
1.Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat11,Vector1,Dimension);
2.Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat12,Vector1,Dimension);
3.Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat13,Vector1,Dimension);

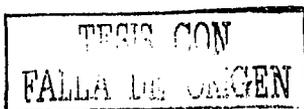
```

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

```

4. Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat14.Vector1.Dimension);
5. Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat15.Vector1.Dimension);
6. Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat16.Vector1.Dimension);
7. Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat17.Vector1.Dimension);
8. Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat18.Vector1.Dimension);
9. Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat19.Vector1.Dimension);
10. Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat110.Vector1.Dimension);
end;
end; (Fin del caso 1)
2 Begin
For i = 1 to 10 do
For j = 1 to 10 do
Case SpinEdit2.Value of
1 Dato.Mat21[i,j] = 0;
2 Dato.Mat22[i,j] = 0;
3 Dato.Mat23[i,j] = 0;
4 Dato.Mat24[i,j] = 0;
5 Dato.Mat25[i,j] = 0;
6 Dato.Mat26[i,j] = 0;
7 Dato.Mat27[i,j] = 0;
8 Dato.Mat28[i,j] = 0;
9 Dato.Mat29[i,j] = 0;
10 Dato.Mat210[i,j] = 0;
end;
For i = 1 to Dato.ArrNivelesVal[3] do
For j = 1 to Dato.ArrNivelesVal[3] do
Begin
Val(StringGrid1.Cells[i,j].Valor.Code);
Case SpinEdit2.Value of
1 Dato.Mat21[i,j] = Valor;
2 Dato.Mat22[i,j] = Valor;
3 Dato.Mat23[i,j] = Valor;
4 Dato.Mat24[i,j] = Valor;
5 Dato.Mat25[i,j] = Valor;
6 Dato.Mat26[i,j] = Valor;
7 Dato.Mat27[i,j] = Valor;
8 Dato.Mat28[i,j] = Valor;
9 Dato.Mat29[i,j] = Valor;
10 Dato.Mat210[i,j] = Valor;
end;
End;
Dimension = 0;
For i = 1 to Dato.ArrNivelesVal[3] do
Begin
Val(StringGrid1.Cells[i,j].Valor.Code);
If Valor = 1 Then Inc(Dimension);
End;
Case SpinEdit2.Value of
1 Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat21.Vector1.Dimension);
2 Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat22.Vector1.Dimension);
3 Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat23.Vector1.Dimension);
4 Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat24.Vector1.Dimension);
5 Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat25.Vector1.Dimension);
6 Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat26.Vector1.Dimension);
7 Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat27.Vector1.Dimension);
8 Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat28.Vector1.Dimension);
9 Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat29.Vector1.Dimension);
10 Matrices Normaliza 10x10 (Dato.Mat210.Vector1.Dimension);
end;
end; (Fin del caso 2)
3 Begin
For i = 1 to 10 do
For j = 1 to 10 do
Case SpinEdit2.Value of
1 Dato.Mat31[i,j] = 0;
2 Dato.Mat32[i,j] = 0;
3 Dato.Mat33[i,j] = 0;
4 Dato.Mat34[i,j] = 0;
5 Dato.Mat35[i,j] = 0;
6 Dato.Mat36[i,j] = 0;
7 Dato.Mat37[i,j] = 0;
8 Dato.Mat38[i,j] = 0;
9 Dato.Mat39[i,j] = 0;
10 Dato.Mat310[i,j] = 0;
end;
For i = 1 to Dato.ArrNivelesVal[4] do
For j = 1 to Dato.ArrNivelesVal[4] do
Begin
Val(StringGrid1.Cells[i,j].Valor.Code);
Case SpinEdit2.Value of
1 Dato.Mat31[i,j] = Valor;
2 Dato.Mat32[i,j] = Valor;
3 Dato.Mat33[i,j] = Valor;
4 Dato.Mat34[i,j] = Valor;
5 Dato.Mat35[i,j] = Valor;
6 Dato.Mat36[i,j] = Valor;
7 Dato.Mat37[i,j] = Valor;
8 Dato.Mat38[i,j] = Valor;
9 Dato.Mat39[i,j] = Valor;
10 Dato.Mat310[i,j] = Valor;
end;
End;
Dimension = 0;
For i = 1 to Dato.ArrNivelesVal[4] do

```



```

Begin
  Val(StringGrid1.Cells[i,j],Valor,Code);
  If Valor = 1 Then Inc(Dimension);
End.
Case SpinEdit2.Value of
  1:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat31,Vector1,Dimension);
  2:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat32,Vector1,Dimension);
  3:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat33,Vector1,Dimension);
  4:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat34,Vector1,Dimension);
  5:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat35,Vector1,Dimension);
  6:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat36,Vector1,Dimension);
  7:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat37,Vector1,Dimension);
  8:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat38,Vector1,Dimension);
  9:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat39,Vector1,Dimension);
  10:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat310,Vector1,Dimension);
end.
end.(Fin del caso 3)
4 Begin
  For i=1 to 10 do
    For j=1 to 10 do
      Case SpinEdit2.Value of
        1:Dato.Mat41[i,j]=0;
        2:Dato.Mat42[i,j]=0;
        3:Dato.Mat43[i,j]=0;
        4:Dato.Mat44[i,j]=0;
        5:Dato.Mat45[i,j]=0;
        6:Dato.Mat46[i,j]=0;
        7:Dato.Mat47[i,j]=0;
        8:Dato.Mat48[i,j]=0;
        9:Dato.Mat49[i,j]=0;
        10:Dato.Mat410[i,j]=0;
      end.
    For i=1 to Dato.ArrNivelesVal[5] do
      For j=1 to Dato.ArrNivelesVal[5] do
        Begin
          Val(StringGrid1.Cells[j,j],Valor,Code);
          Case SpinEdit2.Value of
            1:Dato.Mat41[i,j]=Valor;
            2:Dato.Mat42[i,j]=Valor;
            3:Dato.Mat43[i,j]=Valor;
            4:Dato.Mat44[i,j]=Valor;
            5:Dato.Mat45[i,j]=Valor;
            6:Dato.Mat46[i,j]=Valor;
            7:Dato.Mat47[i,j]=Valor;
            8:Dato.Mat48[i,j]=Valor;
            9:Dato.Mat49[i,j]=Valor;
            10:Dato.Mat410[i,j]=Valor;
          end.
        End.
      Dimension -=0;
    For i=1 to Dato.ArrNivelesVal[5] do
      Begin
        Val(StringGrid1.Cells[i,i],Valor,Code);
        If Valor = 1 Then Inc(Dimension);
      End.
    Case SpinEdit2.Value of
      1:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat41,Vector1,Dimension);
      2:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat42,Vector1,Dimension);
      3:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat43,Vector1,Dimension);
      4:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat44,Vector1,Dimension);
      5:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat45,Vector1,Dimension);
      6:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat46,Vector1,Dimension);
      7:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat47,Vector1,Dimension);
      8:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat48,Vector1,Dimension);
      9:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat49,Vector1,Dimension);
      10:Matrices.Normaliza10x10(Dato.Mat410,Vector1,Dimension);
    end.
  end.(Fin del caso 4)
End.(Fin del case de niveles)
End.
If SpinEdit1.Value >= Dato.NumNiveles
Then Begin
  If OK
  Then Begin
    StringGrid2.colCount = 1;
    StringGrid2.RowCount = Dato.NumAlternativas;
    StringGrid2.Height := Round(StringGrid2.DefaultRowHeight * (1 + Dato.NumAlternativas));
    For i=1 + Dato.NumAlternativas to 10 do
      For j=1 to 10 do
        Mat5[i,j]=0;
      For i=1 + Dato.ArrNivelesVal[Dato.NumNiveles] to 10 do
        For j=1 + Dato.NumAlternativas to 10 do
          Mat5[i,j]=0;
        For i=1 to Dato.NumAlternativas do
          Begin
            Mat5[i,SpinEdit2.Value]=Vector2[i];
            Str(Vector2[i],6,4,Texto);
            StringGrid2.Cells[0,i-1]:=Texto;
          End;
        MensajeRO;
      End
    Else MensajeNoRO;
  End
Else Begin

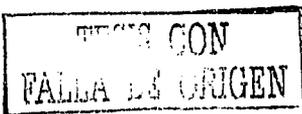
```

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

```

If OK
Then Begin
StringGrid2.ColCount:=1;
Case SpnEdit1.Value of
0:Begin
For i:=1 + Dato.ArrNivelesVal[1] to 10 do
Mat0[i]:=0;
StringGrid2.RowCount := Dato.ArrNivelesVal[1];
StringGrid2.Height := Round(StringGrid2.DefaultRowHeight * (1 + Dato.ArrNivelesVal[1]));
For i:=1 to Dato.ArrNivelesVal[1]do
Begin
Mat0[i]:=Vector1[i];
Str(Vector1[i] 6 4.Texto);
StringGrid2.Cells[0,i-1]:=Texto;
End;
end.(fin del caso 0)
1:Begin
For i:=1 + Dato.ArrNivelesVal[2] to 10 do
For j:=1 to 10 do
Mat1[i,j]:=0;
For i:=1 to 10 do
For j:=1 + Dato.ArrNivelesVal[1] to 10 do
Mat1[i,j]:=0;
StringGrid2.RowCount := Dato.ArrNivelesVal[2];
StringGrid2.Height := Round(StringGrid2.DefaultRowHeight * (1 + Dato.ArrNivelesVal[2]));
For i:=1 to Dato.ArrNivelesVal[2]do
Begin
Mat1[i,SpnEdit2.Value]:=Vector1[i];
Str(Vector1[i] 6 4.Texto);
StringGrid2.Cells[0,i-1]:=Texto;
End;
end.(fin del caso 1)
2:Begin
For i:=1 + Dato.ArrNivelesVal[3] to 10 do
For j:=1 to 10 do
Mat2[i,j]:=0;
For i:=1 to 10 do
For j:=1 + Dato.ArrNivelesVal[2] to 10 do
Mat2[i,j]:=0;
StringGrid2.RowCount := Dato.ArrNivelesVal[3];
StringGrid2.Height := Round(StringGrid2.DefaultRowHeight * (1 + Dato.ArrNivelesVal[3]));
For i:=1 to Dato.ArrNivelesVal[3]do
Begin
Mat2[i,SpnEdit2.Value]:=Vector1[i];
Str(Vector1[i] 6 4.Texto);
StringGrid2.Cells[0,i-1]:=Texto;
End;
end.(fin del caso 2)
3:Begin
For i:=1 + Dato.ArrNivelesVal[4] to 10 do
For j:=1 to 10 do
Mat3[i,j]:=0;
For i:=1 to 10 do
For j:=1 + Dato.ArrNivelesVal[3] to 10 do
Mat3[i,j]:=0;
StringGrid2.RowCount := Dato.ArrNivelesVal[4];
StringGrid2.Height := Round(StringGrid2.DefaultRowHeight * (1 + Dato.ArrNivelesVal[4]));
For i:=1 to Dato.ArrNivelesVal[4]do
Begin
Mat3[i,SpnEdit2.Value]:=Vector1[i];
Str(Vector1[i] 6 4.Texto);
StringGrid2.Cells[0,i-1]:=Texto;
End;
end.(fin del caso 3)
4:Begin
For i:=1 + Dato.ArrNivelesVal[5] to 10 do
For j:=1 to 10 do
Mat4[i,j]:=0;
For i:=1 to 10 do
For j:=1 + Dato.ArrNivelesVal[4] to 10 do
Mat4[i,j]:=0;
StringGrid2.RowCount := Dato.ArrNivelesVal[5];
StringGrid2.Height := Round(StringGrid2.DefaultRowHeight * (1 + Dato.ArrNivelesVal[5]));
For i:=1 to Dato.ArrNivelesVal[5]do
Begin
Mat4[i,SpnEdit2.Value]:=Vector1[i];
Str(Vector1[i] 6 4.Texto);
StringGrid2.Cells[0,i-1]:=Texto;
End;
end.(fin del caso 4)
End;
MensajeRO:
End;
Else MensajeNoRO;
End;
end;
procedure TFEvalua.SalvarClick(Sender: TObject);
begin
FArchivos.Caption := 'Salvar Trabajo';
FArchivos.ShowModal;
end;
procedure TFEvalua.AyudaClick(Sender: TObject);
begin

```



```

ShowMessage('1 - En la ventana "Nivel a Evaluar" permite seleccionar desde el
#13*#10*' numero cero hasta el ultimo nivel declarado arriba de los
#13*#10*' alternativas, el cero corresponderá al nivel inmediato bajo el
#13*#10*' objetivo.'
#13*#10*2 - En la Ventana "Criterio a Evaluar" se permitirá evaluar al
#13*#10*' nombre del nivel que aparece, permitiendo solo escribir o cambiar
#13*#10*' el valor de la ventana de acuerdo al número y nombre de criterios'
#13*#10*' de este nivel descriptos al inicio del programa.'
#13*#10*3 - Valor Lambda Es el valor característico de la matriz que se evaluó'
#13*#10*' aparecerá al oprimir el botón de Normaliza.'
#13*#10*4 - R.C. (Razón de Consistencia): valor que nos permite conocer si'
#13*#10*' nuestra evaluación esta dentro de límites adecuados para'
#13*#10*' transitividad lógica, este valor aparece después de oprimir la'
#13*#10*' tecla de "Normaliza".'
#13*#10*5 - Matriz a Evaluar: En los cuadros se debe de escribir el valor que'
#13*#10*' corresponda de 1 a 9, o a su inverso (1/n), después de escribir'
#13*#10*' los valores deberá de dar "Enter" para salvar sus valores.'
#13*#10*6 - Botón "Regresar": este botón regresa a la pantalla anterior'
#13*#10*7 - Botón "Continuar": Este botón permite pasar a la siguiente'
#13*#10*' pantalla, esto se hara una vez evaluado todos los criterios, de'
#13*#10*' cada uno de los niveles.'
#13*#10*8 - Botón "Normaliza": Este botón resolverá el problema matemático'
#13*#10*' para encontrar las relevancias de cada una de las alternativas'
#13*#10*' o criterio evaluados parcialmente. Esto se hará cada vez que se'
#13*#10*' termine de evaluar una matriz, de no hacerlo habrá error en los'
#13*#10*' resultados finales.'
#13*#10*9 - Botón "Salvar": Este botón abre una ventana, que nos permitirá'
#13*#10*' seleccionar un nombre de archivo para el problema que se esta'
#13*#10*' corriendo, solo será necesario poner el nombre del archivo ya'
#13*#10*' que la extensión punto Dat (*.dat) se le agregará en automático);
end;
procedure TFEvalua.StringGrid3Click(Sender: TObject);
Var Cont: Integer;
Suma: real;
Promedio: string;
Valor: real;
Texto: string;
begin
If StringGrid3.Col in [0..9]
Then Begin
Edit2.Left := Round(StringGrid3.Left + StringGrid3.Col * (1 + StringGrid3.DefaultColWidth));
Edit2.Visible := True;
Edit2.SetFocus;
End
Else Begin
Suma := 0;
Cont := 0;
For i := 0 to 9 do
Begin
Val(StringGrid3.Cells[i,0], Valor, Code);
If (0 < Valor) And (Valor <= 9)
Then Begin
Suma := Suma + Valor;
inc(Cont);
End;
End;
If 0 < Cont
then Promedio := Suma / cont
Else Promedio := 0;
If (StringGrid1.Col > 0) And (StringGrid1.Row > 0) And (StringGrid1.Col <= StringGrid1.Row)
And (0 < Promedio) And (Promedio <= 9)
Then Begin
Str(Promedio:6:2, Texto);
StringGrid3.Cells[10,0] := Texto;
StringGrid1.Cells[StringGrid1.Col, StringGrid1.Row] := Texto;
Valor := 1/Promedio;
Str(Valor:6:2, Texto);
StringGrid1.Cells[StringGrid1.Row, StringGrid1.Col] := Texto;
Case SpinEdit2.Value of
1 Begin
Dato.Mat51[StringGrid1.Col, StringGrid1.Row] := Promedio;
Dato.Mat51[StringGrid1.Row, StringGrid1.Col] := Valor;
End;
2 Begin
Dato.Mat52[StringGrid1.Col, StringGrid1.Row] := Promedio;
Dato.Mat52[StringGrid1.Row, StringGrid1.Col] := Valor;
End;
3 Begin
Dato.Mat53[StringGrid1.Col, StringGrid1.Row] := Promedio;
Dato.Mat53[StringGrid1.Row, StringGrid1.Col] := Valor;
End;
4 Begin
Dato.Mat54[StringGrid1.Col, StringGrid1.Row] := Promedio;
Dato.Mat54[StringGrid1.Row, StringGrid1.Col] := Valor;
End;
5 Begin
Dato.Mat55[StringGrid1.Col, StringGrid1.Row] := Promedio;
Dato.Mat55[StringGrid1.Row, StringGrid1.Col] := Valor;
End;
6 Begin
Dato.Mat56[StringGrid1.Col, StringGrid1.Row] := Promedio;
Dato.Mat56[StringGrid1.Row, StringGrid1.Col] := Valor;
End;

```

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

```

7:Begin
  Dato Mat57[StringGrid1.Col,StringGrid1.Row] := Promedio;
  Dato.Mat57[StringGrid1.Row,StringGrid1.Col] := Valor;
End;
8:Begin
  Dato Mat58[StringGrid1.Col,StringGrid1.Row] := Promedio;
  Dato.Mat58[StringGrid1.Row,StringGrid1.Col] := Valor;
End;
9:Begin
  Dato Mat59[StringGrid1.Col,StringGrid1.Row] := Promedio;
  Dato Mat59[StringGrid1.Row,StringGrid1.Col] := Valor;
End;
10:Begin
  Dato Mat510[StringGrid1.Col,StringGrid1.Row] := Promedio;
  Dato Mat510[StringGrid1.Row,StringGrid1.Col] := Valor;
End;
end;
End.

End;
end.
procedure TFEvalua Edit2Exit(Sender: TObject);
begin
  Edit2.Text:="";
  Edit2.Visible:=False;
end.

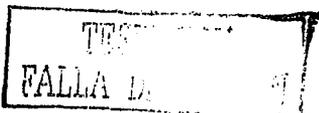
procedure TFEvalua Edit2DbClick(Sender: TObject);
Var Valor:real;
    Code:Integer;
begin
  Val(Edit2.Text,Valor,Code);
  If (0 < Valor) And (Valor <= 9)
  Then Begin
    StringGrid3.Cells[StringGrid3.Col,StringGrid3.Row]:=Edit2.Text;
    Edit2.Text:="";
    Edit2.Visible:=False;
  End
  Else ShowMessage(' Valor NO Valido'+ #13 + #10 +
    'El Valor Debe Ser Mayor que 0' + #13 + #10 +
    ' y Menor o Igual a 9');
end.

procedure TFEvalua Edit2KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
Var Valor:real;
    Code:Integer;
begin
  Case Key of
    Chr(0) : chr(7) ShowMessage('Caracter NO Valido');
    Chr(8) :
    Chr(9) : chr(12) ShowMessage('Caracter NO Valido');
    Chr(13) :Begin
      Val(Edit2.Text,Valor,Code);
      If (0 < Valor) And (Valor <= 9)
      Then Begin
        StringGrid3.Cells[StringGrid3.Col,StringGrid3.Row]:=Edit2.Text;
        Edit2.Text:="";
        Edit2.Visible:=False;
      End
      Else ShowMessage(' Valor NO Valido'+ #13 + #10 +
        'El Valor Debe Ser Mayor que 0' + #13 + #10 +
        ' y Menor o Igual a 9');
    End;
    Chr(14) : chr(26) ShowMessage('Caracter NO Valido');
    Chr(27) :Begin
      Edit2.Text:="";
      Edit2.Visible:=False;
    End;
    Chr(28) : chr(45) ShowMessage('Caracter NO Valido');
    Chr(47) : ShowMessage('Caracter NO Valido');
    Chr(58) : chr(255) ShowMessage('Caracter NO Valido');
  end;
end;
end;
unit Global;

interface
const Epsilon = 0.0001;
  Tabla : Array [1..15] of real =(1.1,0.58,0.90,1.12,1.24,1.32,1.41,1.45,1.49,
  1.51,1.48,1.56,1.57,1.59);

Type Matriz10x10 = Array [1..10,1..10] of Real;
  Matriz5x10 = Array [1..5,1..10] of Real;
  Matriz5x5 = Array [1..5,1..5] of Real;
  Vector10 = Array [1..10] of real;
  Vector5 = Array [1..5] of real;
  Texto = String [25];
  Datos = Record
    NumNiveles: Integer;
    NumAlternativas : Integer;
    ArrNivelesVal : array [1..6] of integer;
    TextoFoco : Texto;
    Textos : Array [1..6,1..10] of Texto;
    Mat01,
    Mat11,Mat12,Mat13,Mat14,Mat15,

```



```

Mat16,Mat17,Mat18,Mat19,Mat110.
Mat21,Mat22,Mat23,Mat24,Mat25,
Mat26,Mat27,Mat28,Mat29,Mat10,
Mat31,Mat32,Mat33,Mat34,Mat35,
Mat36,Mat37,Mat38,Mat39,Mat310,
Mat41,Mat42,Mat43,Mat44,Mat45,
Mat46,Mat47,Mat48,Mat49,Mat410 : Matnz10x10;
Mat51,Mat52,Mat53,Mat54,Mat55,
Mat56,Mat57,Mat58,Mat59,Mat510 : Matnz10x10;
End.
var DimX, DimY : Real;
ResX, ResY : Integer;
Archivo : File of Datos;
Dato : Datos;
NomArch : String;
NumNiveles : Integer;
ArrNivelesVal : array [1..6] of integer;
TextoFoco : String;
Textos : Array [1..6,1..10] of String;
Mat01,
Mat11,Mat12,Mat13,Mat14,Mat15,Mat16,Mat17,Mat18,Mat19,Mat110,
Mat21,Mat22,Mat23,Mat24,Mat25,Mat26,Mat27,Mat28,Mat29,Mat210,
Mat31,Mat32,Mat33,Mat34,Mat35,Mat36,Mat37,Mat38,Mat39,Mat310,
Mat41,Mat42,Mat43,Mat44,Mat45,Mat46,Mat47,Mat48,Mat49,Mat410 Matriz10x10;
Mat0 : Vector10;
Mat1,Mat2,Mat3,Mat4 : Matnz10x10;
MatResultado1,MatResultado2,MatResultado3,MatResultado4,
Mat5 : Matnz10x10;
Vector1 : Vector10;
VectorResultado,Vector2 : Vector10;
Mat51,Mat52,Mat53,Mat54,Mat55,
Mat56,Mat57,Mat58,Mat59,Mat510 : Matnz10x10;
Lamda,landamax,Ro : Real;
OK, NormOk : Boolean;
implementation
end
unit Graficas.
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
Buttons, ExtCtrls, TeeProcs, TeEngine, Chart, Series, StdCtrls;
type
TFgraficas = class(TForm)
Regresar : TSpeedButton;
Terminar : TSpeedButton;
Ayuda : TSpeedButton;
Chart1 : TChart;
Series1 : TPieSeries;
Imprimir : TSpeedButton;
PrintDialog1 : TPrintDialog;
Series2 : TBarSeries;
RadioGroup1 : TRadioGroup;
RadioButton1 : TRadioButton;
RadioButton2 : TRadioButton;
procedure TerminarClick(Sender: TObject);
procedure RegresarClick(Sender: TObject);
procedure FormShow(Sender: TObject);
procedure ImprimirClick(Sender: TObject);
procedure RadioButton2Click(Sender: TObject);
procedure RadioButton1Click(Sender: TObject);
procedure AyudaClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end
var
Fgraficas : TFgraficas;
implementation
(SR * DFM)
Uses Global;
procedure TFgraficas.FormCreate(Sender: TObject);
Var Lugares : Real;
begin
DimX := ResX/640;
DimY := ResY/480;
Fgraficas.Width :=Round(640 * DimX);
Fgraficas.Height :=Round(480 * DimY);
Fgraficas.Left :=Round((ResX - Fgraficas.Width) / 2);
Fgraficas.Top :=Round((ResY - Fgraficas.Height) / 2);
Chart1.Height := Round(385 * DimY);
Chart1.Title.Font.Size := Round(8 * DimY);
Regresar.Width := Round(90 * DimX);
Regresar.Height := Round(30 * DimY);
Regresar.Font.Size := Round(7 * DimX);
Lugares := (Fgraficas.Width - 5 * Regresar.Width) / 6;
Regresar.Left := Round(Lugares);
Regresar.Top := Round(Fgraficas.Height - Regresar.Height - 25 * DimY);
Terminar.Width := Regresar.Width;
Terminar.Height := Regresar.Height;
Terminar.Font.Size := Regresar.Font.Size;

```

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

```

Terminar Left := Regresar Left + Regresar.Width + Round(Lugares)
Terminar Top := Regresar Top;
Imprimir Width := Regresar.Width;
Imprimir Height := Regresar.Height;
Imprimir Font Size := Regresar Font Size;
Imprimir Left := Terminar Left + Terminar.Width + Round(Lugares);
Imprimir Top := Regresar Top;
Ayuda Width := Regresar.Width;
Ayuda Height := Regresar.Height;
Ayuda Font Size := Regresar Font Size;
Ayuda Left := Imprimir Left + Imprimir.Width + Round(Lugares)
Ayuda Top := Regresar Top;
RadioGroup1.Width := Round(90 * DimX);
RadioGroup1.Height := Round(50 * DimY);
RadioGroup1.Font Size := Regresar Font Size;
RadioGroup1.Left := Ayuda Left + Ayuda.Width + Round(Lugares + 10 * DimX);
RadioGroup1.Top := Regresar Top + Round(20 * DimY);
RadioButton1.Width := Round(60 * DimX);
RadioButton1.Height := Round(15 * DimY);
RadioButton1.Font Size := Regresar Font Size;
RadioButton1.Left := RadioGroup1.Left + Round(15 * DimX);
RadioButton1.Top := RadioGroup1.Top + Round(15 * DimY);
RadioButton2.Width := RadioButton1.Width;
RadioButton2.Height := RadioButton1.Height;
RadioButton2.Font Size := Regresar Font Size;
RadioButton2.Left := RadioButton1.Left;
RadioButton2.Top := RadioButton1.Top + Round(15 * DimY);
end;
procedure TFGráficas.TerminarClick(Sender: TObject);
begin
Application.Terminate;
end;
procedure TFGráficas.RegresarClick(Sender: TObject);
begin
Close;
end;
procedure TFGráficas.FormShow(Sender: TObject);
begin
RadioButton1.Checked:=True;
RadioButton2.Checked:=False;
While Series1.Count > 0 do
Begin
Series1.Delete(0);
Chart1.Repaint;
End;
While Series2.Count > 0 do
Begin
Series2.Delete(0);
Chart1.Repaint;
End;
With Series1 do
Begin
If Dato.NumAlternativas >= 1
Then Add(VectorResultado[1], Dato.Textos[6,1],clGreen);
If Dato.NumAlternativas >= 2
Then Add(VectorResultado[2], Dato.Textos[6,2],clRed);
If Dato.NumAlternativas >= 3
Then Add(VectorResultado[3], Dato.Textos[6,3],clYellow);
If Dato.NumAlternativas >= 4
Then Add(VectorResultado[4], Dato.Textos[6,4],clPurple);
If Dato.NumAlternativas >= 5
Then Add(VectorResultado[5], Dato.Textos[6,5],clBlue);
If Dato.NumAlternativas >= 6
Then Add(VectorResultado[6], Dato.Textos[6,6],clTeal);
If Dato.NumAlternativas >= 7
Then Add(VectorResultado[7], Dato.Textos[6,7],clWhite);
If Dato.NumAlternativas >= 8
Then Add(VectorResultado[8], Dato.Textos[6,8],clGray);
If Dato.NumAlternativas >= 9
Then Add(VectorResultado[9], Dato.Textos[6,9],clMaroon);
If Dato.NumAlternativas >= 10
Then Add(VectorResultado[10], Dato.Textos[6,10],clAqua);
With Chart1.Title.Text do
begin
Clear;
Add('Porcentajes del objetivo ' + Dato.TextoFoco);
end;
end;
Chart1.Repaint;
end;
With Series2 do
Begin
If Dato.NumAlternativas >= 1
Then Add(VectorResultado[1], Dato.Textos[6,1],clGreen);
If Dato.NumAlternativas >= 2
Then Add(VectorResultado[2], Dato.Textos[6,2],clRed);
If Dato.NumAlternativas >= 3
Then Add(VectorResultado[3], Dato.Textos[6,3],clYellow);
If Dato.NumAlternativas >= 4
Then Add(VectorResultado[4], Dato.Textos[6,4],clPurple);
If Dato.NumAlternativas >= 5
Then Add(VectorResultado[5], Dato.Textos[6,5],clBlue);
If Dato.NumAlternativas >= 6
Then Add(VectorResultado[6], Dato.Textos[6,6],clTeal);
If Dato.NumAlternativas >= 7

```

TESIS CON
FALLA DE CUBIEN

```

Then Add(VectorResultado[7],Dato.Textos[6,7],clwhite);
If Dato.NumAlternativas >= 8
Then Add(VectorResultado[8],Dato.Textos[6,8],clgray);
If Dato.NumAlternativas >= 9
Then Add(VectorResultado[9],Dato.Textos[6,9],clMaroon);
If Dato.NumAlternativas >= 10
Then Add(VectorResultado[10],Dato.Textos[6,10],clAqua);
With Chart1.Title.Text do
begin
Clear;
Add('Porcentajes del objetivo ' + Dato.TextoFoco);
end;
Chart1.Repaint;
End;
Series2.Active:=False;
Series1.Active:=True;
end;
procedure TFGraficas.ImprimirClick(Sender: TObject);
var NumCopias: Integer;
begin
if PrintDialog1.Execute
Then Begin
NumCopias:=PrintDialog1.Copies;
For i:=1 to NumCopias do
Chart1.Print;
end;
end;
procedure TFGraficas.RadioButton2Click(Sender: TObject);
begin
Series1.Active:=False;
Series2.Active:=True;
end;
procedure TFGraficas.RadioButton1Click(Sender: TObject);
begin
Series2.Active:=False;
Series1.Active:=True;
end;
procedure TFGraficas.AyudaClick(Sender: TObject);
begin
ShowMessage('1 - En esta pantalla siempre aparecerá en su inicio la gráfica en
#13#10# forma de pastel , mostrando las relevancias finales de las
#13#10# alternativas evaluadas . Oprimiendo el botón izquierdo del Mouse
#13#10# con su puntero sobre el círculo blanco a la izquierda de la
#13#10# palabra Barras, cambiará la presentación de los resultados a
#13#10# una gráfica de barras '
#13#10#
#13#10#2 - Botón "Terminar": Oprimiendo el botón izquierdo del Mouse con
#13#10# su puntero sobre este botón terminará el programa de cómputo.'
#13#10#
#13#10#3 - Botón "Imprimir": Oprimiendo el botón izquierdo del Mouse con
#13#10# su puntero sobre este botón, aparecerá la pantalla de impresión,
#13#10# permitiendo la impresión de lo plasmado en esta pantalla.'
#13#10#
#13#10#4 - Botón "Ayuda": Oprimiendo el botón izquierdo del Mouse con su
#13#10# puntero sobre este botón aparecerá esta ventana de ayuda.';
end;
end;
unit Matrices;
interface
Uses Global_Grids;
Procedure Limpia(Grid : TStringGrid; x, y : Integer);
Procedure Despliega1(Grid : TStringGrid; Matriz : Matriz5X10);
Procedure Despliega10x10(Grid : TStringGrid; Matriz : Matriz10X10);
Procedure Despliega3(Grid : TStringGrid; Matriz : Vector10);
Procedure DespliegaVect10(Grid : TStringGrid; Matriz : Vector10);
Procedure Normaliza10x10(Matriz : Matriz10x10; Var Vectorx : Vector10;
Dimension : Integer);
Procedure Normaliza5(Matriz : Matriz5x5; Var Vectorx : Vector5;
Dimension : Integer);
Procedure MultiplicaMat10xVect10(Matriz1 : Matriz10x10; Matriz2 : Vector10;
Var Matriz3 : Vector10);
Procedure Multiplica2(Matriz1 : Matriz5x10; Matriz2 : Matriz10x10;
Var Matriz3 : Matriz5x10);
Procedure MultiplicaMat10xMat10(Matriz1, Matriz2 : Matriz10x10;
Var Matriz3 : Matriz10x10);
Procedure LimpiaMatrices;
implementation
( Uses Principal;
Procedure Limpia(Grid : TStringGrid; x, y : Integer);
Var i,j : Integer;
Begin
Grid.ColCount := y;
Grid.RowCount := x;
For i := 1 to x do
For j := 1 to y do
Grid.Cells[i-1,j-1] := '';
End;
Procedure Despliega1(Grid : TStringGrid; Matriz : Matriz5X10);
Var i,j : Integer;
Text0 : String;
Begin
For i := 1 to 5 do
For j := 1 to 10 do
Text0 := '';
End;

```

TESTEADO
FALLA DE ORIGEN

```

        Str(Matriz[i,j] 6 3.Texto);
        Grid.Cells[j-1,i-1] := Texto;
    End.
End.
Procedure Desplega10x10(Grid: TStringGrid; Matriz : Matriz10X10);
Var i,j Integer;
    Texto String;
Begin
    For i := 1 to 10 do
        For j := 1 to 10 do
            Begin
                Str(Matriz[i,j] 6 3.Texto);
                Grid.Cells[j-1,i-1] := Texto;
            End.
        End.
    End.
Procedure Desplega3(Grid:TStringGrid,Matriz:Vector10);
Var i Integer;
    Texto String;
Begin
    For i := 1 to 10 do
        Begin
            Str(Matriz[i] 6 3.Texto);
            Grid.Cells[0,i-1] := Texto;
        End.
    End.
Procedure DesplegaVect10(Grid : TStringGrid; Matriz : Vector10);
Var i Integer;
    Texto String;
Begin
    For i := 1 to 10 do
        Begin
            Str(Matriz[i] 6 3.Texto);
            Grid.Cells[0,i-1] := Texto;
        End.
    End.
Procedure Normaliza10x10(Matriz : Matriz10x10; Var Vectorx : Vector10;
    Dimension : Integer);
Const datos = 10;
Var i, k Integer;
    a Matriz10x10;
    producto,
    suma Real;
    C Vector10;
(Var i,j,k,l Integer;
a,b,b1 Matriz 10x10;
C,C1,C2,Y Vector10;
a,b,b1 Matriz 10x10;
Z,producto,suma, suma1, suma2, suma3, IC,
Norma, Norma1 Real)
Begin
    For i := 1 to 10 do
        Vectorx[i] = 0;
        a = Matriz;
        For i := 1 to dimension do
            begin
                producto = 1;
                For k = 1 to dimension do
                    producto = producto * a[k,i];
                C[i] := producto;
            End.
            For i := 1 to dimension do
                C[i] = exp((1-dimension)*(ln(C[i])));
            suma = 0;
            For i := 1 to dimension do
                Suma = suma + c[i] ;
            i := 1;
            Repeat
                C1[i] = C[i]/suma;
            Inc(i);
            Until i > dimension;
            MultiplicaMat10xVect10(a,c1,c);
            i := 1;
            Repeat
                C2[i] = C[i]/C1[i];
            Inc(i);
            Until i > dimension;
            suma3 = 0;
            i := 1;
            Repeat
                Suma3 = suma3 + c2[i] ;
            Inc(i);
            Until i > dimension;
            landamax :=Suma3/dimension;
            IC := (landamax - dimension)/ (dimension - 1 );
            Norma := 0;
            i := 1;
            Repeat
                Norma := Norma + C[i] * Y[i];
            Inc(i);
            Until i > Datos;
            Norma := Sqr(Norma);
            i := 1;
            Repeat

```

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN.

```

j := 1;
Repeat
  b[j,i] := a[j,i]/Norma;
  Inc(j);
Until j > Datos;
C1[i] := C[i]/Norma;
Inc(i);
Until i > Datos;
i := 0;
OK := False;
While (i <= 25) And Not OK do
  begin
    Inc(i);
    i := 1;
    Repeat
      j := 1;
      Repeat
        suma1 := 0;
        k := 1;
        Repeat
          suma1 := suma1 + b[k,i] * b[j,k];
          Inc(k);
        Until k > datos;
        b1[j,i] := suma1;
        Inc(j);
      Until j > datos;
      Inc(i);
    Until i > datos;
    i := 1;
    Repeat
      suma := 0;
      j := 1;
      Repeat
        suma := suma + b1[j,i] * Y[j];
        Inc(j);
      Until j > datos;
      c[i] := suma;
      Inc(i);
    Until i > datos;
    suma := 0;
    i := 1;
    Repeat
      suma := suma + c[i] * Y[i];
      Inc(i);
    Until i > datos;
    Norma1 := sqrt(suma);
    i := 1;
    Repeat
      j := 1;
      Repeat
        b1[j,i] := b1[j,i]/Norma1;
        Inc(j);
      Until j > datos;
      C1[i] := C[i]/Norma1;
      c2[i] := C[i] - C1[i];
      Inc(i);
    Until i > datos;
    z := 0;
    i := 1;
    Repeat
      z := z + c2[i] * c2[i];
      Inc(i);
    Until i > datos;
    z := sqrt(z);
    if z < Epsilon
      Then Begin
        OK := True;
        suma := 0;
        i := 1;
        Repeat
          suma := suma + c[i] * Y[i];
          Inc(i);
        Until i > datos;
        i := 1;
        Repeat
          C[i] := C[i]/suma;
          Vectorx[i] := C[i];
          Inc(i);
        Until i > datos;
        i := 1;
        Repeat
          suma := 0;
          j := 1;
          Repeat
            suma := suma + a[j,i] * c[j];
            Inc(j);
          Until j > datos;
          suma1 := 0;
          i := 1;
          Repeat

```

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

```

suma := suma + Y[i] * c[i];
suma1 := suma + c[i] * c[i];
Inc(i);
Until i > datos;
Lamda := abs(suma/suma1);
Ro := Abs(Lamda - Dimension)/(Dimension - 1);
End
Else Begin
i := 1;
Repeat
j := 1;
Repeat
b[j,i] = b1[j,i];
Inc(j);
Until j > Datos;
c1[i] = c[i];
Inc(i);
Until i > datos;
End.
End.)
End.
Procedure Normaliza5(Matriz : Matriz5x5; Var Vectorx : Vector5;
Dimension Integer);
Const datos = 5;
Var i,j,k,l Integer;
C,C1,C2,Y Vector5;
a,b,b1 Matriz5x5;
z,suma,suma1;
Norma,Norma1 Real;
Begin
For i = 1 to 5 do
Vectorx[i] = 0;
a = Matriz;
i = 1;
Repeat
Y[i] := 1;
Inc(i);
Until i > datos;
i := 1;
Repeat
Suma = 0;
k = 1;
Repeat
Suma = Suma + a[k,i] * Y[k];
Inc(k);
Until k > datos;
C[i] = Suma;
Inc(i);
Until i > datos;
Norma := 0;
i = 1;
Repeat
Norma = Norma + C[i] * Y[i];
Inc(i);
Until i > Datos;
Norma = Sqrt(Norma);
i := 1;
Repeat
j = 1;
Repeat
b[j,i] = a[j,i]/Norma;
Inc(j);
Until j > Datos;
C1[i] = C[i]/Norma;
Inc(i);
Until i > Datos;
i := 0;
OK := False;
While (i <= 25) And Not OK do
begin
Inc(i);
i := 1;
Repeat
j := 1;
Repeat
suma1 = 0;
k = 1;
Repeat
suma1 = Suma1 + b[k,i] * b[j,k];
Inc(k);
Until k > datos;
b1[j,i] = suma1;
Inc(j);
Until j > datos;
Inc(i);
Until i > datos;
i := 1;
Repeat
suma := 0;
j := 1;
Repeat
suma := suma + b1[j,i] * Y[j];
Inc(j);
Until j > datos;

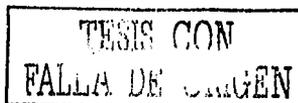
```

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

```

c[i] := suma;
Inc(i);
Until i > datos;
suma := 0;
i := 1;
Repeat
Suma := suma + c[i] * Y[i];
Inc(i);
Until i > datos;
Norma1 := sqrt(suma);
i := 1;
Repeat
j := 1;
Repeat
b1[j,i] := b1[j,i]/Norma1;
Inc(j);
Until j > datos;
C[i] := C[i]/Norma1;
c2[i] := C[i] - C1[i];
Inc(i);
Until i > datos;
z := 0;
i := 1;
Repeat
z := z + c2[i]*c2[i];
Inc(i);
Until i > datos;
z:=sqrt(z);
if z < Epsilon
Then Begin
OK := True;
suma := 0;
i := 1;
Repeat
suma := suma + c[i] * Y[i];
Inc(i);
Until i > datos;
i := 1;
Repeat
C[i] := C[i]/suma;
Vectorx[i] := C[i];
Inc(i);
Until i > datos;
i := 1;
Repeat
suma := 0;
j := 1;
Repeat
suma := suma + a[j,i] * c[j];
Inc(j);
Until j > datos;
Y[i] := suma;
Inc(i);
Until i > datos;
suma := 0;
suma1 := 0;
i := 1;
Repeat
suma := suma + Y[i] * c[i];
suma1 := suma1 + c[i] * c[i];
Inc(i);
Until i > datos;
Lamda := Abs(suma/suma1);
Ro := abs(Lamda - Dimension)/(Dimension - 1);
End
Else Begin
i := 1;
Repeat
j := 1;
Repeat
b[j,i] = b1[j,i];
Inc(j);
Until j > Datos;
c1[i] = c[i];
Inc(i);
Until i > datos;
End;
End;
End;
End;
Procedure MultiplicaMat10xVect10(Matriz1 : Matriz10x10; Matriz2 : Vector10;
Var Matnz3 : Vector10);
Var i,j,k : Integer;
Begin
For j = 1 to 10 do
Begin
Matriz3[j] := 0;
For k = 1 to 10 do
Matriz3[j] := Matriz3[j] + Matriz1[k,j] * Matriz2[k];
End;
End;
End;
Procedure Multiplica2(Matriz1:Matriz5x10;Matriz2:Matriz10x10;Var Matr z3:Matriz5x10);
Var i,j,k : Integer;
Begin
For i = 1 to 5 do

```



```

For j = 1 to 10 do
  Begin
    Matriz3[i,j] = 0;
    For k = 1 to 10 do
      Matriz3[i,j] := Matriz3[i,j] + Matriz1[i,k] * Matriz2[k,j];
    End.
  End;
Procedure MultiplicaMat10xMat10(Matriz1, Matriz2 : Matriz10x10;
  Var Matriz3 : Matriz10x10);
  Var i,j,k : Integer;
  Begin
    For i = 1 to 10 do
      For j = 1 to 10 do
        Begin
          Matriz3[i,j] = 0;
          For k = 1 to 10 do
            Matriz3[i,j] := Matriz3[i,j] + Matriz1[i,k] * Matriz2[k,j];
          End.
        End.
      End.
    End.
  End.
Procedure LimpiaMatrices;
  Var i,j : Integer;
  begin
    For i = 1 to 10 do
      For j := 1 to 10 do
        Begin
          Dato Mat01[i,j] := 0;
          Dato Mat11[i,j] := 0;
          Dato Mat12[i,j] := 0;
          Dato Mat13[i,j] := 0;
          Dato Mat14[i,j] := 0;
          Dato Mat15[i,j] := 0;
          Dato Mat16[i,j] := 0;
          Dato Mat17[i,j] := 0;
          Dato Mat18[i,j] := 0;
          Dato Mat19[i,j] := 0;
          Dato Mat110[i,j] := 0;
          Dato Mat21[i,j] := 0;
          Dato Mat22[i,j] := 0;
          Dato Mat23[i,j] := 0;
          Dato Mat24[i,j] := 0;
          Dato Mat25[i,j] := 0;
          Dato Mat26[i,j] := 0;
          Dato Mat27[i,j] := 0;
          Dato Mat28[i,j] := 0;
          Dato Mat29[i,j] := 0;
          Dato Mat210[i,j] := 0;
          Dato Mat31[i,j] := 0;
          Dato Mat32[i,j] := 0;
          Dato Mat33[i,j] := 0;
          Dato Mat34[i,j] := 0;
          Dato Mat35[i,j] := 0;
          Dato Mat36[i,j] := 0;
          Dato Mat37[i,j] := 0;
          Dato Mat38[i,j] := 0;
          Dato Mat39[i,j] := 0;
          Dato Mat310[i,j] := 0;
          Dato Mat41[i,j] := 0;
          Dato Mat42[i,j] := 0;
          Dato Mat43[i,j] := 0;
          Dato Mat44[i,j] := 0;
          Dato Mat45[i,j] := 0;
          Dato Mat46[i,j] := 0;
          Dato Mat47[i,j] := 0;
          Dato Mat48[i,j] := 0;
          Dato Mat49[i,j] := 0;
          Dato Mat410[i,j] := 0;
        End.
      End.
    End.
  End.
  For i = 1 to 10 do
    For j = 1 to 10 do
      begin
        Dato Mat51[i,j] := 0;
        Dato Mat52[i,j] := 0;
        Dato Mat53[i,j] := 0;
        Dato Mat54[i,j] := 0;
        Dato Mat55[i,j] := 0;
        Dato Mat56[i,j] := 0;
        Dato Mat57[i,j] := 0;
        Dato Mat58[i,j] := 0;
        Dato Mat59[i,j] := 0;
        Dato Mat510[i,j] := 0;
      end.
    End.
  End.
  For j = 1 to 10 do
    Begin
      Dato Mat01[j] := 1;
      Dato Mat11[j] := 1;
      Dato Mat12[j] := 1;
      Dato Mat13[j] := 1;
      Dato Mat14[j] := 1;
      Dato Mat15[j] := 1;
      Dato Mat16[j] := 1;
      Dato Mat17[j] := 1;
      Dato Mat18[j] := 1;
      Dato Mat19[j] := 1;
      Dato Mat110[j] := 1;
    End.
  End.

```

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

```

Dato.Mat21[j,j] := 1;
Dato.Mat22[j,j] := 1;
Dato.Mat23[j,j] := 1;
Dato.Mat24[j,j] := 1;
Dato.Mat25[j,j] := 1;
Dato.Mat26[j,j] := 1;
Dato.Mat27[j,j] := 1;
Dato.Mat28[j,j] := 1;
Dato.Mat29[j,j] := 1;
Dato.Mat210[j,j] := 1;
Dato.Mat31[j,j] := 1;
Dato.Mat32[j,j] := 1;
Dato.Mat33[j,j] := 1;
Dato.Mat34[j,j] := 1;
Dato.Mat35[j,j] := 1;
Dato.Mat36[j,j] := 1;
Dato.Mat37[j,j] := 1;
Dato.Mat38[j,j] := 1;
Dato.Mat39[j,j] := 1;
Dato.Mat40[j,j] := 1;
Dato.Mat41[j,j] := 1;
Dato.Mat42[j,j] := 1;
Dato.Mat43[j,j] := 1;
Dato.Mat44[j,j] := 1;
Dato.Mat45[j,j] := 1;
Dato.Mat46[j,j] := 1;
Dato.Mat47[j,j] := 1;
Dato.Mat48[j,j] := 1;
Dato.Mat49[j,j] := 1;
Dato.Mat410[j,j] := 1;
End;
For i := 1 to 10 do
begin
Dato.Mat51[i,j] := 1;
Dato.Mat52[i,j] := 1;
Dato.Mat53[i,j] := 1;
Dato.Mat54[i,j] := 1;
Dato.Mat55[i,j] := 1;
Dato.Mat56[i,j] := 1;
Dato.Mat57[i,j] := 1;
Dato.Mat58[i,j] := 1;
Dato.Mat59[i,j] := 1;
Dato.Mat510[i,j] := 1;
End;
For i := 1 to 10 do
For j := 1 to 10 do
Begin
Mat1[i,j] := 0;
Mat2[i,j] := 0;
Mat3[i,j] := 0;
Mat4[i,j] := 0;
End;
For i := 1 to 10 do
Begin
Mat0[i] := 1;
Mat1[i,j] := 1;
Mat2[i,j] := 1;
Mat3[i,j] := 1;
Mat4[i,j] := 1;
End;
end;
end;
unit Principal;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
Buttons, StdCtrls, Spin, Grids;
type
TFPrincipal = class(TForm)
StaticText1: TStaticText;
Salir: TSpeedButton;
Continuar: TSpeedButton;
Ayuda: TSpeedButton;
Label3: TLabel;
Edit1: TEdit;
Label4: TLabel;
SpinEdit1: TSpinEdit;
Label5: TLabel;
SpinEdit2: TSpinEdit;
StringGrid1: TStringGrid;
Edit2: TEdit;
Limpia: TSpeedButton;
Carga: TSpeedButton;
Label7: TLabel;
procedure ContinuarClick(Sender: TObject);
procedure SpinEdit1Change(Sender: TObject);
procedure StringGrid1Click(Sender: TObject);
procedure Edit2KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
procedure SalirClick(Sender: TObject);
procedure SpinEdit2Change(Sender: TObject);
procedure LimpiaClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure CargaClick(Sender: TObject);
procedure Edit2Exit(Sender: TObject);
end;

```

TESIS COM
FALLA DE ORIGEN

```

procedure AyudaClick(Sender: TObject);
procedure FormShow(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;
var
TFPrincipal, TFPrincipal;
implementation
uses Global, Matrices, Arbol, Archivos;
(SR * DM);
TFPrincipal FormCreate(Sender: TObject);
var Lugares, Real;
begin
NormOk := False;
LimpiaMatrices;
ResX := Screen.Width;
ResY := Screen.Height;
DimX := ResX / 640;
DimY := ResY / 480;
TFPrincipal.Width := Round(500 * DimX);
TFPrincipal.Height := Round(300 * DimY);
TFPrincipal.Left := Round((ResX - TFPrincipal.Width) / 2);
TFPrincipal.Top := Round((ResY - TFPrincipal.Height) / 2);
(StaticText1.Width := Round(150 * DimX);
StaticText1.Height := Round(25 * DimY);
StaticText1.Font.Size := Round(10 * DimY);
StaticText1.Left := Round((TFPrincipal.Width - StaticText1.Width) / 2);
StaticText1.Top := Round(8 * DimY);
Label1.Font.Size := Round(6 * DimY);
Label1.Left := Round(10 * DimX);
Label1.Top := Round(8 * DimY);
Label1.Width := Round(110 * DimX);
Label1.Height := Round(25 * DimY);
Label1.Font.Size := Round(6 * DimY);
Label1.Left := Round((TFPrincipal.Width - Label1.Width - 10);
Label1.Top := Round(8 * DimY);
Label2.Font.Size := Round(6 * DimY);
Label2.Left := Round((TFPrincipal.Width - Label2.Width) / 2);
Label2.Top := Round(40 * DimY);
Label3.Font.Size := Round(10 * DimY);
Label3.Left := Round(10 * DimX);
Label3.Top := Round(75 * DimY);
Edit1.Width := Round(175 * DimX);
Edit1.Height := Label3.Height;
Edit1.Font.Size := Round(10 * DimY);
Edit1.Left := Round((Label3.Left + Label3.Width + 10 * DimX);
Edit1.Top := Round(75 * DimY);
Label4.Font.Size := Round(10 * DimY);
Label4.Left := Round(10 * DimX);
Label4.Top := Round(125 * DimY);
SpinEdit1.Width := Round(30 * DimX);
SpinEdit1.Height := Round(22 * DimY);
SpinEdit1.Font.Size := Round(10 * DimY);
SpinEdit1.Left := Round((Label4.Left + Label4.Width + 10 * DimX);
SpinEdit1.Top := Round(125 * DimY);
StringGrid1.Width := Round(25 * DimX);
StringGrid1.Height := Round(24 * DimY);
StringGrid1.DefaultColWidth := Round(22 * DimX);
StringGrid1.DefaultRowHeight := Round(22 * DimX);
StringGrid1.Font.Size := Round(8 * DimY);
StringGrid1.Left := Round((SpinEdit1.Left + SpinEdit1.Width + 1) * DimX);
StringGrid1.Top := Round(125 * DimY);
Edit2.Width := Round(25 * DimX);
Edit2.Font.Size := Round(11 * DimY);
Edit2.Left := Round((StringGrid1.Left + StringGrid1.Width + 10 * DimX);
Edit2.Top := Round(125 * DimY);
Label5.Font.Size := Round(10 * DimX);
Label5.Left := Round(10 * DimX);
Label5.Top := Round(175 * DimY);
SpinEdit2.Width := Round(30 * DimX);
SpinEdit2.Height := Round(22 * DimY);
SpinEdit2.Font.Size := Round(10 * DimX);
SpinEdit2.Left := Round((Label5.Left + Label5.Width + 10 * DimX);
SpinEdit2.Top := Round(175 * DimY);
Salir.Width := Round(90 * DimX);
Salir.Height := Round(30 * DimY);
Salir.Font.Size := Round(7 * DimX);
Lugares := (TFPrincipal.Width - 5 * Salir.Width) / 6;
Salir.Left := Round(Lugares);
Salir.Top := Round((TFPrincipal.Height - Salir.Height - 35 * DimY);
Continuar.Width := Salir.Width;
Continuar.Height := Salir.Height;
Continuar.Font.Size := Salir.Font.Size;
Continuar.Left := Salir.Left + Salir.Width + Round(Lugares);
Continuar.Top := Salir.Top;
Limpia.Width := Salir.Width;
Limpia.Height := Salir.Height;
Limpia.Font.Size := Salir.Font.Size;
Limpia.Left := Continuar.Left + Continuar.Width + Round(Lugares);
Limpia.Top := Salir.Top;
Cargar.Width := Salir.Width;
Cargar.Height := Salir.Height;

```

TESIS CON
FALLA DE URGEN

```

Cargar.Font.Size = Sairr.Font.Size;
Cargar.Left := Limpia.Left + Limpia.Width + Round(Lugares);
Cargar.Top := Sairr.Top;
Ayuda.Width := Sairr.Width;
Ayuda.Height := Sairr.Height;
Ayuda.Font.Size := Sairr.Font.Size;
Ayuda.Left := Cargar.Left + Cargar.Width + Round(Lugares);
Ayuda.Top := Sairr.Top;
end;
procedure TFPPrincipal FormShow(Sender: TObject);
begin
  FPrincipal.WindowState := wsNormal;
end;
procedure TFPPrincipal SpinEdit1Change(Sender: TObject);
begin
  Edit2.Text := '';
  Edit2.Visible := False;
  StringGrid1.Width := Round(25 * DimX * SpinEdit1.Value);
  StringGrid1.ColCount := SpinEdit1.Value;
end;
procedure TFPPrincipal StringGrid1Click(Sender: TObject);
begin
  Edit2.Left := Round(StringGrid1.Left + StringGrid1.Col * StringGrid1.DefaultColWidth);
  Edit2.Text := '';
  Edit2.Visible := True;
end;
procedure TFPPrincipal Edit2KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
var Valor: Integer;
begin
  Case Key of
    Chr(0) : chr(7) ShowMessage('Caracter NO Valido');
    Chr(8) :
    Chr(9) : chr(12) ShowMessage('Caracter NO Valido');
    Chr(13) : Begin
      Valor := StrToInt(Edit2.Text);
      If Valor in [2..10]
      then Begin
        Dato.ArrNivelesVal[1 + StringGrid1.Col] := Valor;
        StringGrid1.Cells[StringGrid1.Col,0] := Edit2.Text;
        Edit2.Text := '';
        Edit2.Visible := False;
      End
      Else ShowMessage('Valor NO Valido. Debe Ser en [2..10]');
    End;
    Chr(14) : chr(26) ShowMessage('Caracter NO Valido');
    Chr(27) : Begin
      Edit2.Text := '';
      Edit2.Visible := False;
    End;
    Chr(28) : chr(47) ShowMessage('Caracter NO Valido');
    Chr(58) : chr(255) ShowMessage('Caracter NO Valido');
  end;
end;
procedure TFPPrincipal ContinuarClick(Sender: TObject);
var i: Integer;
Continua: Boolean;
begin
  Continua := True;
  If Edit1.Text <> ''
  Then Dato.TextoFoco := Edit1.Text
  Else Begin
    ShowMessage('No Tiene Objetivo');
    Continua := False;
  End;
  Dato.NumNiveles := SpinEdit1.Value;
  For i := 1 to Dato.NumNiveles do
    If Dato.ArrNivelesVal[i] = 0
    Then Begin
      ShowMessage('Cheque el Valor del Nivel ' + IntToStr(i));
      Continua := False;
    End;
  Dato.NumAlternativas := SpinEdit2.Value;
  Dato.ArrNivelesVal[6] := SpinEdit2.Value;
  If Continua Then FArbol.ShowModal;
end;
procedure TFPPrincipal salirClick(Sender: TObject);
begin
  Close;
end;
procedure TFPPrincipal SpinEdit2Change(Sender: TObject);
begin
  Dato.ArrNivelesVal[6] := SpinEdit2.Value;
end;
procedure TFPPrincipal LimpiaClick(Sender: TObject);
begin
  LimpiaMatrices;
end;
procedure TFPPrincipal CargarClick(Sender: TObject);
begin
  FArchivos.Caption := 'Cargar Trabajo';
  FArchivos.ShowModal;
end;
procedure TFPPrincipal Edit2Exit(Sender: TObject);
begin

```

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

```

Edit2 Text="";
Edit2 Visible=False;
end.
procedure TForm1.Principal.AyudaClick(Sender: TObject);
begin
ShowMessage('1.- Establezca Nombre del Objeto: Escriba el objetivo completo'
+#13+#10+' del diagrama del problema, al terminar oprima "Enter". Si'
+#13+#10+' desea corregir, solo corraja, y posteriormente oprima "Enter".'
+#13+#10+' 2.- Establezca Número de Niveles: Se debe escribir o seleccionar'
+#13+#10+' mediante las flechas, el número de niveles intermedios entre'
+#13+#10+' el Foco y Alternativas. Dependiendo del número seleccionado'
+#13+#10+' aparecerán el mismo número de ventanas en blanco o más a la'
+#13+#10+' izquierda será el nivel próximo al foco, en cada una de ellas'
+#13+#10+' escriba el número de criterios que se evaluarán en cada nivel,'
+#13+#10+' y de "Enter" para salvarlo, para no perder el valor escrito.'
+#13+#10+' 3.- Establezca Número de Alternativas. Escriba o Seleccione'
+#13+#10+' mediante las flechas el número de alternativas que se'
+#13+#10+' evaluarán en cada problema, al final de "Enter".'
+#13+#10+' 4.- Botón "Salir" Al seleccionar este botón se terminará el'
+#13+#10+' programa de cómputo.'
+#13+#10+' 5.- Botón "Continuar" Al seleccionar este botón, al terminar de'
+#13+#10+' definir el problema o al terminar de cargar un problema, de'
+#13+#10+' archivo, se pasará a la siguiente pantalla del programa.'
+#13+#10+' 6.- Botón "Limpia Matrices" Al seleccionar este botón todas las'
+#13+#10+' matrices evaluadas previamente se pondrán en cero.'
+#13+#10+' 7.- Botón "Cargar" Al seleccionar este botón, permitirá abrir'
+#13+#10+' una ventana para seleccionar un archivo con extensión punto'
+#13+#10+' Dat (.dat), con problemas resueltos con anterioridad.'
+#13+#10+' 8.- Botón "Ayuda" Al seleccionar este botón aparecerá esta'
+#13+#10+' ventana de ayuda').
end.

```

```

End
unit Resultados.
interface
uses

```

```

Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
Buttons, StdCtrls, Grids,
type

```

```

TFResultados = class(TForm)
Regresar: TSpeedButton;
Ayuda: TSpeedButton;
StringGrid1: TStringGrid;
StringGrid2: TStringGrid;
StringGrid3: TStringGrid;
Continuar: TSpeedButton;
Multiplica: TSpeedButton;
procedure RegresarClick(Sender: TObject);
procedure TerminarClick(Sender: TObject);
procedure ContinuarClick(Sender: TObject);
procedure MultiplicaClick(Sender: TObject);
procedure AyudaClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
private
( Private declarations )
public
( Public declarations )
DimX, DimY: Real;
end

```

```

var
FResultados: TFResultados;
implementation
(SR = DFM)
Uses Global.Principal, Matrices, Evaluacion, Graficas;
procedure TFResultados.FormCreate(Sender: TObject);

```

```

begin
DimX = Screen.Width / 640;
DimY = Screen.Height / 480;
FResultados.Width = Round(640 * DimX);
FResultados.Height = Round(480 * DimY);
FResultados.Left = Round((Screen.Width - FResultados.Width) / 2);
FResultados.Top = Round((Screen.Height - FResultados.Height) / 2);
StringGrid1.Width = Round(369 * DimX);
StringGrid1.Height = Round(177 * DimY);
StringGrid1.DefaultColWidth = Round(8 * DimX);
StringGrid1.DefaultRowHeight = Round(15 * DimX);
StringGrid1.Font.Size = Round(8 * DimY);
StringGrid1.Left = Round(0 * DimX);
StringGrid1.Top = Round(0 * DimY);
StringGrid2.Width = Round(369 * DimX);
StringGrid2.Height = Round(177 * DimY);
StringGrid2.DefaultColWidth = Round(35 * DimX);
StringGrid2.DefaultRowHeight = Round(15 * DimX);
StringGrid2.Font.Size = Round(8 * DimY);
StringGrid2.Left = Round(0 * DimX);
StringGrid2.Top = Round(184 * DimY);
StringGrid3.Width = Round(257 * DimX);
StringGrid3.Height = Round(177 * DimY);
StringGrid3.DefaultColWidth = Round(35 * DimX);
StringGrid3.DefaultRowHeight = Round(15 * DimX);
StringGrid3.Font.Size = Round(8 * DimY);
StringGrid3.Left = Round(1376 * DimX);
StringGrid3.Top = Round(128 * DimY);
Regresar.Width = Round(115 * DimX);

```

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

```

Regresar.Height := Round(35 * DimY);
Regresar.Font.Size := Round(10 * DimX);
Lugares := (FResultados.Width - 4 * Regresar.Width) / 5;
Regresar.Left := Round(Lugares);
Regresar.Top := Round(FResultados.Height - Regresar.Height - 25 * DimY);
Continuar.Width := Regresar.Width;
Continuar.Height := Regresar.Height;
Continuar.Font.Size := Regresar.Font.Size;
Continuar.Left := Regresar.Left + Regresar.Width + Round(Lugares);
Continuar.Top := Regresar.Top;
Multiplica.Width := Regresar.Width;
Multiplica.Height := Regresar.Height;
Multiplica.Font.Size := Regresar.Font.Size;
Multiplica.Left := Continuar.Left + Continuar.Width + Round(Lugares);
Multiplica.Top := Regresar.Top;
Ayuda.Width := Regresar.Width;
Ayuda.Height := Regresar.Height;
Ayuda.Font.Size := Regresar.Font.Size;
Ayuda.Left := Multiplica.Left + Multiplica.Width + Round(Lugares);
Ayuda.Top := Regresar.Top;
end;
procedure TFResultados.RegresarClick(Sender: TObject);
begin
  Close;
end;
procedure TFResultados.TerminarClick(Sender: TObject);
begin
  Application.Terminate;
end;
procedure TFResultados.ContinuarClick(Sender: TObject);
begin
  FGráficas.ShowModal;
end;
procedure TFResultados.MultiplicaClick(Sender: TObject);
begin
  Limpia(StringGrid1, 10, 10);
  Despliega10x10(StringGrid1, Mat5);
  Limpia(StringGrid2, 10, 10);
  Despliega10x10(StringGrid2, Mat4);
  Limpia(StringGrid3, 10, 10);
  ShowMessage('Calculo de Matriz5 X Matriz4');
  MultiplicaMat10xMat10(Mat5, Mat4, MatResultado1);
  Limpia(StringGrid3, 10, 10);
  Despliega10x10(StringGrid3, MatResultado1);
  ShowMessage('Voy a Limpiar el Resultado 1');
  Limpia(StringGrid3, 10, 10);
  Limpia(StringGrid1, 10, 10);
  Despliega10x10(StringGrid1, MatResultado1);
  Limpia(StringGrid2, 10, 10);
  Despliega10x10(StringGrid2, Mat3);
  Limpia(StringGrid3, 10, 10);
  ShowMessage('Calculo de Resultado1 X Matriz3');
  MultiplicaMat10xMat10(MatResultado1, Mat3, MatResultado2);
  Limpia(StringGrid3, 10, 10);
  Despliega10x10(StringGrid3, MatResultado2);
  ShowMessage('Voy a Limpiar el Resultado 2');
  Limpia(StringGrid3, 10, 10);
  Limpia(StringGrid1, 10, 10);
  Despliega10x10(StringGrid1, MatResultado2);
  Limpia(StringGrid2, 10, 10);
  Despliega10x10(StringGrid2, Mat2);
  Limpia(StringGrid3, 10, 10);
  ShowMessage('Calculo de Resultado2 X Matriz2');
  MultiplicaMat10xMat10(MatResultado2, Mat2, MatResultado3);
  Limpia(StringGrid3, 10, 10);
  Despliega10x10(StringGrid3, MatResultado3);
  ShowMessage('Voy a Limpiar el Resultado 3');
  Limpia(StringGrid3, 10, 10);
  Limpia(StringGrid1, 10, 10);
  Despliega10x10(StringGrid1, MatResultado3);
  Limpia(StringGrid2, 10, 10);
  Despliega10x10(StringGrid2, Mat1);
  Limpia(StringGrid3, 10, 10);
  ShowMessage('Calculo de Resultado3 X Matriz1');
  MultiplicaMat10xMat10(MatResultado3, Mat1, MatResultado4);
  Limpia(StringGrid3, 10, 10);
  Despliega10x10(StringGrid3, MatResultado4);
  ShowMessage('Voy a Limpiar el Resultado 4');
  Limpia(StringGrid3, 10, 10);
  Limpia(StringGrid1, 10, 10);
  Despliega10x10(StringGrid1, MatResultado4);
  Limpia(StringGrid2, 10, 1);
  Despliega3(StringGrid2, Mat0);
  Limpia(StringGrid3, 10, 10);
  ShowMessage('Calculo de Resultado4 X Matriz0');
  MultiplicaMat10xVect10(MatResultado4, Mat0, VectorResultado);
  Limpia(StringGrid3, 10, 1);
  DespliegaVect10(StringGrid3, VectorResultado);
end;
procedure TFResultados.AyudaClick(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage('1 - Botón "Multiplica": Oprimiendo el botón izquierdo del Mouse'
  + #13 + #10 + ' con su puntero sobre este botón se iniciará la solución'
  + #13 + #10 + ' matemática de las matrices correspondientes a los del' + #13 + #10 + 'arentes');
end;

```

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

```

+#13+#10* niveles declarados para el problema, después de haber hecho
+#13+#10* lo anterior aparecerá una ventana a la cual se deberá le
+#13+#10* oprimir la palabra OK nueve veces para terminar de resolver
+#13+#10* el problema matemático.
+#13+#10
+#13+#10*2 - Botón "Continuar": Oprimiendo el botón izquierdo del Mouse
+#13+#10* con su puntero sobre este botón al terminar de efectuar las
+#13+#10* multiplicaciones de las matrices, se pasará a la siguiente
+#13+#10* pantalla del programa. Se pone énfasis en que para hacer lo
+#13+#10* anterior necesariamente se debió de haber resuelto lo las
+#13+#10* multiplicaciones ya que de lo contrario los resultados
+#13+#10* finales serán erróneos.
+#13+#10
+#13+#10*3 - Botón "Ayuda" Oprimiendo el botón izquierdo del Mouse con
+#13+#10* su puntero sobre este botón aparecerá esta ventana de ayuda.);
end.
end
```