



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

CENTRO DE INVESTIGACION EN COMPUTACION

***“ENSAYO DEL MODELO DE CALIDAD APLICADO A
SOFTWARE DE MINERÍA DE DATOS”***

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACION**

PRESENTA:

MARILUPE GARCIA MARQUEZ

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN C. GILBERTO L. MARTINEZ LUNA

MEXICO DF.

JUNIO 2003

“ESSAY OF A QUALITY MODEL FOR DATA MINING SOFTWARE”

ABSTRACT

This work presents an investigation about the quality software standards ISO-IEC 9126 and ISO-IEC 14598 with the purpose of recognizing the importance of its application during the developing software stage.

In this sense, it is established the need for implementing the quality of software during the stages of design, build and implantation to achieve a final product with a high percentage of quality.

Furthermore, aiming at measuring the quality, it is established the need for relying on a procedure that enable us to measure the qualities of the product, as well as to determine the scales for measuring.

After that, it is introduced an essay of a quality software model for data mining products, which was obtained through the adaptation of the quality model proposed by the ISO-IEC 9126 standard and the evaluation procedure proposed by the ISO-IEC 14598 standard for the specific requirements of data mining software.

As part of this essay, it is also included the analysis, design and application called DAMSE's (Data Mining Software Evaluation) user's manual, which permits to measure the necessary metrics obtaining as a result the percentage of quality.

Finally in order to test the proposed model of quality, the quality of the chosen data mining software is measured based on the already established criteria by the author. This way, it is obtained the percentage of quality for the acceptance or rejection of the already assessed software.

This work is aimed at organization, companies and final users who need to choose quickly and effectively the most suited software to fulfill their data mining software requirements.

Key words: Software Quality, Process of Evaluation of Software Quality, Metric, Data Mining .

“ENSAYO DEL MODELO DE CALIDAD APLICADO A SOFTWARE DE MINERÍA DE DATOS”

RESUMEN

Este trabajo presenta una investigación acerca de los estándares de calidad de software ISO-IEC 9126 e ISO-IEC 14598, con la finalidad de reconocer la importancia de su aplicación durante la etapa de desarrollo de software.

En este sentido, se plantea la necesidad de aplicar la calidad de software en las etapas de diseño, construcción e implantación para lograr un producto final con un alto porcentaje de calidad.

Asimismo, con el propósito de medir la calidad, se establece la necesidad de contar con un procedimiento que permita medir las cualidades del producto, así como determinar las escalas de medición y los criterios de evaluación.

Posteriormente, se presenta el ensayo de un modelo de calidad de software para productos de Minería de Datos, el cual es obtenido mediante la adecuación del modelo de calidad propuesto en la norma ISO-IEC-9126, y el procedimiento de evaluación propuesto en la norma ISO-IEC 14598, a los requerimientos particulares del software de minería de datos.

También se incluye, como parte de este ensayo, el análisis, diseño y manual de usuario de la aplicación llamada DAMSE (Data Mining Software Evaluation, Evaluación de Software de Minería de Datos), la cual permite realizar la medición de las métricas necesarias proporcionando como resultado el porcentaje de calidad.

Finalmente, para probar el modelo de calidad propuesto, se realiza la medición de la calidad del software de Minería de Datos seleccionado, con base en criterios establecidos por la autora. De esta manera, es obtenido el porcentaje de calidad, en el cual, se fundamenta la aceptación o rechazo del software evaluado.

Este trabajo esta dirigido a organizaciones, empresas y usuarios finales que necesiten seleccionar en forma rápida y eficaz el software más adecuado, para cubrir sus requerimientos de Minería de Datos.

Palabras clave: Calidad de Software, Proceso de Evaluación de Calidad de Software, Métrica, Minería de Datos.

INDICE

	Página.
Abstract	i
Resumen	ii
Índice	lii
Índice de figuras	iv
Índice de tablas	vi
Glosario	vii
Organización del trabajo	ix
1 INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problemas	2
1.3 Propuesta	3
1.4 Justificación	4
1.5 Objetivos	5
1.6 Alcances	5
1.7 Beneficios esperados	5
Resumen	6
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE CALIDAD.	7
2.1 Calidad de software	7
2.2 Evaluación de calidad de software	7
2.3 Modelos de evaluación de la calidad de software	13
2.4 Estándares de evaluación de software	20
Resumen	24
3 PROCESO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD.	25
3.1 Aspectos Generales	25
3.2 Características del proceso de evaluación	25
3.3 Etapas del proceso de evaluación	25
Resumen	32
4 MODELADO DEL PROCESO DE EVALUACIÓN PARA SOFTWARE DE MINERÍA DE DATOS.	33
4.1 Establecer los requerimientos de evaluación	33
4.2 Especificación de la evaluación	39
4.3 Diseño de la evaluación	47
4.4 Ejecución de la evaluación	48
4.5 Concluir la evaluación.	48
Resumen	48
5 APLICACIÓN DEL PROCESO DE EVALUACIÓN A SOFTWARE DE MINERÍA DE DATOS INCLUYENDO LA HERRAMIENTA DAMSE	49
5.1 Características Generales de la aplicación DAMSE	49
5.2 Análisis y Diseño de la aplicación DAMSE	49
5.3 Ejecución de la evaluación	57
5.4 Resultados de la evaluación	72
5.5 Interpretación de resultados	73
5.6 Conclusiones de la evaluación	74
Resumen	75
6 CONCLUSIONES	76
6.1 Recomendaciones	76
6.2 Conclusiones	76
6.3 Trabajos Futuros	77
BIBLIOGRAFÍA	78
APÉNDICE A. MANUAL DE USUARIO DE DAMSE	79

INDICE DE FIGURAS

Figura.	Título	Página
1.1	Esquema de la problemática inicial	2
1.2	Esquema del trabajo propuesto.	4
2.1	Métricas orientadas al tamaño	9
2.2	Cálculo de métricas de punto de función	10
2.3	Características, subcaracterísticas y atributos de calidad	10
2.4	Relación entre las diferentes calidades.	12
2.5	Factores de Calidad de Software según McCall	13
2.6	Tabla de factores y métricas de calidad	15
2.7	Características y subcaracterísticas de la Metodología de Aseguramiento de Calidad de software, Parte I.	18
2.7	Características y subcaracterísticas de la Metodología de Aseguramiento de Calidad de software, Parte II.	19
2.8	Características y subcaracterísticas de la norma ISO-9126-2, Parte I	21
2.8	Características y subcaracterísticas de la norma ISO-9126-2, Parte II	22
3.1	Proceso de Evaluación	26
3.2	Calidad en el ciclo de vida del software	28
3.3	Relación entre medidas	28
3.4	Modelo de Calidad para Software, según ISO/IEC 9126	29
3.5	Rangos de niveles de métricas	32
4.1.A	Modelo del Proceso de Evaluación para software de minería de datos (contexto).	35
4.1.B	Modelo del Proceso de Evaluación para software de minería de datos (detalle).	36
4.2	Relación de Cualidades a medir vs. Características	37
4.3	Relación de características y subcaracterísticas que conforman el modelo de calidad	38
4.4	Especificación del Modelo de Calidad para el Software de Minería de Datos	39
4.5	Esquema de criterios de evaluación para Software de Minería de Datos.	46
5.1	Diagrama de flujo de la aplicación DAMSE	51
5.2	Diagrama de flujo del modelo de Medición de calidad.	52
5.3	Diagrama de flujo del modelo de Reporte final	53
5.4	Diccionario de datos	54
5.5	Diagrama Entidad-Relación de la aplicación DAMSE	55
5.6	Relación entre las entidades de la aplicación DAMSE	56
5.7	Resultado de la pregunta ¿Cuál técnica de minería de datos usa regularmente?	58
5.8	Resultado de la pregunta ¿Cuál formato usa para contener los datos para realizar minería?.	58
5.9	Resultado de la pregunta ¿Qué herramienta de minería de datos usa?	59
5.10	Resultado de la pregunta ¿Dónde aplica la minería de datos?	59
5.11	Estructura de la base de datos Foodmart	65
5.12	El cubo formado por la dimensiones seleccionadas	65
5.13	Reglas de asociación encontradas	66
5.14	Casos frecuentes donde el soporte es mayor de 10%	66
5.15	Reglas de asociación con confianza mayor a 50%	67
5.16	Base de datos referentes a las ventas y ganancias de un supermercado.	68
5.17	Reglas de asociación encontradas con confianza mayor a 80%	68
5.18	Medición de las Características Funcionalidad y Confiabilidad	69
5.19	Medición de la Característica Usabilidad, Parte 1	70
5.20	Medición de la Característica Usabilidad, Parte 2	70
5.21	Medición de las Características Eficiencia y Portabilidad.	71
5.22	Reporte Final del minero DBMiner	72
5.23	Esquema de Criterios de evaluación	73
5.24	Tabla comparativa de los diferentes software seleccionados	74

Figura.	Título	Página
A.1	Pantalla Principal de DAMSE	79
A.2	Pantalla Principal con la opción Nuevo	80
A.3	Pantalla Medición de Características- Captura de Datos.	81
A.4	Pantalla Medición de Características- Valores y porcentajes.	82
A.5	Pantalla Medición de Características- Transacción exitosa.	82
A.6	Pantalla Medición de Características- Cancelación.	83
A.7	Pantalla principal de DAMSE. Opción Abrir.	84
A.8	Consulta de un registro existente.	85
A.9	Cuestionario de métricas.	86
A.10	Pantalla Selección de software para emitir el reporte	87
A.11	Muestra del reporte final.	88
A.12	Cancelación de la transacción de la emisión del reporte.	88
A.13	Pantalla Principal. Menú Escala / Criterios de Evaluación.	89
A.14	Valores de niveles de medición.	90
A.15	Criterios de Evaluación.	90
A.16	Pantalla Principal DAMSE Menú ?	91
A.17	Pantalla de la ayuda en línea.	91
A.18	Identificación de DAMSE	92
A.19	Pantalla Principal. Opción Salir	92

INDICE DE TABLAS

Tabla	Título	Página
4.1	Métricas de la subcaracterística de Consistencia. Característica Funcionalidad.	40
4.2	Métricas de la subcaracterística de Integridad. Característica Funcionalidad.	40
4.3	Métricas de la subcaracterística de Exactitud. Característica Confiabilidad.	40
4.4	Métricas de la subcaracterística de Tolerancia de errores. Característica Confiabilidad.	41
4.5	Métricas de la subcaracterística de Recuperabilidad. Característica Confiabilidad	41
4.6	Métricas de la subcaracterística de Comprensión. Característica Usabilidad.	41
4.7	Métricas de la subcaracterística de Aprendizaje. Característica Usabilidad.	41
4.8	Métricas de la subcaracterística de Operabilidad. Característica Usabilidad.	42
4.9	Métricas de la subcaracterística de Comportamiento. Característica Eficiencia	42
4.10	Métricas de la subcaracterística de Utilización de recursos. Característica Eficiencia	43
4.11	Métricas de la subcaracterística de Adaptabilidad . Característica Portabilidad	43
4.12	Métricas de la subcaracterística de Inestabilidad. Característica Portabilidad	43
4.13	Escala numérica y su significado.	43
4.14	Métricas nuevas relacionadas a Minería de Datos.	44
4.15	Métricas nuevas relacionadas aspectos generales	45
5.1.A	Características del software.	62
5.1.B	Características del software.	62
5.2	Precios de software	63
5.3	Condiciones de operación	63

GLOSARIO

CONCEPTO	SIGNIFICADO
Atributo	Elemento componente de más bajo nivel de una subcaracterística de calidad del software utilizado para evaluar su calidad.
Calidad	Es un atributo relativo, una propiedad que depende de las cualidades del producto así como de las expectativas y necesidades del usuario, se define también como la valoración por los consumidores de la excelencia de un bien o servicio.
Calidad de software	Es el conjunto de propiedades y características del producto o servicio que le confiere su aptitud para satisfacer las necesidades del usuario final, según la ISO (International Organization for Standardization, Organización Internacional de Estándares).
Calidad en uso	Es el punto de vista del usuario en relación al funcionamiento del software y es medida en términos del resultado sobre el uso del software, así como las propiedades del propio software.
Calidad objetiva o interna	Se refiere al desarrollo del bien o servicio y a su grado de cumplimiento respecto a las especificaciones previamente establecidas.
Calidad rentable	Hace referencia al efecto global de la calidad sobre los costos de la empresa.
Calidad subjetiva o externa	Se entiende aquella calidad relacionada con los atributos de los bienes y servicios, así como su valoración por el cliente.
Característica de calidad del software	Propiedad del software mediante la cual es descrita y evaluada.
Ciclo de vida del software	Secuencia de etapas realizadas entre el análisis y el mantenimiento del software.
Clasificación	Acción de ubicar el valor medido en el nivel de categoría u orden correspondiente.
Criterios de evaluación	Conjunto de condiciones y reglas definidas y documentadas que son útiles para decidir si un software es aceptado o rechazado.
Escala	Sistema numérico en el cual se ubican las medidas para caracterizar un atributo.
Evaluación	Acción de aplicar un criterio a un módulo o producto del software con el propósito de determinar su aceptación.
Evaluación de calidad	Proceso de medición, clasificación y evaluación de la calidad de un elemento, en base a los atributos de calidad de software, para determinar si el software satisface con los requerimiento de calidad.
Evaluar	Valorar, fijar valor a una cosa.
Función	La instrumentación de un algoritmo en el programa con el cual el usuario o el programa pueden ejecutar la tarea de trabajo que realiza.
Herramienta de software	Software utilizado para apoyar desde el análisis, diseño, calculo, etc
Indicador	Algunas medidas pueden estimarse o calcularse a través de otras medidas, estas medidas son llamadas indicadores, y pueden ser útiles para estimar o predecir atributos que no pueden medirse directamente, o no puede medirse en absoluto sin un modelo.

CONCEPTO	SIGNIFICADO
Medición	Es el acto de determinar una medida. Acción de aplicar a un software una métrica de calidad de software.
Medición directa	Medición que se hace mediante la observación directa de un atributo.
Metodología	Conjunto de procedimientos para realizar una tarea específica.
Métrica	Es una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado.
Métrica externa	Es aquella que mide los atributos externos del software, es decir aquellos que pueden ser medidos solo durante la operación del software.
Métrica interna	Es aquella que mide los atributos internos del software, que son medidos en términos del mismo software, es decir pueden ser medidos al examinar el software, como una especificación o código de la fuente o el número de operandos o el número de puntos de decisión en el código etc.
Minería de datos	Es referida como descubrimiento de conocimiento en bases de datos (Knowledge Discovery in Databases, KDD), mediante procesos no triviales de extracción, de información previamente desconocida y potencialmente útil (tales como reglas de conocimiento, con restricciones y regularidades) desde bases de datos
Modelo	Objeto que se reproduce imitándolo. Representación en pequeña escala de su original.
Modelar	Ajustar a un modelo, copiarlo.
Modelado	Acción y efecto de modelar.
Modelo de calidad	Es un esquema que desglosa todas las características con sus subcaracterísticas correspondientes. Existen diversos modelos de calidad en los cuales generalmente representan la totalidad de los atributos de calidad de software, clasificados en una estructura de árbol jerárquica formada de características y subcaracterísticas
Módulo	Elemento o componente del software que tiene una función específica y una interfaz definida con el resto del sistema.
Proceso	Conjunto de actividades y tareas específicas en un periodo de tiempo, las cuales interrelacionadas con recursos transforman las entradas en productos de salida.
Proceso de evaluación	Es un conjunto de etapas que permiten medir la calidad del software.
Requerimientos de evaluación	Describen los objetivos de la evaluación, en particular los requerimientos proporcionados por el solicitante.
Software	El resultado del proceso del desarrollo del software. Es un software diseñado para entregarlo al usuario y que ha sido liberado para su uso.
Subcaracterística de calidad	Elemento componente de una característica de calidad de alto nivel. Una subcaracterística puede ser refinada en múltiples atributos.
Técnica	Estrategia formal para llevar a cabo una actividad o tarea.
Usuario	Persona que opera o interactúa directamente con el producto de software.
Validación	Proceso de evaluación de un producto de software para asegurar el cumplimiento de los requerimiento de calidad.

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

La manera de llevar a cabo el Ensayo del Modelo de Calidad de Software aplicado a software de Minería de Datos es la siguiente: en el capítulo 1 se da una breve introducción del tema y se plantea la problemática que motivo este trabajo y la propuesta para resolver ésta, asimismo se definen los objetivos y el alcance; en el capítulo 2, se mencionan los fundamentos teóricos de la calidad y el procedimiento para su evaluación en productos de software aplicando el concepto de métrica; en el capítulo 3, se describe el proceso de evaluación de software propuesto en las normas de referencia.

Posteriormente, en el capítulo 4 se presenta un modelo del proceso de evaluación y el modelo de calidad aplicado al software de Minería de Datos con los detalles específicos para este tipo de software.

En el capítulo 5 se muestra el análisis y diseño de la herramienta DAMSE (Data Mining Software Evaluation, Evaluación de Software de Minería de Datos), como parte de la aplicación del modelo de calidad propuesto sobre los software seleccionados, asimismo se muestra la medición del software DBMINER por medio de la herramienta DAMSE dando como resultado el porcentaje de calidad. Una vez obtenido el porcentaje de calidad, es interpretado por evaluador, y así se concluye entonces si el software es Aceptado o Rechazado.

En el capítulo 6, se muestra las recomendaciones, conclusiones y futuros trabajos.

La información referente a la aplicación DAMSE, como es el manual de usuario se encuentra en el apéndice A.

En el apéndice B, se presentan las direcciones de los sitios web correspondientes de los software de Minería de Datos seleccionados

1.INTRODUCCIÓN

La minería de datos es usada en diferentes áreas de investigación, por lo que la existencia de productos de software de este tipo disponibles en Internet, es cada día mayor. En base a ello, se plantea la problemática para medir la calidad de éstos productos, como una solución, se propone desarrollar un Ensayo del Modelo de Calidad aplicado a Software de Minería de Datos aplicando el concepto de métrica.

1.1 Antecedentes.

La capacidad de generación y recolección de datos en los últimos años se ha incrementado rápidamente. El uso extendido del código de barras para los productos comerciales, la automatización de los negocios y los avances en las herramientas de recolección de datos han suministrado una gran cantidad de datos. Millones de bases de datos han sido usadas en la administración de negocios, en ingeniería y muchas otras aplicaciones. El crecimiento explosivo en datos y bases de datos ha generado una urgente necesidad para técnicas y herramientas nuevas que puedan transformar automática e inteligentemente los datos procesados en información útil. Consecuentemente, la *Minería de Datos* ha venido a ser una área de investigación con un crecimiento importante.

La Minería de Datos, también es referida como KDD (Knowledge Discovery in Databases, Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos), mediante procesos no triviales de extracción, de información previamente desconocida y potencialmente útil desde bases de datos. El descubrimiento de conocimiento puede ser aplicado a la administración de información, procesamiento de consultas, toma de decisiones, control de procesos y muchas otras aplicaciones. Más aún, varias aplicaciones emergen para suministrar servicios de información, tales como servicios en línea y en Internet, éstas también usan diferentes técnicas de Minería de Datos para entender mejor la conducta de usuarios, para mejorar los servicios suministrados y así incrementar las oportunidades de negocios.

Existe una gran variedad de software de Minería de Datos en el mercado incluyendo Internet, éstos productos ofrecen múltiples opciones y alternativas para llevar a cabo el descubrimiento de conocimiento por medio de técnicas de Minería de Datos aplicadas a bases de datos.

Cuando alguna organización, empresa o usuario final desea revisar y seleccionar el software adecuado que satisfaga las necesidades, debe establecer las medidas para evaluar o medir la calidad del software, por supuesto que esta tarea no es sencilla, mucho menos para aquel usuario que desea seleccionar el software apropiado a sus necesidades de una manera eficaz debido a que su objetivo principal es descubrir la información sobre su caso específico.

Para llevar a cabo la selección de los productos que cumplan las necesidades del usuario, se necesitan tomar en cuenta varios factores que están involucrados, como son la satisfacción del cliente y la eficiencia del producto.

La satisfacción del cliente está relacionada con la calidad, que es la valoración de los consumidores y usuarios acerca del grado de excelencia de un servicio o producto.

1.2 Planteamiento del problema.

La problemática que motiva el tema de este trabajo de tesis es ¿cómo medir la calidad a un Software de Minería de Datos?, esto conlleva a cubrir diferentes tópicos mostrados en el esquema de la Figura 1.1 donde se presenta en forma integra esta situación.

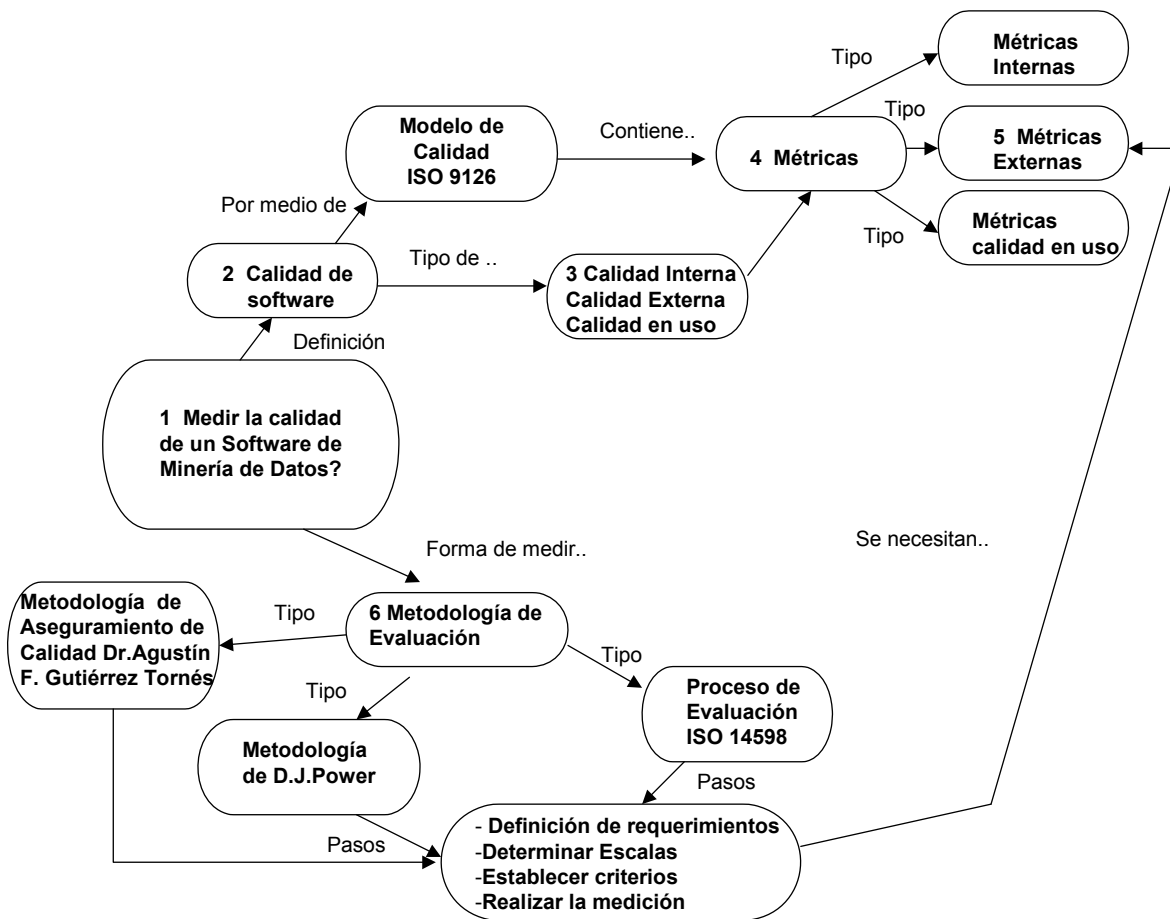


Figura. 1.1 Esquema de la problemática inicial.

Con la finalidad de explicar la problemática, a continuación se detallan algunos puntos relevantes:

1. Existen diferentes tipos de calidad, para este caso en particular es importante señalar el concepto de calidad de software como "el conjunto de propiedades y características del producto o servicio que le confiere su aptitud para satisfacer las necesidades del usuario final", según la ISO (International Organization for Standardization, Organización Internacional de Estándares).
2. La calidad de software se mide por medio de métricas clasificadas por características contenidas dentro del Modelo de Calidad propuesto en la Norma ISO-IEC 9126.
3. Existen diversos tipos de calidad, como es la calidad interna, externa y en uso

4. La métrica es una medida cuantitativa del grado que un sistema o producto posee un atributo determinado.
5. Las métricas externas propuestas en la norma ISO-IEC 9126 son aproximadamente 90, esta cantidad de métricas hace compleja la medición de la calidad de un software, cuando realmente el propósito es seleccionar entre varios productos de minería de datos el adecuado a las necesidades específicas.

Asimismo, es conveniente mencionar que la norma propone estas métricas para evaluar cualquier tipo de software, en este caso si el propósito es evaluar software de minería de datos, es necesario seleccionar las métricas afines a este tipo de software.

Para usar las métricas y aplicarlas de forma adecuada, es necesario un procedimiento para evaluar el software de minería de datos.

6. Existen metodologías de evaluación de software, que posteriormente se presentan en el Capítulo 2 en forma detallada, por el momento, es conveniente decir que en la mayoría de los casos las etapas principales son:
 - a) Definición de requerimientos.
 - b) Determinar escalas y criterios evaluación.
 - c) Realizar la evaluación.

Dentro de la etapa de realización de la evaluación, se mide la calidad por medio de las métricas adecuadas al tipo de software de que se trate.

1.3 Propuesta.

En base a lo anterior en este trabajo se propone, integrar y adecuar las cualidades especiales de este tipo de software en un modelo de calidad aplicado a software de minería de datos, como se muestra en la Figura 1.2.

Como parte del proceso de evaluación se desarrolla la aplicación DAMSE (Data Mining Software Evaluation, Evaluación de Software de Minería de Datos), para registrar y cuantificar las métricas y proporcionar el porcentaje de calidad.

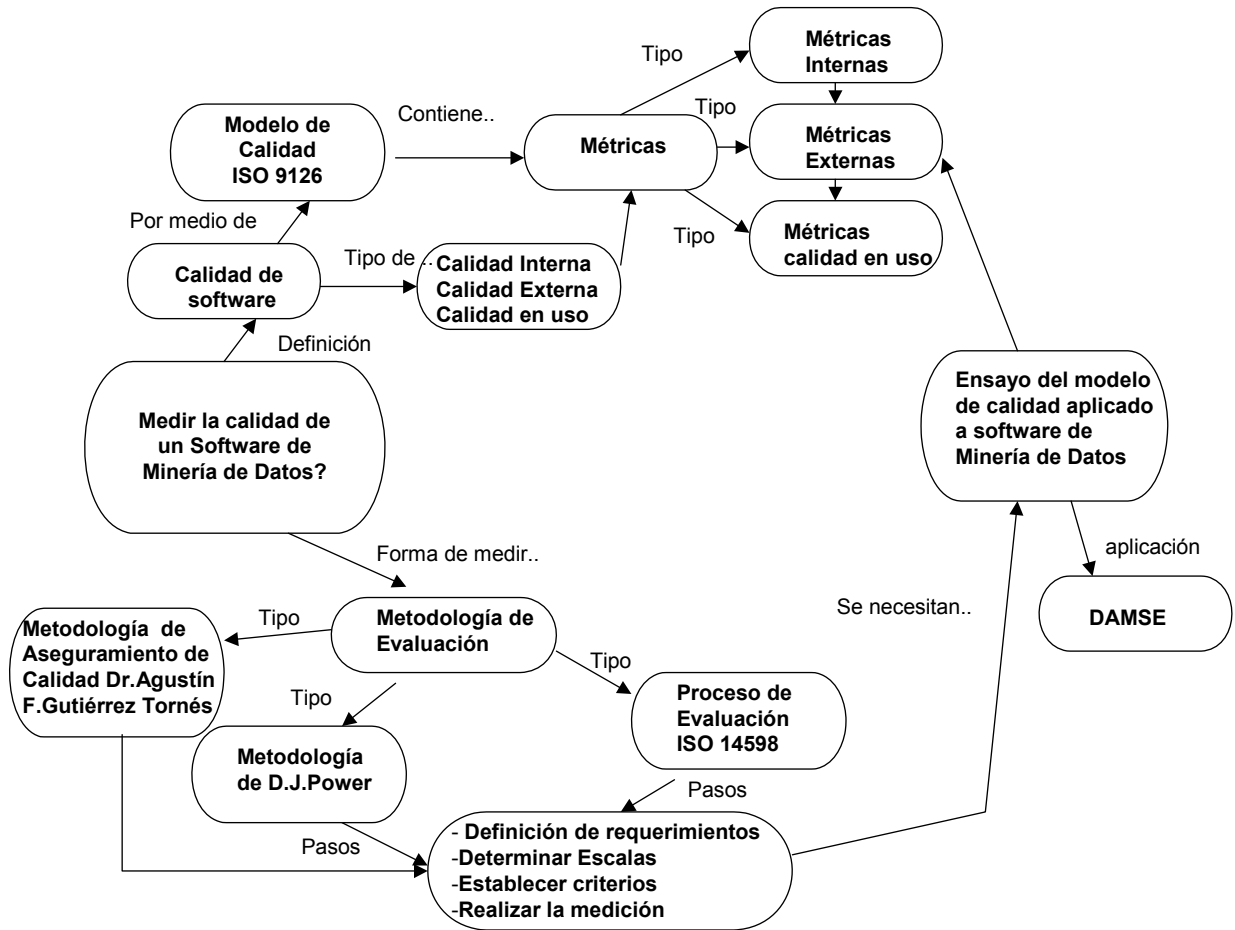


Figura. 1.2 Esquema del trabajo propuesto.

1.4 Justificación.

Existen diversos artículos y libros que tratan sobre la calidad del software, donde por medio de una metodología se establecen los pasos a seguir para medir los parámetros del software en forma general, como referencia se encuentran las normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC-14598.

Por esto es conveniente y necesario adecuar un modelo de calidad específico para software de minería de datos considerando sus cualidades especiales, para ello se deben comparar estas cualidades con las métricas propuestas en las normas establecidas y seleccionar una serie de métricas y adicionar nuevas relacionadas con las cualidades que no estén contempladas dentro de las propuestas en las normas.

Asimismo, se debe establecer un procedimiento que determine los pasos a seguir para medir este tipo de software y contar con una herramienta que permita cuantificar estas métricas, registrar el software en una base de datos para posteriores mediciones y obtener un reporte que muestre el porcentaje de calidad total, así como el valor numérico en todas las características medidas.

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo principal

El objetivo principal de este trabajo de tesis es establecer un modelo de calidad, así como también proponer un modelo del proceso de evaluación aplicado a software de minería de datos en base a la metodología indicada en las Normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC-14598.

1.5.2 Objetivos específicos

Seleccionar las medidas o métricas adecuadas para medir la calidad externa del software de minería de datos.

Desarrollar una aplicación que permita medir y cuantificar todas las métricas y obtener el porcentaje de calidad para software de minería de datos.

1.6 Alcances.

El alcance del presente trabajo es medir la calidad del software de minería de datos en la etapa de operación, debido a que los software disponibles se consideran productos terminados.

Por consiguiente, al adecuar y establecer el modelo de calidad específico para mineros, solo se consideran las métricas externas, que son aquellas medidas durante la operación y funcionamiento del software.

Se seleccionan el número de métricas externas mínimas necesarias para medir la calidad externa en software de minería de datos, con el fin agilizar la medición.

En cuanto al proceso de evaluación se consideran todas las etapas establecidas por la norma ISO-IEC 14598, sin embargo se adecua este proceso hacia algunas cualidades del software de minería de datos, en la etapa de ejecución se utiliza una aplicación que permite al usuario calcular el porcentaje de calidad y almacenar en una base de datos, el registro de evaluación del producto.

El resultado del proceso de evaluación es un reporte que muestra el porcentaje de calidad, así como los valores de todas las características consideradas y su interpretación respectiva.

1.7 Beneficios esperados.

Uno de los beneficios de este trabajo es la aportación de un documento donde se muestre un modelo de calidad específico para software de minería de datos, hacia la comunidad especializada en Minería de Datos.

Así también el desarrollo de una aplicación que permita la medición de la calidad de software de minería de datos.

Resumen.

La minería de datos es una área de investigación reciente y a tenido un auge importante en los últimos años debido a la necesidad de descubrir información no trivial y útil sobre bases de datos.

La existencia de productos de software de minería de datos disponibles en Internet es grande, por ello la selección es una tarea difícil porque el software elegido debe de cumplir con las necesidades del usuario como es la satisfacción del cliente. La satisfacción del cliente esta relacionada con la calidad del software.

Para medir la calidad de software es necesario establecer un modelo de calidad y un proceso de evaluación adecuado a las características especiales del software de minería de datos, por lo cual se propone desarrollar un ensayo del modelo de calidad aplicado a este tipo de software, mencionando los objetivos, alcances y beneficios de esta investigación, entre los cuales se encuentra una aplicación que permite medir la calidad y calcular el porcentaje de calidad.

En el Capítulo 2 se presentan los fundamentos teóricos sobre la calidad y se muestran las características principales de los diferentes modelos de evaluación de la calidad de software existentes.

2.FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE CALIDAD

Para la medición de la calidad de software es importante definir el concepto de calidad de software y métrica, así como las diversas clasificaciones que existen entorno a ésta, asimismo es relevante conocer los diferentes modelos de evaluación de la calidad de software que existen en bibliografía, como también las características principales de cada uno de ellos.

2.1 Calidad de software.

El objetivo primordial de la ingeniería del software es producir un sistema, aplicación o producto de calidad, es decir, que cumpla con las necesidades o requerimientos para lo cual fue creado. Para lograr este objetivo, los ingenieros del software deben aplicar métodos efectivos junto con herramientas modernas dentro del contexto de un proceso maduro de desarrollo del software.

Existe una definición estandarizada de la calidad proporcionado por ISO que dice: “es el conjunto de propiedades y características de un software o servicio que le confiere su aptitud para satisfacer las necesidades del usuario final”. Es importante mencionar que en la normatividad, se asume que la calidad de un software debe estar inmersa en las diversas etapas del proceso de desarrollo o producción del producto.

2.2 Evaluación de la calidad de software

La medición es fundamental para cualquier disciplina de ingeniería y la ingeniería de software, no es una excepción. Lord Kelvin, en una ocasión, dijo:

Cuando pueda medir lo que estás diciendo y expresarlo con números, ya conoces algo sobre ello; cuando no puedas medir, cuando no puedas expresar lo que dices con números, este conocimiento es precario y deficiente: puede ser el comienzo del conocimiento, pero en tus pensamientos apenas estas avanzando hacia el escenario de la ciencia.

La medición puede contribuir al aseguramiento de calidad mediante aportaciones tradicionales, como son: el control de los procesos, actividades y productos y la comprobación de si cumple los requisitos solicitados o si se consigue un cierto nivel de calidad. Desde este punto de vista, resulta prioritario comprender el modo en que la medición puede ayudar a evaluar la calidad de los productos, para esto es necesario considerar que el concepto de calidad es complejo como para ponderarlo mediante una única medida, es decir, resulta poco productivo la búsqueda de una evaluación que defina con un solo número o valor de la calidad de un producto.

En principio, la definición estandarizada de calidad remite a la satisfacción de necesidades expresadas. Por ello, se intenta asociar la calidad a la satisfacción del usuario, como lo indica [DOLADO2000].

De manera genérica, la calidad se define como la valoración de la excelencia por parte de los consumidores de un bien o servicio.

Se suelen distinguir tres clases de calidad: subjetiva, objetiva y la rentable. Por calidad subjetiva o externa, se entiende aquella relacionada con los atributos de los bienes y servicios, así como su valoración por el cliente. La calidad objetiva o interna, alude al desarrollo del bien o servicio y a su grado de cumplimiento respecto a las especificaciones previamente establecidas. Por último, la calidad rentable hace referencia al efecto global de la calidad sobre los costos de la empresa.

Para el presente trabajo, la calidad de referencia es la calidad subjetiva o externa, también llamada percibida, por que ésta es la relacionada con la satisfacción del cliente al usar el software.

Por consiguiente, es necesario mencionar que para medir la calidad subjetiva de un producto se realiza por medio de la medición de atributos específicos agrupados en características especiales llamadas métricas.

En el entorno de la calidad de software surge el concepto de métrica, importante para la evaluación del software, por lo tanto, a continuación se explica de manera integral.

2.2.1 Medida, métricas e indicadores.

Aunque los términos medida, medición y métricas se utilizan a menudo indistintamente, es importante destacar las diferencias entre ellos. Los términos medida y medición se pueden confundir, dentro del contexto de la ingeniería del software; una medida proporciona una indicación cuantitativa de las dimensiones, capacidad y tamaño de los atributos de un proceso o producto. La medición es el acto de determinar una medida. El IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos*) define la métrica como “una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo determinado”.

Cuando se ha recopilado un solo aspecto de los datos (p. Ej. el número de errores sin abarcar la revisión de un módulo), se ha establecido una medida. La medición aparece como resultado de la recopilación de uno o varios aspectos de los datos (p. Ej. se investiga un número de revisiones de módulos para recopilar medidas de los errores encontrados durante cada revisión). Una métrica del software muestra las medidas individuales sobre algún aspecto (p. Ej. el número medio de errores encontrados por revisión o por persona y hora en revisiones).

Un ingeniero de software recopila medidas y desarrolla métricas para obtener indicadores. Un indicador es una métrica o una combinación de métricas, que proporcionan una visión profunda del proceso del proyecto o del producto en sí, asimismo también proporciona una visión profunda que permite al gestor de proyectos o a los ingenieros del software ajustar el proceso, el proyecto o el producto para que las cosas salgan mejor.

Por ejemplo, cuatro equipos de software están trabajando en un proyecto grande de software. Cada equipo debe conducir revisiones del diseño, pero puede seleccionar el tipo de comprobación a realizar. Sobre el examen de la métrica, *errores encontrados por persona y hora consumida*, al gestor del proyecto se le notifica que dos equipos utilizan métodos de revisión formales, exhiben *errores encontrados por persona y hora consumida* y es un 40 por ciento mayor que otros equipos. Suponiendo que todos los parámetros son iguales, esto proporciona al gestor del proyecto un indicador, en el que los métodos de revisión formales pueden proporcionar un ahorro mayor en inversión de tiempo que otras revisiones. Esto puede sugerir que todos los equipos utilicen el enfoque más formal. La métrica proporciona al gestor una visión profunda y además le lleva a tomar decisiones fundamentadas.

2.2.2 Mediciones del Software.

Para definir claramente el concepto de métrica, a continuación se muestran algunas clasificaciones

Las mediciones del mundo físico se pueden clasificar de dos maneras: *medidas directas* (p. ej la longitud de un tornillo) y *medidas indirectas* (p. ej la calidad de los tornillos producidos y medidos, contando los artículos defectuosos). Las métricas del software se pueden categorizar de forma similar. Entre las medidas directas del producto se incluyen las Líneas De Código (LDC) producidas, velocidad de ejecución, tamaño de memoria y los defectos durante un periodo de tiempo establecido. Entre las medidas indirectas, se incluyen la funcionalidad, calidad, complejidad, eficiencia, fiabilidad, facilidad de mantenimiento, etc.

Otra clasificación de métricas, se refiere al tamaño y a la función que realiza el software.

2.2.3 Métricas orientadas al tamaño.

Las métricas del software orientadas al tamaño provienen de la normalización de las medidas de calidad y/o productividad, considerando el tamaño del software que se haya producido. Si una organización de software mantiene registros sencillos, se puede crear una tabla de datos orientados al tamaño, como se muestra en la Figura. 2.1, donde se listan los proyectos de desarrollo de software de los últimos años y las medidas correspondientes de cada proyecto.

Proyecto	LDC	Esfuerzo	\$ (000)	pp.doc	Errores	Defectos	Personas
Alfa	12,100	24	168	365	134	29	3
Beta	27,200	62	440	1224	321	86	5
Gamma	20,200	43	314	1050	256	64	6

Figura.2.1 Métricas orientadas al tamaño

Haciendo referencia a la entrada de la Figura 2.1 del proyecto alfa, se desarrollaron 12,100 líneas de código con 24 personas-mes y con un costo de 168,000 dólares. Debe tenerse en cuenta que el esfuerzo y el costo registrado en la tabla incluyen todas las actividades de ingeniería del software como es el análisis, diseño, codificación y prueba; además, se indica que se desarrollaron 365 páginas de documentación, se registraron 134 errores antes de que el software se entregara al cliente y se encontraron 29 errores después de entregarlo dentro del primer año de utilización, así también, se sabe que el proyecto fue desarrollado por 3 personas.

Para desarrollar métricas que se puedan comparar entre distintos proyectos, se seleccionan las líneas de código como valor de normalización. Con los datos mostrados en la Figura 2.1, se pueden desarrollar un conjunto de métricas simples orientadas al tamaño:

- Errores por KLDC (miles de líneas de código).
- Defectos por KLDC.
- \$ por LDC.

Además, se pueden calcular otras métricas interesantes:

- errores / personas-mes.
- LDC por persona-mes.
- \$/página de documentación.

2.2.4 Métricas orientadas a la función.

Las métricas del software orientadas a la función, utilizan como valor de normalización la funcionalidad entregada por la aplicación. La funcionalidad no se puede medir directamente, debe derivarse indirectamente mediante medidas directas. Las métricas orientadas a la función fueron propuestas por primera vez por [ALBRETCH79], quien sugirió una medida llamada punto de función. Los puntos de función se derivan con una relación empírica según las medidas contables (directas) del dominio de información del software y las evaluaciones de la complejidad del software.

Los puntos de función se calculan completando una tabla (véase la Figura.2.2). Se determinan 5 características de dominios de información, los valores se definen de la siguiente forma:

- a) Número de entradas de usuario. Se cuentan las entradas del usuario que pueden proporcionar diferentes datos orientados a la aplicación.

- b) Número de salidas del usuario. Se cuentan las salidas que se le proporcionan al usuario y la información orientada a la aplicación. En este contexto la salida se refiere a informes, pantallas, mensaje de error, etc. Los elementos de datos particulares dentro de un informe no se cuentan de forma separada.
- c) Número de peticiones de usuario. Una petición se define como una entrada interactiva que produce la generación de alguna respuesta inmediata en forma de salida interactiva, se cuenta cada petición por separado.
- d) Número de archivos. Se cuenta cada archivo maestro lógico. Un grupo lógico de datos puede ser parte de una gran base de datos o un archivo independiente.
- e) Número de interfaces externas. Se cuentan todas las interfaces legibles por la máquina, por ejemplo, archivos de cintas o discos que se utilizan para transmitir información a otro sistema.

Factor de ponderación						
	Cuenta	Simple	Medio	Complejo		
Número de entradas de usuario		X 3	4	6	=	
Número de salidas de usuario		X 4	5	7	=	
Número de peticiones de usuario		X 3	4	6	=	
Número de archivos		X 7	10	5	=	
Número de interfaces externas		X 5	7	10	=	
Total						

Figura.2.2 Cálculo de métricas de punto de función

La definición de los valores del dominio y la forma en que se calculan los puntos de función es compleja y debido, a que no está dentro del objetivo de este trabajo, sólo se menciona como referencia.

2.2.5 Características y subcaracterísticas.

Existen atributos o cualidades internos y externos que son medidos a través de métricas, en la norma ISO 9126 se mencionan tres niveles de medición, las características definen propiedades generales, las cuales son subdivididas dentro de subcaracterísticas y cada subcaracterística contiene una serie de métricas con las cuales se miden las cualidades del software, como se muestra en la Figura 2.3.

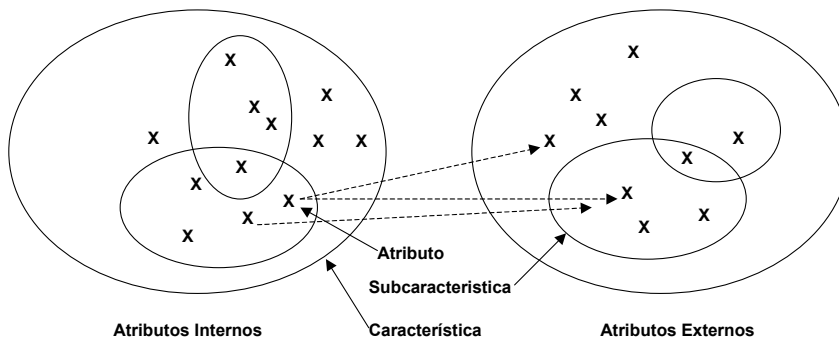


Figura. 2.3 Características, Subcaracterísticas y atributos de calidad.

2.2.6 Métrica Interna.

La métrica interna es aquella que mide los atributos internos del software, que son los que pueden ser medidos solamente en términos de él mismo, es decir, pueden ser medidos al examinar el software, como una especificación o el código fuente, el número de operandos o inclusive algo más complejo como es el número de puntos de decisión que existan en el código, durante el diseño y codificación. Cuando se está desarrollando un producto de software debe evaluarse, en cada etapa de diseño, la calidad usando métricas internas. El propósito principal de las métricas internas es asegurar que la calidad externa requerida se logre. La métrica interna proporciona beneficio a los usuarios, evaluadores y diseñadores, para que puedan medir la calidad del producto de software.

La medición de métricas internas utiliza números o frecuencias de elementos de composición de software, los cuales aparecen por ejemplo en declaraciones de código fuente, en gráficos de control, en flujo de datos y en las representaciones de estados de transición, por ejemplo en la evaluación de la documentación.

La métrica interna debe ser capaz de:

1. Representar la calidad del software en una etapa intermedia del desarrollo del producto, donde se incluyen características y subcaracterísticas definidas en ISO/IEC 9126-1, durante el desarrollo del software.
2. Guiar, planear e implementar la aplicación para mejorar los planes, programas o procesos, los cuales afectan las etapas intermedias del desarrollo del producto.
3. Verificar que el software cubra satisfactoriamente los requisitos de calidad requeridos.
4. Predecir la métrica externa así como la métrica de calidad en uso.

2.2.7 Métrica Externa.

La métrica externa es aquella que mide los atributos externos del software, aquellos que pueden ser medidos solo durante la operación del producto. Un ejemplo de esta métrica es el número de fallas experimentadas por el usuario en una tarea específica. Antes de adquirir o usar un producto del software, éste debe ser evaluado usando métricas basadas en objetivos comerciales relacionados al funcionamiento y dirección del producto, en una organización específica y un ambiente técnico adecuado. La métrica externa proporciona el beneficio a los usuarios, evaluadores, compradores y diseñadores, para que puedan evaluar la calidad del producto durante las etapas de pruebas o funcionamiento.

La métrica externa debe ser capaz de:

1. Representar la calidad del software durante la etapa de prueba y funcionamiento por medio de características y subcaracterísticas definidas en ISO/IEC 9126-1.
2. Validar que el software cumpla con los requisitos de calidad externa.
3. Predecir la calidad en uso.
4. Describir hasta que punto el producto del software satisface al usuario en cuanto a las necesidades durante el funcionamiento.

2.2.8 Relación entre las métricas externa e interna.

Cuando los requisitos de calidad de software se definen, se listan las características y subcaracterísticas de calidad del software que contribuyen a los requisitos de calidad. Entonces las métricas externas apropiadas y los rangos aceptables son especificados para cuantificar el criterio de calidad que sirve para validar si el software satisface las necesidades del usuario. Los atributos

de la calidad interna son entonces definidos para planear y lograr las características requeridas. Se determina la métrica interna, apropiada y el rango aceptable para cuantificar las características que se puedan usar y verificar que el software se encuentra con las especificaciones de calidad interna durante el desarrollo.

Es recomendable que la métrica interna sea usada para estrechar relaciones con la métrica externa, para que se puedan predecir los valores de las métricas externas. Sin embargo, generalmente es difícil diseñar un modelo teórico riguroso que proporcione una relación fuerte entre las métricas internas y las externas.

2.2.9 Métrica de Calidad en Uso.

La calidad en uso es el punto de vista del usuario con relación al funcionamiento del software y es medida en términos del resultado sobre el uso, así como las propiedades del propio software. La calidad en uso es un efecto combinado con las características de calidad de software del usuario.

La métrica de calidad en uso satisface las necesidades de usuarios finales para lograr metas con efectividad, productividad y satisfacción en un contexto específico de uso. La evaluación de la calidad en uso valida la calidad del software en escenarios de la operación por parte del usuario final.

La relación de calidad en uso hacia otras características de calidad de software depende del tipo de usuario:

- Para el usuario final, la calidad en uso es principalmente un resultado de funcionalidad, confiabilidad, utilidad y eficiencia.
- Para el usuario que mantiene el software, la calidad en uso es un resultado de mantenimiento.
- Para el usuario que porta el software, la calidad en uso es un resultado de portabilidad.

La calidad en uso puede ser influenciada por cualquiera de las características de calidad. El objetivo de calidad del software es lograr calidad en el uso del producto; en los sistemas de información, significa que los usuarios puedan llevar a cabo tareas específicas a un nivel requerido de productividad y satisfacción.

La calidad en uso depende de la calidad externa, de la misma forma esta calidad depende de la interna, asimismo la calidad interna influye en la externa e indiscutiblemente en la calidad en uso, como se muestra en la Figura 2.4.

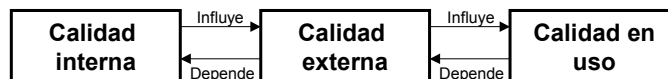


Figura 2.4 Relación entre las diferentes calidades

2.2.10 Indicadores.

Algunas medidas pueden estimarse o calcularse a través de otras medidas, que son conocidas como indicadores y son útiles para predecir atributos que no pueden medirse directamente o sin un modelo. Por ejemplo, el tiempo de respuesta no es medible en tanto que el software no este terminado y en cuyo caso, la longitud de la ruta (path) del programa puede utilizarse como un indicador para predecir el tiempo de respuesta a futuro antes de que el software llegue a ser un producto terminado.

2.3 Modelos de evaluación de la calidad de software.

La complejidad del concepto de calidad del software ha provocado la búsqueda de modelos de evaluación de calidad que pretenden aportar un medio, para definir este concepto en varias características sencillas y accesibles de evaluar o medir. Así, se encuentran varios modelos como son: el modelo de McCall, el modelo FURPS(Funcionalidad, Usability, Reliability, Performance, Supportability, Funcionalidad, Facilidad de Empleo, Fiabilidad, Rendimiento y Capacidad de Soporte), el modelo de la norma ISO/IEC 9126-2 y el modelo propuesto en [MACS99].

Para ello, a continuación se explican en forma general las características principales de estos modelos, con el objetivo de conocerlos y posteriormente, extraer de ellos las métricas necesarias para aplicarlas al software de minería de datos, lo cual es parte del modelo de calidad para el tipo de software propuesto en el presente trabajo.

2.3.1 Factores de calidad de McCall

Los factores que afectan a la calidad del software se clasifican en dos grandes grupos: aquellos que se pueden medir directamente (p.ej.: defectos por punto de función) y los que se pueden medir solo indirectamente (p.ej.: facilidad de uso o mantenimiento).

McCall y sus colegas [McCABE76] propusieron otra clasificación de factores que afectan a la calidad del software, éstos se concentran en tres aspectos importantes de un producto de software, las características operativas durante la ejecución, la capacidad de cambios o la transición del producto y su adaptabilidad o revisión. (véase Figura 2.5).

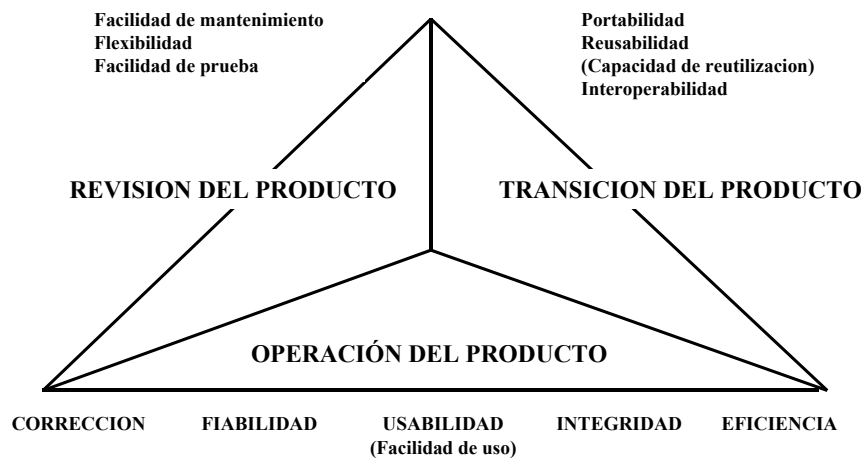


Figura 2.5 Factores de Calidad de Software según McCall.

Refiriéndose a los factores anotados en la Figura 2.5, McCall proporciona las siguientes descripciones:

Corrección. Hasta dónde satisface un programa su especificación y logra los objetivos de la misión del cliente.

Fiabilidad. Hasta dónde se puede esperar que un programa lleve acabo su función con la exactitud requerida. Hay que hacer notar que se han propuesto otras definiciones de fiabilidad más completas.

Eficiencia. La cantidad de recursos informáticos necesarios para que un programa realice su función.

Integridad. Hasta dónde se puede controlar el acceso al software o a los datos por personas no autorizadas.

Usabilidad (facilidad de manejo). La facilidad necesaria para aprender, operar, preparar los datos de entrada e interpretar las salidas (resultados) de un programa.

Facilidad de mantenimiento. El esfuerzo necesario para localizar y arreglar un error en un programa.

Flexibilidad. La facilidad para modificar un programa operativo.

Facilidad de prueba. El esfuerzo necesario para probar un programa, para asegurarse de que realiza la función requerida.

Portabilidad. La facilidad para transferir el programa de un entorno de sistema hardware y/o software a otro.

Reusabilidad (capacidad de reutilización). Hasta dónde se puede volver a emplear un programa [o partes del mismo programa] en otras aplicaciones, con relación al empaquetamiento y alcance de las funciones que realiza.

Interoperatividad. La facilidad para acoplar un sistema a otro.

Es difícil y en algunos casos imposible, desarrollar medidas directas de los factores de calidad, por tanto, se definen y emplean un conjunto de métricas para desarrollar expresiones para todos los factores de acuerdo con la siguiente relación:

$$F_q = c_1 m_1 + c_2 m_2 + \dots + c_m m_n$$

Donde F_q es un factor de calidad del software, c_n son coeficientes de regresión y m_n son las métricas que afectan al factor de calidad. La mayoría de las métricas definidas por McCall pueden evaluarse de manera subjetiva, pueden ir en forma de lista de comprobación y se emplea para "puntualizar" atributos específicos del software y el esquema de puntuación es una escala de 0 al 10. Se emplean las siguientes métricas en el esquema de puntuación:

Facilidad de auditoría. Esfuerzo necesario con el que se puede comprobar el cumplimiento de los estándares.

Exactitud. La exactitud de los cálculos y del control.

Estandarización de comunicaciones. Grado de empleo de estándares de interfaces, protocolos y anchos de banda.

Completez. Grado con que se ha logrado la implementación total de una función.

Concisión. Lo compacto que es el programa en términos de líneas de código.

Consistencia. El empleo de un diseño uniforme y de técnicas de documentación a lo largo del proyecto de desarrollo del software.

Estandarización de datos. El empleo de estructuras y tipos de datos estándares a lo largo del programa.

Tolerancia de error. La tolerancia al daño causado cuando un programa encuentra un error.

Eficiencia de ejecución. El rendimiento del funcionamiento de un programa.

Capacidad de expansión. El grado con que se puede ampliar el diseño arquitectónico, de datos o procedimental.

Generalidad. La amplitud de aplicación potencial de los componentes del programa.

Independencia del hardware. El grado con el que se desacopla el software del hardware donde opera.

Instrumentación. El grado con el que el programa vigila su propio funcionamiento e identifica los errores que ocurren.

Modularidad. La independencia funcional de componentes del programa.

Operatividad. La facilidad de operación de un programa.

Seguridad. La disponibilidad de mecanismos que controlan o protegen los programas y los datos de factores externos al software.

Autodocumentación. El grado con el que el código fuente proporciona documentación.

Simplicidad. El grado de facilidad con que se puede entender un programa.

Independencia del sistema software. El grado de independencia del programa respecto a las características del lenguaje de programación no estándar, características del sistema operativo y otras restricciones del entorno.

Trazabilidad. La capacidad de seguir una representación del diseño o un componente real del programa hasta los requisitos.

Formación. El grado en que ayuda el software a manejar el sistema a los nuevos usuarios.

La relación (X) entre los factores de calidad del software y las métricas se muestran en la Figura 2.6. Cabe mencionar que el peso que se asigna a cada métrica depende de los productos y negocios sociales.

Métrica de la calidad del software	Corrección	Confiabilidad	Eficiencia	Integridad	Mantenimiento	Flexibilidad	Capacidad de pruebas	Portabilidad	Reusabilidad	Interoperabilidad	Usabilidad
Factor de calidad											
Facilidad de auditoria				X			X				
Exactitud		X									
Estandarización de comunicaciones										X	
Complejión	X										
Complejidad		X				X	X				
Concisión			X		X	X					
Consistencia	X	X			X	X					
Estandarización de datos										X	
Tolerancia a errores		X									
Eficiencia de ejecución			X								
Capacidad de expansión						X					
Generalidad						X		X	X	X	
Independencia de hardware								X	X		
Instrumentación				X	X		X				
Modularidad		X		X	X	X	X		X	X	
Operatividad			X								X
Seguridad				X							
Autodocumentación					X	X	X	X	X		
Simplicidad		X			X	X	X				
Independencia del sistema								X	X		
Trazabilidad	X										
Facilidad de formación											X

Figura. 2.6 Tabla de factores y métricas de calidad

2.3.2. FURPS

Los factores de calidad descritos por McCall y sus colegas [PRESSMAN98] representaban sólo una de las muchas listas de comprobación sugeridas para la calidad del software. Hewlett-Packard ha desarrollado un conjunto de factores de calidad del software al que se le ha dado el acrónimo de FURPS (Functionality, Usability, Reliability, Performance, Supportability; Funcionalidad, Facilidad de empleo, Fiabilidad, Rendimiento y Capacidad de soporte). Los factores de calidad FURPS definen los siguientes atributos para cada uno de los cinco factores principales:

La *funcionalidad* se valora evaluando el conjunto de características y capacidades del programa, la generalidad de las funciones entregadas y la seguridad del sistema global.

La *facilidad* de uso se valora considerando valores humanos, estética, consistencia y documentación general.

La *fiabilidad* se evalúa midiendo la frecuencia y gravedad de los fallos, la exactitud de las salidas (resultados), el tiempo medio entre los fallos (TMEF) y la capacidad de predicción del programa.

El *rendimiento* se mide por la velocidad de procesamiento, el tiempo de respuesta, consumo de recursos, rendimiento efectivo total y eficacia.

La *capacidad de soporte* combina la capacidad de ampliar el programa (extensibilidad), adaptabilidad y servicios (estos tres atributos representan un término más común: mantenimiento), así como la capacidad de hacer pruebas, compatibilidad, capacidad de configuración.

Los factores de calidad FURPS y los atributos descritos anteriormente pueden usarse para establecer métricas de la calidad para todas las actividades del proceso del software.

[PRESSMAN98] habla sobre lo importante que es la determinación de la calidad:

La determinación de la calidad es un factor clave en los acontecimientos diarios: concurso de cata vinos, acontecimientos deportivos [por ejemplo, la gimnasia], concurso de talento, etc. En estas situaciones, la calidad se juzga de la manera más fundamental y directa: comparación de objetos unos a lado de otros bajo condiciones idénticas y conceptos predeterminados. El vino puede ser juzgado de acuerdo con su claridad, color, sabor, etc.

Sin embargo, este tipo de juicio es muy subjetivo; para que tenga algo de valor, debe hacerlo un experto.

La subjetividad y la especialización también influyen en la determinación de la calidad del software. Para resolver este problema, se necesita una definición de calidad del software más exacta así como una manera de obtener medidas cuantitativas de la calidad del software para hacer un análisis objetivo. Como no existe el conocimiento absoluto, no deberíamos esperar poder medir la calidad del software exactamente, ya que cada medición es parcialmente imperfecta.

Jacob Bronkowski describió una paradoja del conocimiento de la siguiente manera: «Año tras año ingeniamos instrumentos más exactos con los que observar la naturaleza con más exactitud. Y cuando miramos las observaciones estamos desconcertados de ver que todavía son confusas, y tenemos la sensación de que son tan inciertas como siempre».

2.3.3 Metodología para el aseguramiento de la calidad del software.

Esta metodología recopila los aspectos fundamentales del aseguramiento de calidad del software, en base a normas internacionales en materia de calidad, propone un modelo de evaluación y/o medición de la calidad del software durante todo el ciclo de vida.

La evaluación de la calidad de software que se propone en [MACS99], contempla las siguientes etapas:

- a) Estudio, análisis o investigación preliminar del proyecto.
- b) Análisis detallado y determinación de los requerimientos del software.
- c) Diseño general y detallado del software.
- d) Prueba de aceptación del software.
- e) Operación y mantenimiento del software.
- f) Documentación de especificaciones.

Es importante mencionar que esta metodología propone un modelo para la evaluación de la calidad que determina un conjunto de características, subcaracterísticas y atributos de calidad basado en la definición de calidad que forma parte de las normas ISO 8402 e ISO 9000-3.

La norma ISO 9000-3 es para la gestión y el aseguramiento de la calidad y contiene disposiciones para la aplicación de la norma ISO 9001 en la etapa de desarrollo, entrega y mantenimiento del software.

En la Figura 2.7 se observan las características y subcaracterísticas planteadas de [MACS99].

Característica	Subcaracterísticas	Significado
Funcionalidad		Grado en que el software es funcionalmente correcto en correspondencia con las especificaciones y objetivos del usuario para satisfacer los requerimientos implícitos y explícitos preestablecidos para el software por el productor y por el cliente respectivamente.
	Compleitud	Grado en que se ha logrado la total realización de las funciones requeridas por el software.
	Consistencia	Grado de uniformidad (representación única y no contradictoria de los objetos y funciones) alcanzado y mantenido durante todo el proceso de desarrollo del software.
	Corrección	Grado en que el software cumple correctamente con los requerimientos implícitos y explícitos preestablecidos para el software, definidos por el productor y el cliente.
	Integridad	Grado en que el software proporciona facilidades para mantenerse integro y completo; impidiendo ser alterado o dañado accidental o deliberadamente.
	Normalización	Grado de cumplimiento o ajuste del software a los patrones estándares vigentes establecidos por la organización productora.
Confiabilidad		Capacidad del software de mantener el nivel de ejecución bajo un conjunto de condiciones previamente establecidas con la precisión requerida durante un periodo de tiempo de ejecución determinado.
	Exactitud	Grado en que el software proporciona el control y la precisión durante el procesamiento, cálculo y obtención de los efectos o resultados exactos.
	Recuperabilidad	Capacidad del software de restablecer su nivel de ejecución y recuperar los datos directamente afectados, en el mínimo tiempo y esfuerzo necesario.
	Tolerancia de errores o fallos	Capacidad del software de mantener un nivel de ejecución determinado en caso de errores o defectos del software o en condiciones adversas de su funcionamiento.
Usabilidad		Grado de que el software facilita su uso (asimilación, operación e interpretación de los resultados) por los usuarios.
	Comprensibilidad	Facilidad que proporciona el software a los usuarios para la comprensión y la asimilación de la lógica de funcionamiento.
	Facilidad de entrenamientos	Nivel de ayuda que proporciona el software a los usuarios para facilitar el aprendizaje de su uso.
	Operabilidad	Esfuerzo requerido por el usuario para realizar y controlar la operación del software.

Figura 2.7. Características y subcaracterísticas de la Metodología de Aseguramiento de Calidad de software (Parte I).

Característica	Subcaracterísticas	Significado
Eficiencia		Grado de utilización racional de los recursos en relación con el nivel de ejecución del software.
	Comportamiento de tiempo	Grado de satisfacción de los requerimientos de tiempo de procesamiento en la ejecución de las funciones del software.
	Comportamiento de los recursos	Grado de utilización de los recursos en la ejecución de las funciones del software.
Mantenibilidad		Grado de facilidad que brinda el software para que pueda ser mantenido actualizado, mantenimiento correctivo (localización y corrección de errores), mantenimiento perfectivo (perfeccionamiento, mejoramiento o ampliación de las posibilidades funcionales en base a nuevos requerimientos) y mantenimiento adaptivo (adaptación a los cambios producidos por los nuevos requerimientos del ambiente de operación).
	Auto documentación	Grado en que los elementos componentes del software proporcionan información significativa para explicar el funcionamiento del software.
	Claridad	Grado de presentación explícita del contenido de los programas y de la descripción de las estructuras de datos utilizadas en el software.
	Concisión	Grado de utilización de la cantidad mínima necesaria de código para la realización de las funciones e interfaces requeridas por el software(se mide en líneas de código) sin perder la claridad necesaria para la comprensión.
	Diagnosticabilidad	Grado en que el software demuestra los esfuerzos necesarios para el diagnostico de las deficiencias o causas de fallos o para la identificación de las partes a ser modificadas o corregidas.
Portabilidad		Esfuerzo requerido para transferir el software hacia otro hardware o transferido desde un ambiente de operación (de software, hardware) a otro.
	Adaptabilidad	Grado en que el software es independiente del ambiente de operación.
	Instalabilidad	Esfuerzo requerido para instalar el software en un ambiente de operación (hardware, software) específico.
Reusabilidad		Grado en que el software o parte de él puede aprovecharse o utilizarse en el desarrollo del propio software o en la realización de otros productos de software.
	Generalidad	Grado de aplicación potencial de forma general de las partes o elementos componentes del software dada la generalización de sus posibilidades.
	Modularidad	Grado de independencia funcional de los elementos componentes dentro de la estructura funcional de software.

Figura 2.7. Características y subcaracterísticas de la Metodología de Aseguramiento de Calidad de software. (Parte II).

2.4 Estándares Internacionales de Evaluación de Software

Entre los proyectos que tiene a su cargo la Junta del Comité Técnico de la ISO, se encuentran las normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598, las cuales sirven como referencia en este trabajo.

2.4.1 Norma ISO-IEC 9126

El título de la norma es “Tecnología de Información - Las Características de Calidad de Software y Métricas”. [ISO/IEC 9126/97]

La norma ISO-9126 es el estándar de evaluación para software desarrollado por la ISO, su objetivo es proponer una estructura para la evaluación de la calidad del software definiendo un modelo de calidad, el cual es aplicable a cualquier tipo de software, donde se establecen seis características que describen la calidad del software.

La norma ISO-9126 proporciona la definición de las características y los procesos de evaluación de calidad asociados, para ser usadas a lo largo del ciclo de vida del software y se encuentra dividida en cuatro partes:

1. ISO-IEC 9126-1 “Las características de Calidad y subcaracterísticas”

Esta parte proporciona los conceptos básicos de característica, subcaracterística, atributo, métrica así como también muestra un modelo de calidad con seis características, las cuales a su vez se sub-dividen en subcaracterísticas.

2. ISO-IEC 9126-2 “Métricas Externas”

Esta parte brinda métricas externas para la medición de las características de calidad del software. Como se ha mencionado anteriormente, una métrica externa es una escala cuantitativa y un método medible, el cual puede ser usado para medir atributos o características del software, derivados del desarrollo del sistema que son aplicables hacia el producto de software durante las pruebas u operación.

Debido a que uno de los objetivos de este trabajo es medir la calidad externa de software de minería de datos, en la Figura 2.8 se muestran las características y subcaracterísticas referentes a la calidad externa.

3. ISO-IEC 9126-3 “Métricas Internas”

Esta parte brinda métricas internas para la medición de las características de calidad del software. Como se ha mencionado anteriormente, una métrica interna es una escala cuantitativa y un método medible, el cual puede ser usado para medir atributos o características del software, derivados desde el producto mismo, directa e indirectamente y son aplicables hacia el producto del software no terminado durante la etapa de diseño, codificación, etc.

4. ISO-IEC 9126-4 “Métricas de Calidad en uso”

Esta parte brinda conceptos de calidad en uso, productividad, eficiencia y satisfacción del cliente y propone un modelo de calidad en uso, donde se observa la interrelación entre el usuario y el producto en lo que respecta a la eficiencia y la satisfacción.

Característica	Subcaracterísticas	Significado
Funcionalidad		Estas métricas debe ser capaces de medir atributos relacionados con el comportamiento funcional del software.
	Aptitud	Grado en que se miden atributos como es la existencia de funciones u operaciones insatisfechas
	Interoperabilidad	Grado en que se mide la comunicación entre el software y otros sistemas donde se involucran datos y comandos, los cuales son fácilmente transferidos.
	Seguridad	Grado de medir la seguridad del software, para prevenir pérdida de datos importantes, así como fallas por detectar accesos o funciones ilegales.
Confiabilidad		Métricas que miden atributos relativos a la fiabilidad del software durante la operación.
	Exactitud	Grado en que se miden la exactitud en los resultados.
	Madurez	Grado del software de mantenerse libre de fallas por la existencia del algún defecto del software
	Tolerancia de fallas	Grado del software de mantenerse a un nivel de rendimiento en caso de existir fallas.
	Recuperabilidad	Grado del software de ser capaz de reestablecerse solo, midiendo el nivel de rendimiento.
Usabilidad		Métricas que miden los atributos relativos a la operación considerando la facilidad de uso y adaptación de los usuarios al software.
	Comprensibilidad	Mide el comportamiento de los usuarios sin previo conocimiento de las operaciones del producto midiendo también la facilidad del entendimiento de las funciones, operaciones y conceptos.
	Aprendizaje	Estas métricas deben ser capaces de evaluar el avance del usuario en relación al uso de las operaciones del software.
	Operatividad	Grado en que se miden atributos relacionados al comportamiento del usuario durante la operación del software.
Eficiencia		Grado en que se miden atributos como el comportamiento del software incluyendo la operación y pruebas.
	Comportamiento de tiempo	Grado en que se miden atributos como el tiempo de procesamiento del software durante las pruebas y la operación.
	Utilización de recursos	Grado en que se miden atributos como el uso de los recursos por parte del software durante las pruebas y la operación.

Figura 2.8 Características y subcaracterísticas de la norma ISO-9126-2, parte I.

Característica	Subcaracterísticas	Significado
Mantenibilidad		Métricas que miden atributos como el comportamiento del software durante el mantenimiento o cuando el software es modificado.
	Diagnosticabilidad	Grado en que se miden atributos relacionados al esfuerzo del usuario o al gasto de recursos cuando se trata de analizar el origen de las deficiencias o causas de fallas del software.
	Cambiabilidad	Grado en que se miden atributos como el esfuerzo del usuario por medir el comportamiento del software cuando se trata de implementar una modificación específica.
	Estabilidad	Grado en que se miden atributos relacionados al comportamiento inesperado del software cuando el software es probado u operado después de una modificación.
	Prueba	Grado en que se miden atributos como el esfuerzo del usuario por medir el comportamiento del software cuando se trata de probar alguna modificación realizada.
Portabilidad		Métricas que miden atributos como el comportamiento del operador durante la actividad de transferir el software a otro ambiente (hardware o software).
	Adaptabilidad	Grado en que se miden atributos como el comportamiento del software cuando se trata de adaptar el software hacia otros ambientes.
	Instalabilidad	Grado en que se miden atributos como el comportamiento del software cuando trata de instalar el software sobre un ambiente específico.
	Remplazabilidad	Grado en que se miden atributos como el comportamiento del software cuando el usuario trata de actualizar el software en lugar de otra versión del software.

Figura 2.8 Características y subcaracterísticas de la norma ISO-9126-2 parte II.

2.4.2 Norma ISO-IEC 14598

El título de la norma es “Tecnología de Información. Evaluación de Software” [ISO/IEC 14598/97]

La norma ISO/IEC 14598 tiene como objetivo principal, mostrar la parte esencial de la evaluación de la calidad del software, establecer el modelo de calidad adecuado para cualquier tipo de software, el método de evaluación, mediciones y herramientas de soporte. Además proporciona métodos de medición, aseguramiento y evaluación de calidad de software, se encuentra dividida en cinco partes:

1. ISO-IEC 14598-1 “Revisión General”

Proporciona una revisión general de la norma, explica la relación entre esta norma y el modelo de calidad definido en la norma ISO/IEC 9126. Asimismo, define los términos técnicos generales usados en las demás partes y los requerimientos generales para la especificación y evaluación de calidad en el software.

Adicionalmente, proporciona un panorama general para la evaluación de calidad de todos los tipos de software y establece los requerimientos para los métodos de evaluación y medición del software.

2. ISO-IEC 14598-2 “Planeación y administración”

Esta parte proporciona requerimientos y recomendaciones, es una guía para la administración en la evaluación del software y algunos detalles acerca de la planeación, puede ser usada por personas responsables de:

- Administrar el uso de la tecnología de evaluación.
- Dar soporte técnico a la evaluación del software.
- Aseguramiento de calidad del software.

3. ISO-IEC 14598-3 “Procesos para Desarrolladores”

Proporciona los requerimientos y recomendaciones para la implementación práctica de la evaluación del software cuando esta evaluación es aplicada en forma paralela con el desarrollo del software.

Asimismo, se definen las actividades necesarias para el análisis de los requerimientos en evaluación, especificación, diseño y realización durante el desarrollo del software. Esta evaluación debe ser sincronizada con el proceso de desarrollo.

Esta parte puede ser usada por:

- El administrador del proyecto, para definir los requerimientos de calidad, monitorear y controlar la calidad del software durante el desarrollo.
- El aseguramiento de calidad del software.

4. ISO-IEC 14598-4 “Procesos para Compradores”

Contiene los requerimientos y recomendaciones para la medición sistemática, aseguramiento y evaluación de calidad del software, durante la adquisición o compra. Puede ser usada por administradores de proyecto, ingenieros de sistemas, desarrolladores y mantenimiento, usuarios finales para adquirir un software e inclusive por los vendedores de software.

5. ISO-IEC 14598-5 “Procesos para Evaluadores”

Proporciona los requerimientos y recomendaciones para la implementación práctica de la evaluación del software cuando alguien necesita entender, aceptar y obtener resultados de la evaluación, este proceso puede ser usado para evaluar software existentes y disponibles.

Esta parte puede ser usada por:

- Evaluadores de laboratorios de pruebas, cuando proporcionan servicio a un software.
- Vendedores de software, cuando se planea realizar la evaluación al software que ofrecen.
- Compradores de software, cuando solicitan la información del software.
- Usuarios finales, cuando se planea usar un software determinado para una tarea específica.

2.43 SQUARE (Software QUALity REqueriments). [SQUARE2000]

Recientemente la Junta del Comité Técnico de la ISO publicó una nueva arquitectura llamada SQUARE (Software Product Quality Requirement and Evaluation, Evaluación y Requerimientos de Calidad de Productos de Software) que es parte de la nueva generación de normas internacionales; ésta consiste en mostrar la relación y complementar las normas ISO-IEC 9126 y ISO-IEC 14598, asimismo se resalta la importancia de calidad en uso (QIU) del producto y su estrecha relación con las métricas internas y externas.

Resumen.

La calidad de software es definida como el conjunto de propiedades y características de un software que le confiere su aptitud para satisfacer las necesidades del usuario final o cliente, la definición estandarizada de calidad se remite a la satisfacción de necesidades expresadas, por ello se intenta asociar la calidad a la satisfacción del usuario.

Para medir la calidad subjetiva o externa de un producto, se lleva a cabo por la medición de atributos específicos agrupados en características especiales llamadas métricas.

En la norma ISO 9126 se mencionan tres niveles de medición, las características que definen las propiedades generales, éstas son subdivididas dentro de subcaracterísticas y cada una de ellas contiene una serie de métricas que miden las cualidades del software.

Existen modelos de la calidad de software como son: el Modelo de McCall, el Modelo FURPS, el Modelo de la norma ISO-IEC 9126-2 y la Metodología para el Aseguramiento de la Calidad del Software.

Los estándares internacionales sobre evaluación de software son: el modelo del proceso de evaluación de la norma ISO-IEC 14598.

Una vez establecidos los conceptos sobre la calidad de software, en el Capítulo 3 se explican, en forma detallada, las características y las etapas del proceso de evaluación de software de la norma ISO-IEC 14598, las cuales son referencias para este trabajo de investigación.

3. PROCESO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD.

El proceso de evaluación de software debe cumplir con características específicas y seguir una secuencia de etapas, para cumplir con lo indicado en la norma ISO-14598. En cada etapa se indican las diversas actividades a realizar, esto con el fin de llevar a cabo el proceso en forma estandarizada.

3.1 Aspectos generales

El proceso de evaluación consiste de un conjunto de actividades que guían al evaluador durante la medición de calidad, éstos son realizadas en base a los requerimientos a medir.

El propósito de la evaluación es asegurar que el producto proporcione la calidad requerida desde el desarrollo hasta la adquisición del producto.

La norma ISO/IEC 14598 esta provista de fundamentos suficientes para llevar a cabo la evaluación dependiendo del objetivo de la medición, como es durante el desarrollo del producto, antes de su adquisición, en una comparación del software con otros similares o bien en su funcionamiento.

3.2 Características del proceso de evaluación

La norma ISO/IEC 14598 define que el proceso de evaluación debe tener las siguientes características:

Repetición. La evaluación repetida del mismo producto con la misma especificación de estimación y realizada por el mismo evaluador debe producir resultados idénticos.

Reproducción. La evaluación del mismo producto con la misma especificación de evaluación realizada por diferente evaluador debe producir resultados similares.

Imparcialidad. La evaluación no debe ser dirigida favorablemente hacia un resultado particular.

Objetividad. Los resultados de la evaluación deben ser reales, no afectados por los sentimientos u opiniones del evaluador.

Las evaluaciones del mismo producto que puedan ser conducidas por diferentes especificaciones, es necesario mencionar que por consecuencia no son comparables y pueden generar diferentes resultados.

3.3 Etapas de proceso de evaluación.

El proceso de la evaluación comprende las cinco actividades enlistadas a continuación:

Establecer los requerimientos de evaluación consiste en establecer el propósito de la evaluación, identificar el tipo de producto que serán evaluados y especificar el Modelo de Calidad con sus respectivas características.

Especificación de la evaluación basada en los requerimientos y en la descripción de los productos proporcionados por el solicitante. En esta etapa se seleccionan las métricas necesarias relacionadas con las características propuestas en el modelo de calidad, también se establece la escala de medición que se aplicará para medir las métricas y los criterios de evaluación.

Diseño de la evaluación, en esta etapa se produce un plan de acción sobre la base de la especificación de la evaluación, esta actividad toma en cuenta los componentes de los productos de software a ser evaluados y los métodos proporcionados por el evaluador.

Ejecución del plan de evaluación, consiste en la inspección, medición y certificación del producto acorde al plan, estas acciones pueden ser realizadas usando aplicaciones que midan el porcentaje de calidad, las acciones realizadas por el evaluador son registradas y los resultados obtenidos forman parte del reporte final de la evaluación.

Conclusión de la evaluación, consiste en la entrega del reporte por el evaluador del producto [ISO/IEC 14598/97].

Para evaluar la calidad del software, primero deben establecerse los requerimientos de calidad, después especificar, diseñar y efectuar la evaluación. El proceso completo se muestra en la Figura 3.1, donde se indican las actividades de cada etapa.

Es necesario mencionar que este proceso de evaluación es la referencia y el camino a seguir en el presente trabajo, debido a que uno de los objetivos es obtener un modelo del proceso de evaluación para software de minería de datos.

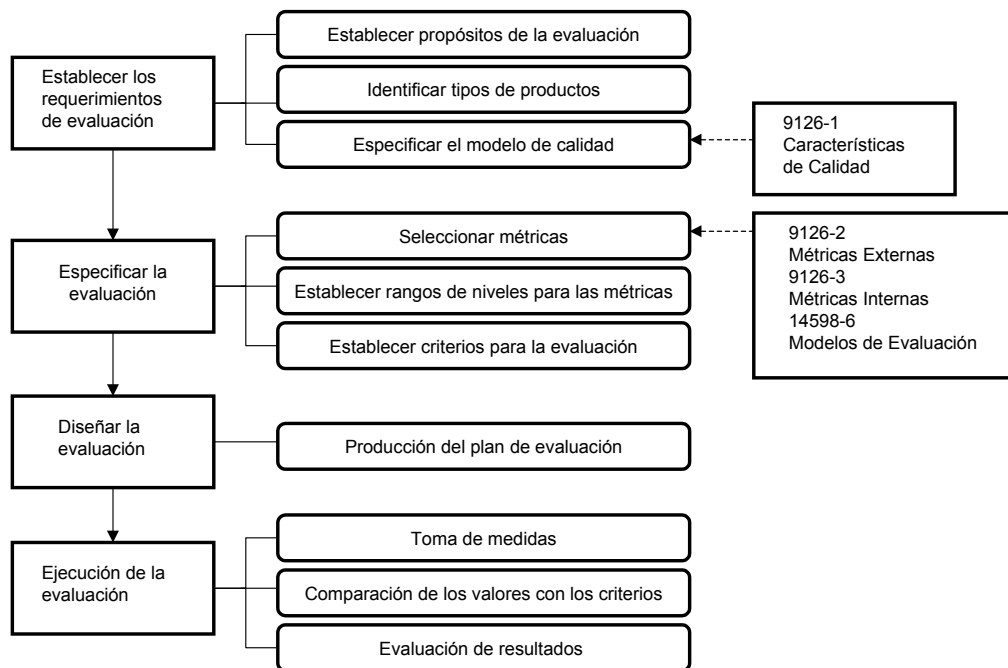


Figura. 3.1 Proceso de Evaluación. [ISO/IEC 14598/97]

3.3.1 Establecer los requerimientos de evaluación.

Los requerimientos de la evaluación describen los objetivos de la evaluación, en particular las cualidades a medir del software en cuestión, para definir las es necesario apoyarse en un Modelo de Calidad para Software.

3.3.1.1 Establecer el propósito de la evaluación.

El propósito de la evaluación de la calidad de software es dar soporte para el desarrollo y la adquisición de software. El objetivo es asegurar que el producto cumpla con los requerimientos de calidad que satisfacen las necesidades del usuario.

El propósito de la evaluación de la calidad de un producto final, puede ser:

- Decidir sobre la aceptación del producto.
- Decidir cuando lanzar a la venta el producto.
- Comparar el producto con respecto a otros competitivos.
- Seleccionar un producto entre algunos alternativos.
- Establecer efectos positivos y negativos de un producto cuando esta en uso.
- Decidir cuando reemplazar el producto.

3.3.1.2 Identificar tipos de productos que pueden ser evaluados

Los diferentes tipos de productos pueden ser evaluados dependiendo de la etapa en el ciclo de vida y el propósito de la evaluación.

En la Figura 3.2 se presenta la interrelación que existe entre cada etapa de la vida del software y muestra que al aplicar la calidad desde la etapa de diseño indiscutiblemente es reflejada en la etapa de Operación.

El objetivo de evaluar el software, es saber en qué grado el software satisface las necesidades del usuario cuando esta en operación.

La evaluación externa de las características de calidad debe ser bajo condiciones que emulan o cierran lo más posible las condiciones esperadas en el uso. La medición de características externas es hecha cuando el código está completo. Las medidas externas son solo indicadores de la calidad actual del software.

Si los requerimientos de calidad externa no son logrados o alcanzados, el resultado de la evaluación puede ser usado como retroalimentación para modificar la calidad externa y así mantener un proceso iterativo.

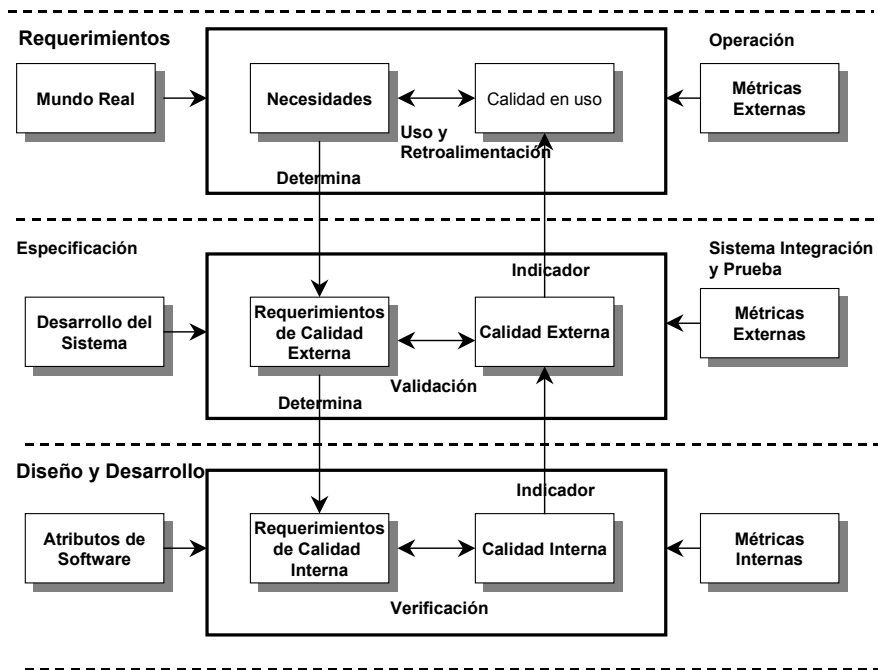


Figura 3.2 Calidad en el ciclo de vida del software.

Las métricas internas son usadas durante el proceso del desarrollo como indicadores de atributos externos, asimismo las medidas de la calidad interna son usadas como indicadores para estimar la calidad en uso (véase Figura 3.3).

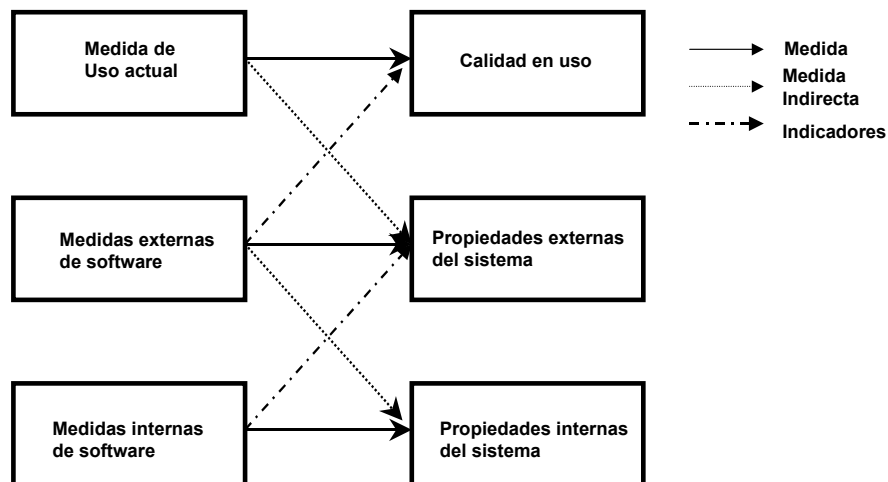


Figura 3.3 Relación entre medidas [ISO/IEC 9126/97]

En el orden para evaluar la eficiencia del producto durante el desarrollo, la longitud de la ruta donde se encuentra la aplicación puede ser medida basada sobre el producto intermedio o de las especificaciones; esto puede ser usado como un indicador que proporciona un rango estimado del tiempo de respuesta bajo ciertas condiciones.

Es importante que los atributos de la calidad interna de software sean relativos a los requerimientos de calidad externa, de ahí que las características de calidad del producto final puedan ser establecidas con respecto a la necesidad de calidad en uso del producto final. Las medidas internas son poco significativas a menos que exista evidencia que están relacionadas a la calidad externa.

3.3.1.3 Especificación del Modelo de Calidad.

El primer paso de la evaluación del software es seleccionar las características de calidad relevantes, para ello es necesario ajustarse a un modelo de calidad que desglose todas las características y subcaracterísticas clasificadas en una estructura de árbol jerárquico, donde en el nivel más alto se encuentran las características y en el nivel más bajo, los atributos de calidad de software.

La norma ISO/IEC 9126-1 proporciona un modelo general, en el cual se definen seis categorías de características de calidad de software, que son: Funcionalidad, Confiabilidad, Usabilidad, Eficiencia, Mantenibilidad y Portabilidad, y están subdivididas en atributos medibles. (véase Figura 3.4).

La calidad del software debe ser evaluada en base a un modelo de calidad definido, el cual debe ser usado cuando se establecen los objetivos de calidad para los productos de software.

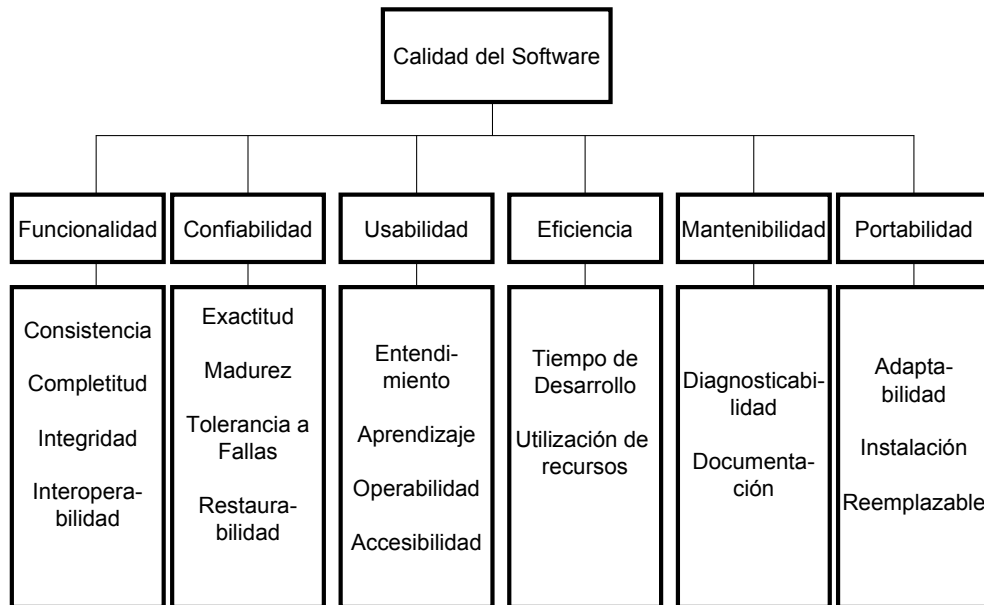


Figura 3.4 Modelo de Calidad para Software. [ISO/IEC 9126/97]

3.3.2. Especificación de la evaluación.

El propósito de la especificación es definir el alcance de la medición sobre el producto. El nivel de detalle de la especificación debe realizarse en base a lo planteado en la sección 3.2 de este capítulo, y ser tal, que la repetibilidad y la reproducción de la evaluación sean aseguradas.

La actividad de elaborar la especificación consta de tres sub-actividades:

- Análisis del producto.
El objetivo de la descripción del producto es identificar el producto y lograr la comprensión de las funciones, relaciones y estructuras.
- Especificar la medición.
El evaluador y el usuario final especifican las posibles características, subcaracterísticas y atributos necesarios para realizar la evaluación del producto.
- Verificación de la especificación.
La especificación debe contener los requerimientos establecidos para la evaluación, con el fin de que esta sea una herramienta para la realización de la medición.

3.3.2.2 Seleccionar métricas.

La forma que las características de calidad son definidas, ocasiona que no se permita su medición directa, por ello surge la necesidad de establecer métricas que correlacionen estas características del software. Los atributos internos y externos del software interactúan en características que son establecidas como métricas.

Las métricas pueden cambiar dependiendo del ambiente y la fase de desarrollo del proceso donde son usadas, asimismo se seleccionan dependiendo las prioridades del negocio. A continuación se enlistan algunos ejemplos:

- Un usuario puede evaluar la conveniencia de un software usando métricas de calidad en uso.
- Un comprador puede evaluar un software contra valores de criterios de métricas externas de funcionalidad, usabilidad y eficiencia.
- Un desarrollador puede evaluar un software contra criterios usando métricas internas.

3.3.2.3 Tipos de Medición.

Existen dos tipos de objetivos de la evaluación:

- Para identificar problemas que pueden ser rectificados
- Para comparar la calidad de un producto con otros competitivos.

El tipo de medición depende del propósito de evaluación; si el propósito principal es entender y corregir las deficiencias, las mediciones son realizadas sobre el software para monitorear y controlar los imprevistos, en donde un rango de medidas se debe de establecer para realizar la medición.

El requerimiento principal es identificar el impacto de algunos cambios en el software sobre la calidad.

Las métricas son rigurosas para asegurar las comparaciones entre los productos. Es importante que la especificación de la evaluación determine un modelo de calidad preciso, así como también métodos medibles, escalas y rangos de niveles.

3.3.2.4 Estableciendo rangos de niveles para las métricas.

Para medir las métricas seleccionadas es necesario establecer una escala de medición, ésta debe ser dividida en rangos correspondientes a diferentes grados de satisfacción de requerimientos. Algunos ejemplos son:

- Dividir la escala dentro dos categorías: Satisfactorio e Insatisfactorio. Si /No.
- Dividir la escala en cuatro categorías, en el extremo superior se coloca el nivel ideal, en el otro extremo inferior se coloca el peor de los casos un nivel rechazado, el nivel mínimo aceptable es situado en donde se desea controlar el software y finalmente, es conveniente colocar un nivel entre el ideal y el mínimo aceptable.

3.3.2.5 Estableciendo criterios para la valoración.

La especificación de los requerimientos de calidad de software debe ser definida usando un apropiado modelo de calidad como el propuesto en la sección 3.3.1.3 de este capítulo.

Para determinar la calidad del producto es necesario que los resultados de la evaluación de las diferentes características sean sintetizadas. Para ello, se debe preparar un procedimiento con criterios separados para las diferentes características. El procedimiento usualmente, incluye otros aspectos como el tiempo, el costo que contribuye para la valoración de la calidad de un software en un ambiente particular.

3.3.3 Diseño de evaluación

El Diseño de la Evaluación se realiza acorde con la especificación de la valoración, para ello se debe producir un Plan de Evaluación, que describa el procedimiento de medición de calidad del software y definir qué recursos son necesarios para realizar la valuación.

Los recursos pueden ser, por ejemplo, los recursos humanos para realizar las acciones de la evaluación y los recursos materiales necesarios para llevarla a cabo.

3.3.4 Ejecución de la evaluación.

El propósito de la ejecución de la evaluación es obtener los resultados a partir de la realización de la evaluación con las herramientas que permitan medir la calidad del producto en base a las métricas establecidas.

3.3.4.1 Comparar con criterios.

Una vez que se tiene registrado todos los valores dados por cada característica, al medir todos los aspectos evaluados por parte del producto se obtiene el valor medido, después éste es comparado contra los criterios predeterminados en el Plan de Evaluación, como se muestra en la Figura. 3.5.

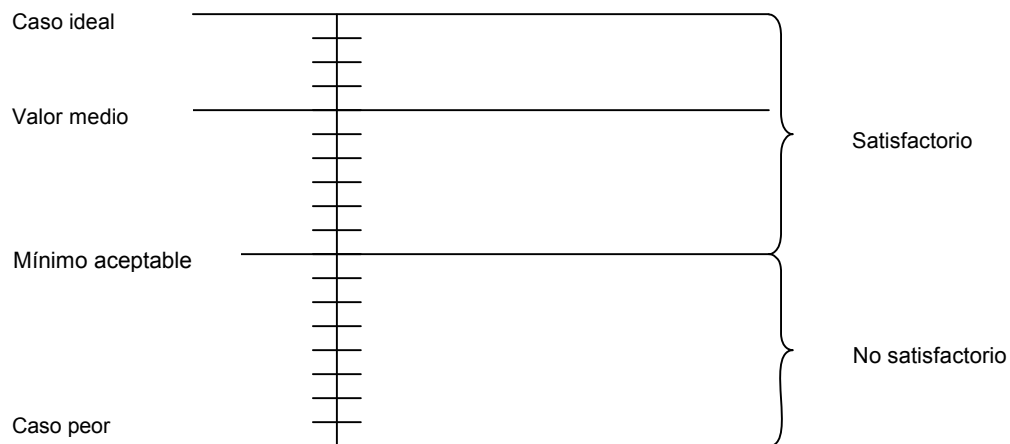


Figura. 3.5 Rangos de niveles de métricas

3.3.4.2 Establecer valores

La valoración es uno de los pasos importantes del proceso de evaluación del software, debido a que es donde se interpreta el valor de cada una de las características del producto evaluado en base al rango de niveles establecido en la especificación. El resultado es una decisión primordial sobre la aceptación, rechazo, implantación o no del software.

3.3.5 Conclusión de la evaluación.

El propósito de la conclusión de la evaluación consiste en la elaboración del reporte de evaluación, donde se especifique el porcentaje de calidad, así como su interpretación por parte del evaluador en base a los criterios de evaluación correspondiente al porcentaje determinado. [ISO 14598/97]

Resumen.

El proceso de evaluación consta de cinco etapas las cuales son: la primera es *Establecer los requerimientos de Evaluación*, que consiste en precisar el propósito de la estimación y a la vez definir el modelo de calidad, la segunda etapa consiste en *Especificar la Evaluación*, en la cual se seleccionan las métricas necesarias relacionadas con el modelo de calidad antes definido, como tercera etapa se *Diseña la Evaluación* en base a la especificación anterior, la etapa siguiente es *Realizar la Ejecución* midiendo las cualidades del software por medio de métricas, con el fin de obtener el porcentaje de calidad y la última etapa es la *Conclusión de la Evaluación*, donde se interpreta el porcentaje para concluir si el software es aceptado o rechazado.

En el Capítulo 4, se presenta el modelo del proceso de evaluación así como el modelo de calidad aplicado a software de minería de datos, tomando en cuenta el proceso de evaluación de evaluación detallado en este apartado.

4. MODELADO DEL PROCESO DE EVALUACIÓN PARA SOFTWARE DE MINERÍA DE DATOS.

La adecuación del proceso de evaluación y del modelo de calidad hacia las cualidades específicas del software de minería de datos, es trascendente para la medición de la calidad. En base al ajuste realizado al modelo de calidad aplicado a este tipo de software, es necesario cambios y omisiones de algunas características, así también es conveniente incluir métricas nuevas, para aquellas cualidades del software de minería de datos que no están contempladas en las normas de referencia.

El modelado del proceso de evaluación está estandarizado por medio de la metodología IDEF0 (Integrated computer aided manufacturing DEFinition, Definición del Desarrollo Integrado Asistido por Computadora), que permite modelar funciones o procesos a través de “cajas y flechas”, indicando la operación y el flujo de un proceso determinado.

La Figura 4.1A muestra el contexto del proceso de evaluación de software de minería de datos indicando entradas, salidas, métodos y controles del proceso completo, según lo definido en [IDEF0/93].

En la Figura 4.1B se muestra el detalle del proceso resaltando cada una de las etapas con sus entradas, salidas, métodos y controles respectivamente. A continuación se explica la finalidad y las actividades a realizar de cada etapa.

Por consecuencia, si el objetivo es modelar el proceso de evaluación para mineros es conveniente que se tenga conocimiento previo en el área de Minería de Datos, en las diversas técnicas para minar información, así como el conocimiento en bases de datos.

4.1 Establecer los requerimientos de evaluación.

Por lo establecido en la sección anterior, es necesario determinar los requerimientos de evaluación suficientes para definir el propósito de la evaluación del software.

4.1.1 Establecer el propósito de la evaluación.

El objetivo principal de la evaluación del software de minería de datos, es medir la calidad externa de los productos de software de minería de datos disponibles en el mercado.

El propósito de la evaluación de la calidad de software de minería de datos es con el fin de:

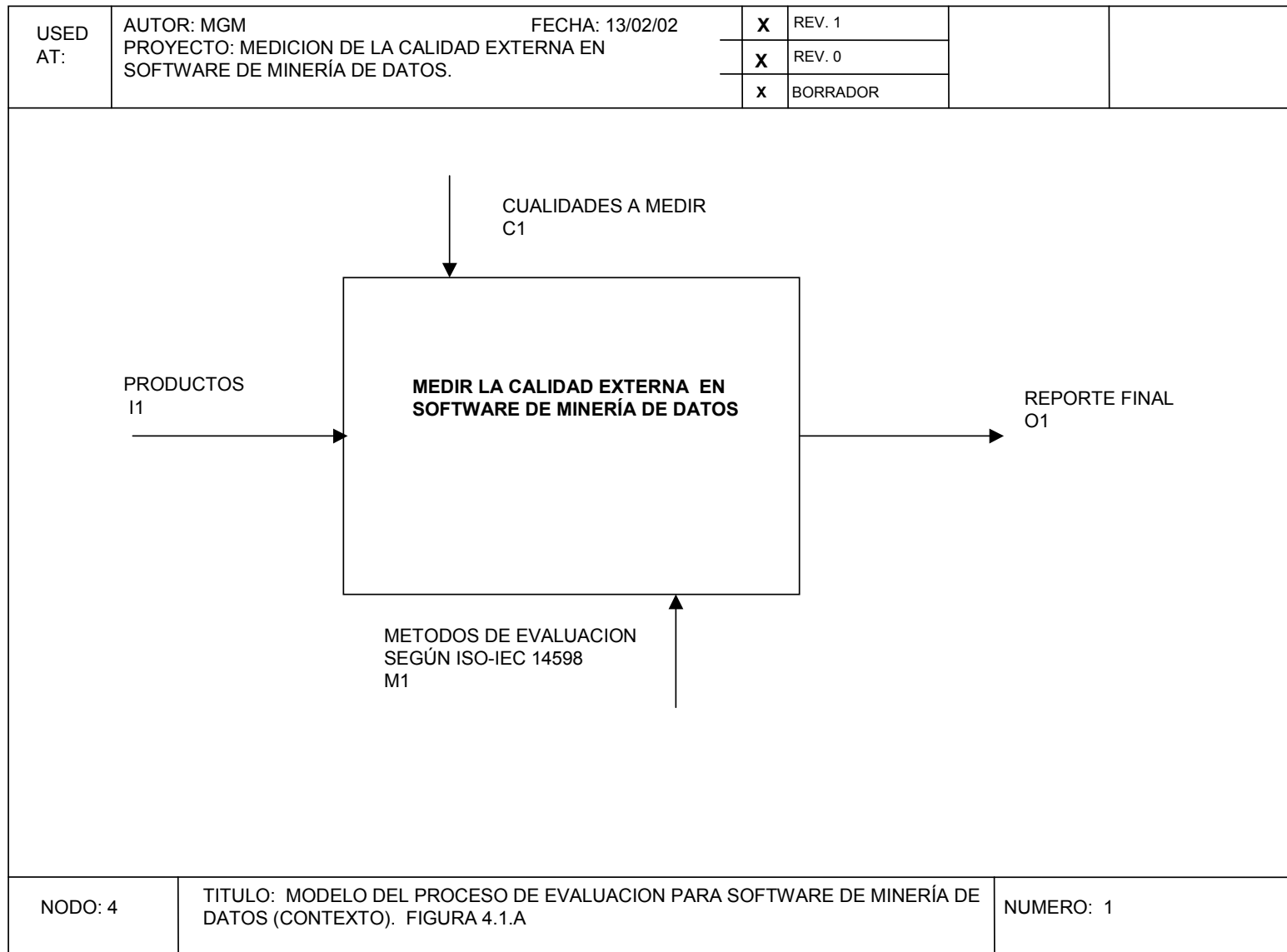
- Comparar algunos de los productos de software de minería de datos disponibles en el mercado.
- Conocer el porcentaje de calidad externa de los productos de software de minería de datos disponibles en el mercado.

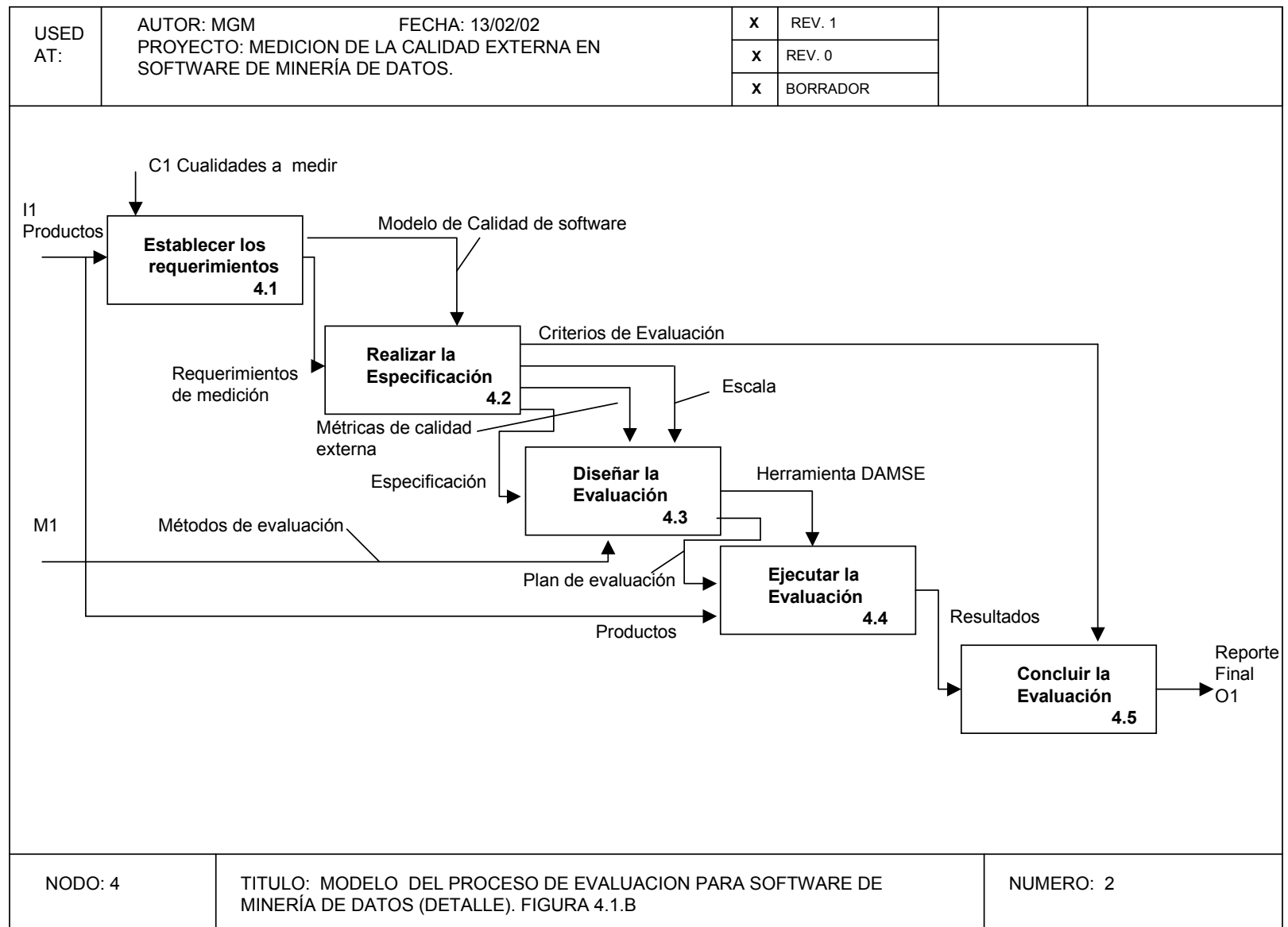
4.1.2 Identificar los productos que serán evaluados.

En la actualidad existen software de minería de datos proporcionados por empresas que usan diferentes técnicas de minería de datos o KDD, como son Análisis de Agrupamiento, Inducción y Deducción, Árboles de Decisión, Reglas de Inducción, Redes Neuronales, Lógica Difusa. También presentan diferentes métodos como son la Asociación, Agrupación, Clasificación, Predicción y Reconocimiento de patrones.

Estos software están disponibles en Internet; algunos se pueden obtener por adquisición directa del fabricante y otros, de forma libre en versiones de prueba o evaluación.

Es necesario mencionar que los productos de software de minería de datos disponibles en el mercado están en la etapa de operación, por lo que no se tiene disponible la información de la etapa de desarrollo del software; por esto, en esta investigación se lleva a cabo la medición de la calidad externa, usando solo métricas externas, como se muestra en la Figura 4.2, indiscutiblemente, cuando se mide la calidad externa indirectamente, se verifica si en la etapa de desarrollo se llevo a cabo un aseguramiento de calidad apropiado.





4.1.3 Especificación del Modelo de Calidad

Definir los requerimientos de evaluación es importante para especificar el modelo de calidad apropiado; para esto es necesario tomar en cuenta las cualidades del software que se desea medir.

Después de analizar las cualidades específicas, se comparan con las características y subcaracterísticas de calidad definidas por la Norma ISO-IEC 9126 y con las definidas en la metodología de aseguramiento de calidad MACS, y posteriormente, se establecen las características del modelo de calidad aplicado al software de Minería de Datos.

A continuación en la Figura 4.2, se muestra la relación de algunas cualidades que se desean evaluar del software con las características, subcaracterísticas y atributos de calidad que le corresponde.

Cualidad a evaluar	Característica / Subcaracterística / Atributo
Confiabilidad en los resultados de la Minería de Datos	Confiabilidad / Exactitud / Exactitud de cálculos.
¿Cómo es el acceso al producto?	Usabilidad / Comprensión / Interfaz de usuario.
Tiempo de respuesta en realizar el proceso de Minería de Datos	Usabilidad / Operabilidad / Tiempo de operación
Grado de visualización de los resultados, con respecto a gráficas e interpretación de resultados	Usabilidad / Comprensión / Visualización de resultados.
¿Utiliza OLAP para realizar la minería de datos?	No existe
Terminología adecuada para minería de datos	Usabilidad / Comprensión / Terminología
¿Tiene tutorial para cada una de las técnicas de minería de datos que ofrece?	Usabilidad / Aprendizaje / Tutorial
¿Existe metodología para la minería de datos, por parte del software?	No existe

Figura 4.2 Relación entre cualidades a medir vs. Características.

Por supuesto que durante la comparación de estas cualidades con las métricas propuestas por la norma, se observa que dentro de las cualidades a medir faltan aspectos que no se consideran, por lo cual es válido adicionar las nuevas características que sean necesarias.

En la Figura 4.3, se presentan las características y subcaracterísticas consideradas de la norma ISO 9126 y de la “Metodología para el Aseguramiento de la Calidad del Software” [MACS99], para posteriormente agrupar el modelo de calidad para software de minería de datos que se presenta en la Figura 4.4.

Cabe mencionar que se seleccionaron estas características, por considerarlas las necesarias para evaluar el software de minería de datos, con el fin de reducir al máximo posible el número de métricas a evaluar.

Características Subcaracterísticas	Fuente	Descripción
Funcionalidad	MACS	Grado en que el software es funcionalmente correcto en correspondencia con las especificaciones y objetivos del usuario para satisfacer los requerimientos implícitos y explícitos preestablecidos para el software por el productor y por el cliente respectivamente.
Consistencia	MACS	Grado de uniformidad (representación única y no contradictoria de los objetos y funciones) alcanzado y mantenido durante todo el proceso de desarrollo del software.
Integridad	MACS	Grado en que el software proporciona facilidades para mantenerse integro y completo; impidiendo ser alterado o dañado accidental o deliberadamente.
Confiabilidad		Capacidad del software de mantener el nivel de ejecución bajo un conjunto de condiciones previamente establecidas con la precisión requerida durante un periodo de tiempo de ejecución determinado.
Exactitud	ISO-9126	Grado en que el software proporciona el control y la precisión durante el procesamiento, cálculo y obtención de los efectos o resultados exactos.
Recuperabilidad	MACS / ISO-9126	Capacidad del software de restablecer su nivel de ejecución y recuperar los datos directamente afectados, en el mínimo tiempo y esfuerzo necesario.
Tolerancia fallos	MACS / ISO-9126	Capacidad del software de mantener un nivel de ejecución determinado en caso de errores o defectos del software, o en condiciones adversas de su funcionamiento.
Usabilidad		Métricas que miden los atributos relativos a la operación considerando la facilidad de uso y adaptación de los usuarios al software
Comprensión	MACS	Facilidad que proporciona el software a los usuarios para la comprensión y la asimilación de la lógica de funcionamiento.
Aprendizaje	ISO 9126	Capacidad del software de permitir que el usuario aprenda fácilmente a utilizarlo de forma eficaz.
Operatividad	ISO 9126	Grado en que se miden atributos relacionados al comportamiento del usuario durante la operación.
Eficiencia		Grado en que se miden atributos como el comportamiento del software incluyendo la operación y pruebas.
Comportamiento tiempo	ISO 9126	Grado de satisfacción de los requerimientos de tiempo de procesamiento en la ejecución de las funciones del software.
Utilización de recursos	ISO 9126	Grado de utilización de los recursos en la ejecución de las funciones del software.
Portabilidad		Esfuerzo requerido para transferir el software hacia otro hardware o transferido desde un ambiente de operación (de software, hardware) a otro.
Adaptabilidad	MACS	Grado en que el software es independiente del ambiente de operación.
Instalabilidad	MACS/9126	Esfuerzo requerido para instalar el software en un ambiente de operación (hardware, software) específico.

Figura 4.3 Relación de características y subcaracterísticas que conforman el modelo de calidad

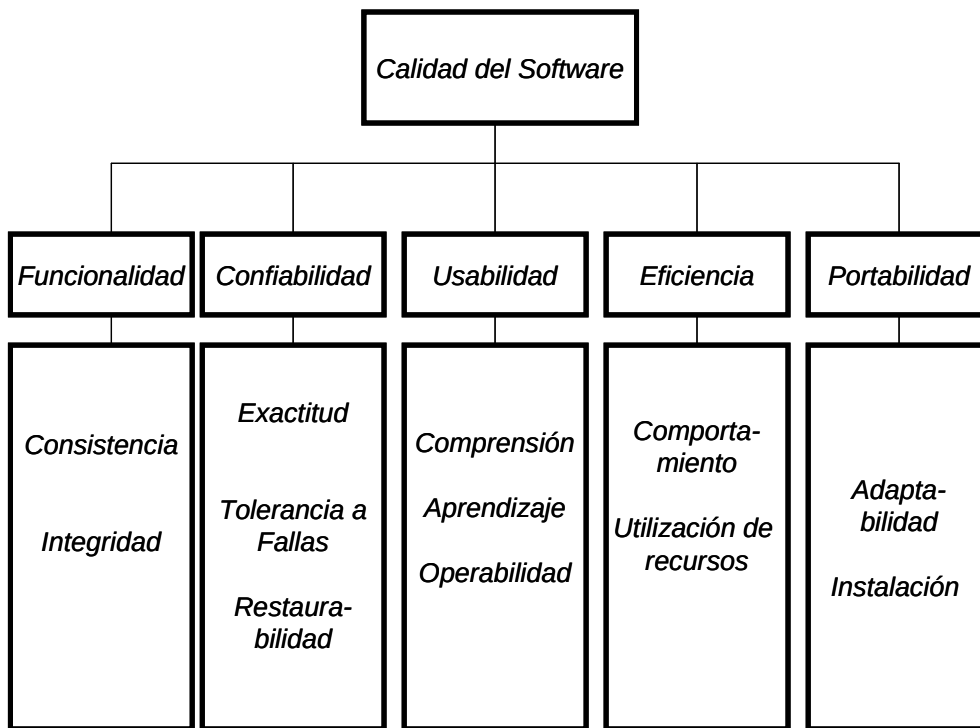


Figura 4.4 Especificación del Modelo de Calidad para el Software de Minería de Datos

4.2 Especificación de la evaluación.

El propósito de la especificación de la evaluación del software de minería de datos es determinar el alcance de la medición. En este caso las características y subcaracterísticas establecidas en el modelo de calidad propuesto en la sección anterior, determinan el punto de partida para la selección de los atributos y/o métricas propuestos para la evaluación.

4.2.1 Métricas para la evaluación.

En la norma [ISO-9126/97], se describen 90 métricas externas para medir las características de calidad del software durante la operación del software.

Estas 90 métricas son dirigidas a diversas áreas y funciones como son el desarrollo del producto, el mantenimiento y uso del software y aproximadamente el 52% (47 métricas) se refieren al uso por parte del usuario final.

En [MACS99] se muestran 46 métricas para la etapa de aceptación del software.

Los criterios para seleccionar las métricas necesarias son:

1. Reducir al máximo el número de métricas a evaluar por facilidad al usuario.
2. Incluir un mayor número de métricas críticas cuyas respuestas sean de forma afirmativa y negativa, para evitar una calificación relativa al criterio del usuario que está evaluando el software; sin embargo también se incluyen métricas que son evaluadas con un porcentaje.

3. Incluir métricas exclusivas de la parte de operación del software, dejando fuera todas aquellas relacionadas al mantenimiento del software.

Después de una comparativa de métricas entre las dos fuentes de referencia y en base a los criterios antes mencionados, se eligen 15 métricas de la norma ISO/IEC 9126, asimismo de MACS se extraen 12 y en forma adicional, como aporte de este trabajo se incluyen 13 nuevas de las cuales, 7 son relacionadas específicamente con la Minería de Datos y las restantes 6 son un reflejo de las experiencias en la búsqueda de software, su instalación, configuración y operación.

Por lo anterior, no se debe interpretar que las métricas no seleccionadas no sean relevantes, sino que, para este caso en particular, donde el objetivo es la medición de calidad externa y en base a los criterios mencionados, estas métricas quedaron fuera para éste fin específico.

Finalmente, las métricas propuestas en el presente trabajo son 40, las cuales, son las mínimas necesarias para medir la calidad externa en software de minería de datos. A continuación, se muestran agrupadas por característica y subcaracterísticas en las Tablas 4.1 a la Tabla 4.12, donde se encuentra del lado derecho la fuente de cada una ellas, de la norma ISO/IEC 9126, MACS o ser una métrica nueva.

FUNCIONALIDAD.

Consistencia.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir	Origen
Uniformidad de la estructura	¿Existe uniformidad en módulos del software en lo que respecta a las pantallas, menús, ayudas y mensajes?	S/N	MACS
Uniformidad de vocabulario	¿Existe uniformidad en el vocabulario, simbología utilizada en el software?	S/N	MACS

Tabla 4.1 Métricas de la subcaracterística de Consistencia. Característica Funcionalidad.

Integridad.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir	Origen
Funcionamiento correcto	¿Existen errores críticos del software, errores de ejecución, ciclos infinitos, interrupción de la ejecución?	S/N	MACS
Seguridad	¿Existe un control de acceso al software o a subsistemas y funciones?	S/N	MACS
	¿Existe un control de acceso en la etapa de instalación y configuración del software?	S/N	NUEVA
Autochequeo	¿El software contiene alguna autoprotección contra virus informáticos?	S/N	MACS

Tabla 4.2 Métricas de la subcaracterística de Integridad. Característica Funcionalidad.

CONFIABILIDAD.

Exactitud.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir	Origen
Exactitud en los cálculos	Porcentaje de exactitud en los resultados obtenidos.	%	ISO 9126

Tabla 4.3 Métricas de la subcaracterística de Exactitud. Característica Confiabilidad.

Tolerancia de errores.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir	Origen
Tiempo significativo entre fallas	Frecuencia de las fallas del sistema, cuando está en uso	%	ISO 9126
Validación de la memoria interna y externa	Al instalar el software, ¿el usuario percibe que el módulo de instalación verifica la memoria del sistema, espacio disponible en disco...antes de instalarse?	S/N	MACS

Tabla 4.4 Métricas de la subcaracterística de Tolerancia de errores. Característica Confiabilidad.

Recuperabilidad.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir	Origen
Restablecimiento	¿Puede el usuario restablecer el software fácilmente, cuando está en uso?	S/N	ISO 9126
	¿En caso de reestablecer el software, existen pérdidas de datos?	S/N	MACS

Tabla 4.5 Métricas de la subcaracterística de Recuperabilidad. Característica Confiabilidad.

USABILIDAD

Comprensión.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir	Origen
Terminología	¿El software utiliza una terminología adecuada con respecto a las técnicas de minería de datos?	S/N	MACS
Interfaz de usuario	¿La interfaz al usuario es accesible y fácil de manejar?	S/N	MACS
Visualización de resultados	¿El software contiene algún módulo para la visualizar gráficamente los resultados?	S/N	NUEVA

Tabla 4.6 Métricas de la subcaracterística de Comprensibilidad. Característica Usabilidad.

Aprendizaje.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir	Origen
DEMO	¿Existe un DEMO donde explique en forma general, el funcionamiento del software?	S/N	ISO 9126
	¿El usuario puede consultar el DEMO, en cualquier momento durante el uso del software?	S/N	NUEVA
Tutorial	¿Existe un tutorial para cada una de las técnicas de minería de datos que el software contiene?	S/N	NUEVA
	Usando el tutorial, ¿puede el usuario aprender fácilmente la operación de cada una de las técnicas de minería de datos que el software contiene?	S/N	ISO 9126
Guía interactiva	Por medio de las guías interactivas, ¿el usuario puede realizar alguna tarea determinada en forma satisfactoria?	S/N	ISO 9126

Tabla 4.7 Métricas de la subcaracterística de Aprendizaje. Característica Usabilidad.

Operabilidad.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir	Origen
OLAP	¿El software utiliza las operaciones OLAP, para realizar las técnicas de minería de datos?	S/N	NUEVA
Acceso de datos	¿El software tiene varias opciones para ingresar los datos (p.Ej. archivos tipo texto, archivos provenientes de bases de datos Access, DBASE o similar,)?	S/N	NUEVA
Mensajes	¿El usuario entiende fácilmente los mensajes enviados por el software?	Siempre Regular Ocasional Nunca	ISO 9126
Progreso de proceso	¿El software muestra el estado del proceso cuando está en uso?	Siempre Regular Ocasional Nunca	ISO 9126
Operación cancelada	¿Puede el usuario restablecer o corregir sus errores y recuperar la tarea de minería de datos?.	Siempre Regular Ocasional Nunca	ISO 9126
Tiempo de operación	¿Puede el usuario fácilmente completar una tarea de minería de datos satisfactoriamente?.	Siempre Regular Ocasional Nunca	ISO 9126
Ayudas	¿Qué tan frecuente el usuario puede usar la ayuda en línea?	Siempre Regular Ocasional Nunca	ISO 9126
Operación recuperada	¿Puede el usuario retroceder en pasos, dentro de una tarea determinada y corregir algún error o dato para terminar la tarea?	Siempre Regular Ocasional Nunca	ISO 9126
Metodología	¿Existe una metodología establecida por el software para cada una de las técnicas de minería de datos que el software contiene?	S/N	NUEVA
Técnicas de minería de datos	¿El software tiene varias opciones de técnicas de minería de datos?	S/N	NUEVA
Utilidad de ayudas	La información proporcionada por las ayudas en línea, es útil en el momento que es requerida.	Siempre Regular Ocasional Nunca	NUEVA
Facilidad de operación opcional	¿La selección de opciones del software, se realiza por medio de la barra de herramientas o ratón (mouse)?	S/N	NUEVA

Tabla 4.8 Métricas de la subcaracterística de Operabilidad. Característica Usabilidad.

EFICIENCIA.

Comportamiento.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir	Origen
Respuesta rápida	¿La respuesta del software es rápida?	S/N	ISO 9126

Tabla 4.9 Métricas de la subcaracterística de Comportamiento. Característica Eficiencia.

Utilización de recursos.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir	Origen
Utilización de memoria del sistema	¿Puede el usuario guardar su información, generada con el software, en la memoria del sistema?	S/N	ISO 9126
Utilización de dispositivos para guardar	¿Puede el usuario usar algún dispositivo de lectura y/o escritura (por ejemplo disco flexible, disco duro, impresoras), cuando se esta usando el software?	S/N	ISO 9126

Tabla 4.10 Métricas de la subcaracterística de Utilización de recursos. Característica Eficiencia.

PORTABILIDAD.

Adaptabilidad.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir	Origen
Independencia de S.O.	Al adquirir el software, ¿el Sistema Operativo es un factor primordial?	S/N	MACS
Adaptabilidad al ambiente (software)	¿Puede el usuario adaptar el software a cualquier Manejador de Bases de Datos?	S/N	NUEVA

Tabla 4.11 Métricas de la subcaracterística de Adaptabilidad. Característica Portabilidad.

Instalabilidad.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir	Origen
Facilidad de instalación	¿Puede el usuario instalar con facilidad el software?	S/N	ISO 9126
Reinstalación	¿El software se puede instalar n veces, en forma satisfactoria, en el mismo equipo?	S/N	NUEVA
Carga Automática	¿El software configura de manera automática el sistema?	S/N	MACS
Reemplazamiento	¿Al cambiar de versión del software, las funciones y módulos son similares?	S/N	NUEVA

Tabla 4.12 Métricas de la subcaracterística de Instalabilidad. Característica Portabilidad.

De las 40 métricas, 31 son críticas y las restantes tienen sus respuestas en un rango a elegir, en base a la escala definida en la Tabla 4.13.

Valor	% Cumplimiento	Valor Crítico	Interpretación
3	100-86	SI	Excelente / Siempre
2	85 – 51		Bueno / Regular
1	50 – 26		Regular / Ocasional
0	25 – 0	NO	Malo / Nunca

Tabla 4.13 Escala numérica y su significado.

Uno de los aportes de investigación del presente trabajo es la adición de nuevas métricas externas para medir cualidades específicas del software de minería de datos, por ello a continuación se expone la justificación de ellas. (véase Tabla 4.14 y Tabla 4.15)

Métricas relacionada con Minería de Datos.

Característica:	Usabilidad
Subcaracterística:	Comprensión
Atributo :	Visualización de resultados
Métrica:	¿El software contiene algún módulo para la visualización gráfica de los resultados?
Justificación:	Los resultados de la minería de datos son usualmente de forma gráfica, por ello es necesario que el minero cuente con un módulo visualizador de resultados.
Característica:	Usabilidad
Subcaracterística:	Aprendizaje
Atributo :	Tutorial
Métrica:	¿Existe un tutorial para cada una de las técnicas de minería de datos?
Justificación:	La explicación del uso de las técnicas de minería de datos que contiene el software, es relevante para el mejor aprovechamiento del software por parte del usuario.
Característica:	Usabilidad
Subcaracterística:	Operabilidad
Atributo :	OLAP (On Line Analytic Process, Procesamiento Analítico en Línea.)
Métrica:	¿El software utiliza las operaciones OLAP, para analizar las técnicas de minería de datos?
Justificación:	El análisis de los resultados de las técnicas de minería de datos es indispensable, una forma de realizar esto es usando operaciones OLAP, por esto es necesario que los mineros tengan un módulo que por medio de las operaciones OLAP, se analicen los datos.
Característica:	Usabilidad
Subcaracterística:	Operabilidad
Atributo :	Acceso de datos
Métrica:	¿El software tiene varias opciones para ingresar los datos (p.Ej. archivos tipo texto, archivos provenientes de bases de datos Access, DBASE o similar)?
Justificación:	La información (datos) son un factor indispensable para la minería de datos, por esto es necesario que el minero tenga un módulo de acceso de datos con varias opciones para brindarle al usuario
Característica:	Usabilidad
Subcaracterística:	Operabilidad
Atributo :	Metodología
Métrica:	¿Existe una metodología establecida por el software para cada una de las técnicas de minería de datos que el software contiene?
Justificación:	La minería de datos consta de varias etapas, por lo tanto es conveniente que el software ofrezca una secuencia de pasos que indique la metodología para las técnicas establecidas en el software.
Característica:	Usabilidad
Subcaracterística:	Operabilidad
Atributo :	Técnicas de minería de datos
Métrica:	¿El software tiene varias opciones de técnicas de minería de datos?
Justificación:	Si un software ofrece más de una opción en lo que respecta a las técnicas de minería de datos, es más útil porque no se especializa en alguna técnica y es usado con más frecuencia para diferentes situaciones.
Característica:	Portabilidad
Subcaracterística:	Adaptabilidad
Atributo :	Adaptabilidad al ambiente
Métrica:	¿Puede el usuario adaptar el software a cualquier Manejador de Bases de Datos?
Justificación:	Cuando un software de minería de datos ofrece más opciones para conectarse a varios manejadores de bases de datos, es indiscutiblemente más usado porque no está ligado solamente a un manejador por lo cual es requerido frecuentemente para diferentes situaciones.

Tabla 4.14 Métricas nuevas relacionadas a Minería de Datos.

Métricas relacionada con aspectos generales.

Característica:	Funcionalidad
Subcaracterística:	Integridad
Atributo :	Seguridad
Métrica:	¿Existe un control de acceso en la etapa de instalación y configuración del software?
Justificación:	La seguridad del software es necesario controlarla desde la instalación, como parte de la integridad del software.
Característica:	Usabilidad
Subcaracterística:	Aprendizaje
Atributo :	DEMO
Métrica:	¿El usuario puede consultar el DEMO, en cualquier momento durante la operación del software?
Justificación:	Como parte del aprendizaje del uso del software, es conveniente tener en línea el DEMO del producto, como guía al usuario.
Característica:	Usabilidad
Subcaracterística:	Operabilidad
Atributo :	Utilidad de ayudas
Métrica:	¿La información proporcionada por las ayudas en línea, es útil en el momento que es requerida?
Justificación:	Es necesario que la ayuda en línea realmente contenga la información específica para que el usuario aclare la duda o resuelva el problema en cuestión.
Característica:	Usabilidad
Subcaracterística:	Operabilidad
Atributo :	Facilidad de operación opcional
Métrica:	¿La selección de opciones del software, se realiza por medio de la barra de herramientas o ratón (mouse)?
Justificación:	La operación del software debe ser fácil al usuario, por ello es necesario que el manejo del software se adecue a lo que el usuario está familiarizado a usar, y como hoy en día lo más común es que el software esté adecuado al manejo de ventanas, comandos y mouse, es por esto que un minero es más usado cuando cuenta con estas herramientas visuales.
Característica:	Portabilidad
Subcaracterística:	Instalabilidad
Atributo :	Reinstalación
Métrica:	¿El software se puede instalar n veces en forma satisfactoria en el mismo equipo?
Justificación:	Es común que el software se desee instalar y desinstalar las veces que sean necesario en el mismo equipo sin que exista ningún inconveniente.
Característica:	Portabilidad
Subcaracterística:	Instalabilidad
Atributo :	Reemplazamiento
Métrica:	¿Al cambiar de versión del software, las funciones y módulos son similares?
Justificación:	El cambiar de versión del software por alguna modificación o adición de algunas funciones o módulos, es importante que el usuario no se percate del cambio.

Tabla 4.15 Métricas nuevas relacionadas aspectos generales.

Es conveniente mencionar que en esta selección de métricas es importante para medir la calidad externa del software de minería de datos, porque en base a estas métricas se lleva a cabo la evaluación del software.

4.2.2 Estableciendo rangos de niveles para las métricas.

Siguiendo lo que recomienda la norma ISO-14598 y la sección 3.3.2.4 del capítulo anterior, se define la escala numérica para calificar las métricas, definida en la Tabla 4.13.

4.2.3 Establecimiento de criterios para la valoración.

La Figura 4.5 muestra la relación entre la escala de calificación y el valor del porcentaje, en cuanto a calidad se refiere. Una vez realizada la medición de las métricas en la etapa de ejecución de la evaluación, se obtendrán los criterios de calidad como son el nivel de clasificación, la categoría de calidad y la conclusión, según se propone en [MACS99].

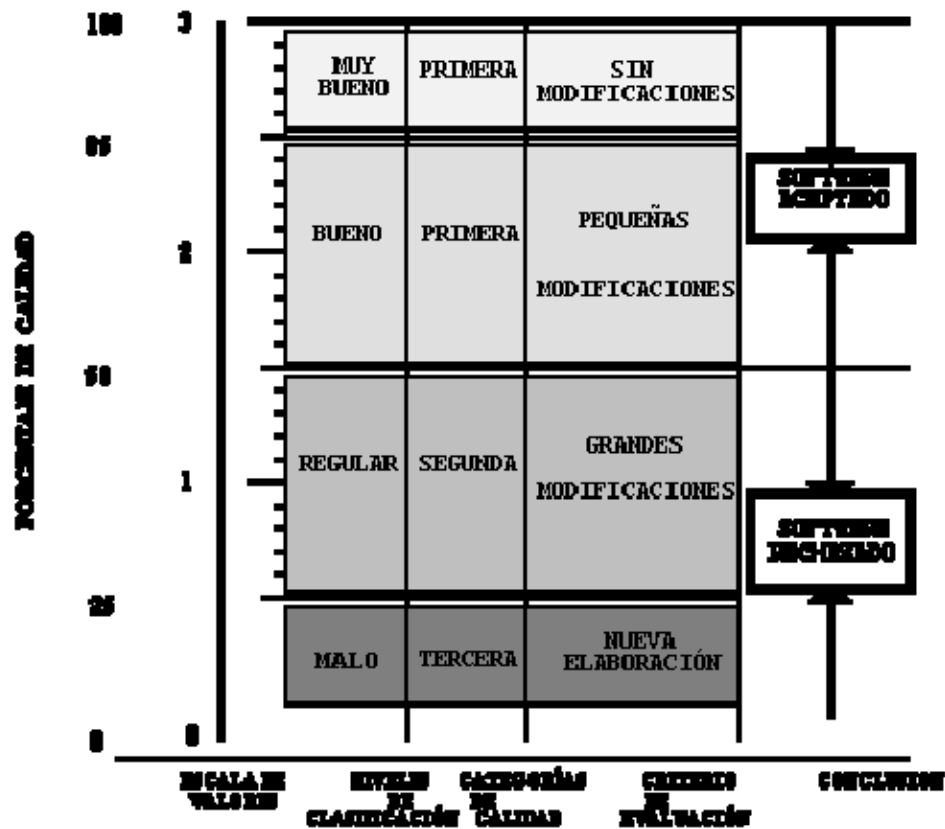


Figura 4.5 Esquema de criterios de evaluación para Software de Minería de Datos

4.3 Diseño de evaluación

En el diseño de la evaluación se realiza el plan a seguir para llevar a cabo la medición del software.

4.3.1 Procedimiento del plan de evaluación.

El plan que se aplica para medir la calidad externa en software de minería de datos, es el siguiente:

- a) El cuestionario de métricas a evaluar, está clasificado en 5 características principales, que son Funcionalidad, Confiabilidad, Usabilidad, Eficiencia y Portabilidad.
- b) La evaluación será por cada una de las características establecidas.
- c) El cuestionario tiene dos tipos de métricas, las que son preguntas directas o críticas por lo que el usuario contesta SI/NO y otras en las cuales se mide la frecuencia de algún evento o inclusive si el comportamiento es Excelente, Muy Bueno, Regular y Malo en base a la Tabla 4.13, lo anterior para evitar en lo posible obtener un valor en total relativo a la opinión del evaluador.
- d) Una vez que se miden todas las métricas, se deben calcular subtotales de cada una de las características en forma de promedio, es decir la suma de todas las métricas de dicha característica y promediar entre el número de métricas.
- e) Finalmente se suman los valores promedios de las características y se obtendrá el promedio de éstas, el resultante es el número de valoración.
- f) Con este número de valoración se calcula el porcentaje de calidad considerando la escala propuesta en la Tabla 4.13, donde el valor máximo 3 equivale al 100%, entonces para calcular el porcentaje basta con dividir este valor entre 3 y después multiplicar por 100.
- g) Con este número de valoración y el porcentaje de calidad externa del software, el evaluador deberá comparar éste en base a los criterios establecidos en la Figura 4.5 y así definir los niveles de clasificación, categorías de calidad, criterios de evaluación y conclusión.
- h) Como resultado se debe proporcionar un reporte que contiene el valor para cada una de las características medidas al software y el porcentaje de cumplimiento de calidad externa del software, así como su interpretación.

En consecuencia, se requiere una aplicación para medir, cuantificar y obtener el porcentaje de calidad para software de minería de datos, por supuesto que en ella, se aplican las métricas de calidad que se obtienen en la especificación, su nombre es DAMSE que significa DataMining Software Evaluation.

El Análisis y Diseño de DAMSE; se encuentra en el capítulo 6 y el manual de usuario en el apéndice A.

4.4 Ejecución de la evaluación

La medición de las métricas se lleva a cabo con la ayuda de DAMSE para obtener el porcentaje de calidad de este tipo de software.

En el Capítulo 5, se aplicará el proceso de evaluación para software de minería de datos, propuesto en este trabajo con algunos ejemplos prácticos.

4.5 Concluir la evaluación

Una vez obtenido el valor de la evaluación del software así como su porcentaje de cumplimiento de calidad, el evaluador deberá comparar el valor contra el esquema propuesto en la Figura 4.5 de la sección 4.2.3. y proporcionar la interpretación, en cuanto a los niveles de clasificación, categorías de calidad, criterios de evaluación y la conclusión, que puede ser si el software es aceptado o rechazado. Posteriormente, se genera un reporte final de la evaluación donde se incluye el porcentaje de cumplimiento de calidad con su respectiva interpretación.

Resumen.

Para medir la calidad de software en los productos de minería de datos, es necesario seguir la secuencia de las etapas del proceso de evaluación adecuado a este tipo de software. Como parte de la adecuación se muestran las métricas necesarias para medir la calidad, así como también, se presentan las nuevas métricas para aquellas cualidades especiales que presentan los productos de minería de datos.

Dentro del diseño de la evaluación se desarrolla una herramienta llamada DAMSE (DataMining Software Evaluation, Evaluación de Software de Minería de Datos), que permite calcular el porcentaje de calidad en base a la medición de la calidad aplicando métricas, donde la ejecución de la evaluación se realiza por medio de ésta la herramienta.

Para la interpretación de resultados, se establecen en la especificación de la evaluación los criterios de evaluación para software de minería de datos y así concluir, el estado del software.

El siguiente capítulo, se divide en dos partes principales, en la primera se presenta el análisis y diseño de la herramienta DAMSE y en la segunda se muestra el resultado de la aplicación del proceso de evaluación, a diferentes software de minería de datos seleccionados en base a criterios establecidos, empleando para la medición de la calidad la herramienta mencionada.

5. APLICACIÓN DEL PROCESO DE EVALUACIÓN AL SOFTWARE DE MINERÍA DE DATOS.

Como parte de la aplicación del proceso de evaluación a productos de minería de datos, se establecen criterios para la selección de productos que limitan el universo de éstos, se realiza la medición de la calidad a un producto de software de minería de datos empleando la herramienta DAMSE (Data Mining Software Evaluation, Evaluación del Software de Minería de Datos), y se interpretan los resultados, para concluir la aceptación o rechazo del software.

Siguiendo el ciclo de vida del software, se presenta el análisis y diseño de la mencionada herramienta, antes de usarla, con la finalidad de entender su funcionalidad.

5.1. Características Generales.

La aplicación DAMSE tiene como objetivo principal calcular el porcentaje de calidad del software de Minería de Datos, en base a la cuantificación de métricas agrupadas en características.

DAMSE esta realizada para brindar apoyo al usuario con conocimiento en el área de Minería de datos y en particular, en la técnica de Reglas de Inducción, de igual forma, en los diferentes métodos de minería de datos como son, Asociación, Agrupación, Clasificación, Predicción, Reconocimiento de patrones, etc., en bases de datos y manejadores de bases de datos.

5.2 Análisis y Diseño de la Aplicación DAMSE

5.2.1. Definición de la problemática.

Para llevar a cabo el proceso de evaluación de software de Minería de Datos, propuesto en el Capítulo 4 de este documento, es necesario evaluar una serie de métricas así como contabilizar y obtener un promedio y el porcentaje de calidad del software.

Para esto se considera necesario realizar una aplicación, donde se realice las actividades para obtener el valor numérico por cada una de las características y el total, así como el porcentaje de calidad, generando un Reporte Final con el valor de todas las características y un porcentaje total de calidad, el cual se visualiza en pantalla o bien de forma impresa en papel.

5.2.2. Diseño Preliminar.

5.2.2.1 Diseño de la arquitectura del sistema.

El diseño del sistema comprende dos niveles de actividades, que se conocen como diseño lógico y diseño físico. En el diseño lógico se desarrollan las especificaciones del sistema, incluyendo los detalles del formato de salida, entrada, archivo o almacenamiento y procedimiento.

Estas especificaciones son útiles durante el diseño físico, para determinar qué tipo de programas y archivos se realizan.

La aplicación DAMSE se desarrolla en Visual Basic 6.0 sobre la plataforma Windows Millenium.

5.2.2.2 Diseño de las salidas

Para la salida se emplean dispositivos como son impresoras y pantallas de vídeo.

Se tiene considerada una salida que corresponde al Reporte Final y otra para la impresión del cuestionario de métricas.

Ambos informes se mostrarán en forma impresa en hoja tamaño carta, y visualizados en la pantalla.

El formato de los campos y registros disponibles para cada uno de los datos, se encuentran documentados en el Diccionario para la descripción de elementos dato.(véase sección 5.2.3.2).

Con respecto al diseño de pantallas para las respectivas consultas, se realizarán en la base de la cantidad de las métricas separadas por características.

A continuación se mencionan las pantallas de consultas requeridas para los Informes considerados en la aplicación.

1. Pantalla de Consulta de los registros existentes.
2. Pantalla de Consulta para el emitir el Reporte Final.

5.2.2.3 Diseño de las entradas.

Las pantallas de entrada de datos especifican como se introducen al sistema en línea para su procesamiento e incluyen, métodos para la captura de datos y su validación. Los objetivos generales del diseño de entradas son importantes para determinar la cantidad de datos en la entrada, además de controlar los errores y la demora en el procesamiento de información.

Las entradas para la aplicación DAMSE se realizan por medio de pantallas accesibles, que al igual que las pantallas de consultas, se diseñan en la base a la cantidad de métricas consideradas durante la etapa de Análisis.

La introducción de datos será por medio de tecleo directo para el almacenamiento a tablas y para evitar que los errores de captura produzcan otros de procesamiento de información, se utilizarán listas desplegables donde se muestren los valores y su equivalencia, para que el usuario solo seleccione una sola opción.

Las pantallas de captura de datos, así como los menús de acceso de la aplicación son:

1. Pantalla principal DAMSE.
2. Pantalla Medición de Características-Captura de Datos.
3. Menú de Ayuda.

5.2.3 Diseño de la base de datos .

En consecuencia del análisis del sistema y la definición de la propuesta, se realiza el diseño lógico de la base de datos para la aplicación donde la estructura de la base de datos consiste en los siguientes módulos, como se muestra en la Figura 5.1.

- ♦ Medición de calidad
- ♦ Reporte Final

Para la especificación adecuada de la base de datos, se hace necesario definir los elementos de cada uno de los módulos y las relaciones que existen entre ellas, para lo cual es conveniente utilizar una serie de herramientas que faciliten la documentación de todos los elementos, los procesos y las relaciones involucradas en el sistema.

Para este caso particular, la especificación de la base de datos para la aplicación DAMSE se desarrolla usando el Modelo de Entidad-Relación, en base a las herramientas que se mencionan a continuación:

- a) Procedimiento.
- b) Diccionario de datos.
- c) Diagrama Entidad-Relación.

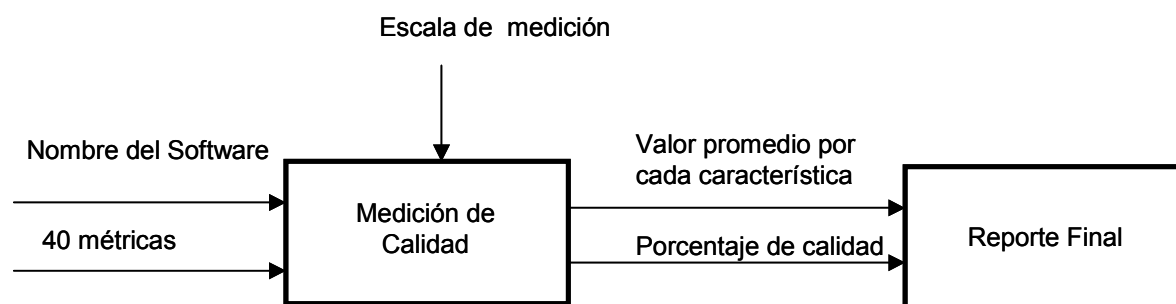


Figura. 5.1 Diagrama de flujo de la aplicación DAMSE

5.2.3.1. Procedimiento

En este documento se señala la secuencia de etapas para realizar los procesos involucrados en los módulos respectivos, proporcionando un panorama que permite definir el flujo de datos entre ellos.

En las siguientes secciones se detallan los módulos que comprenden el sistema.

5.2.3.1.1 Medición de calidad

En este módulo, se lleva a cabo la captura de la medición de las 40 métricas y se determinan, los valores promedio por cada una de las características, así como el porcentaje de calidad del software, como se muestra en la Figura 5.2.

A) Cálculo del valor promedio por característica.

- 1.- A partir del valor asignado a cada una de las métricas, primero se obtiene el valor promedio por cada una de las características, así después se obtiene el valor total del software entre un rango de 0 a 3.

B) Cálculo del porcentaje de calidad.

- 1.- Con el valor total del software se obtiene el porcentaje de calidad aplicando la siguiente formula:

$$\% \text{ Calidad} = (\text{Valor total} / 3) \times 100$$

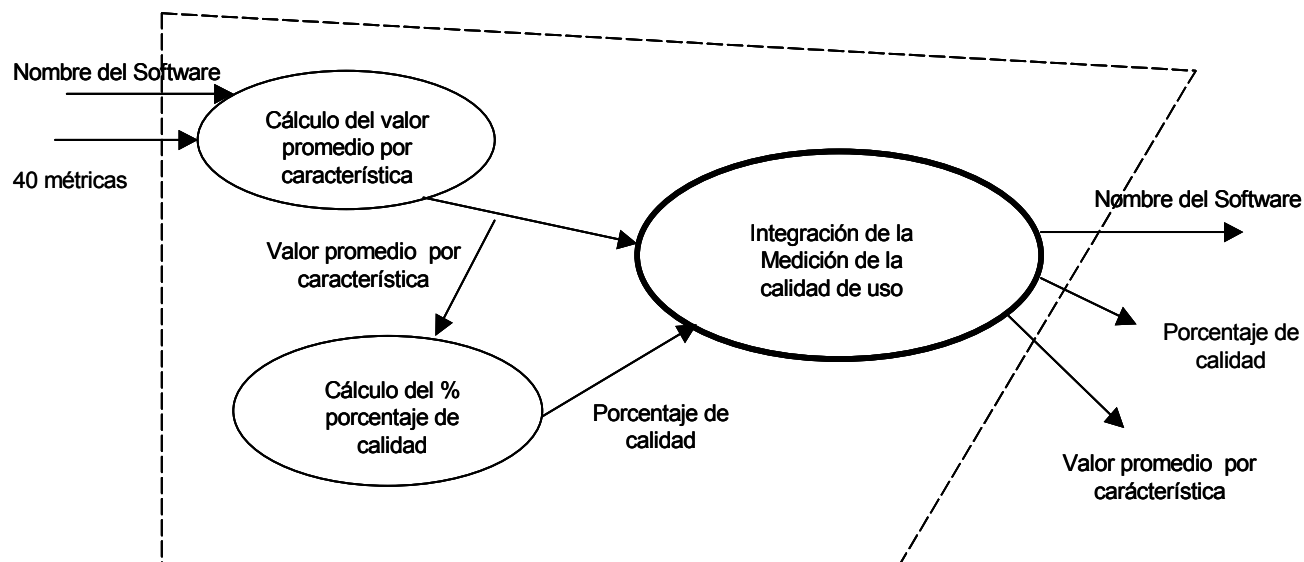


Figura 5.2 Diagrama de flujo del módulo de Medición de calidad.

5.2.3.1.2. Reporte Final

En este módulo se lleva a cabo la integración de la información que se muestra como Reporte Final, lo cual requiere los datos del módulo de Medición de calidad (véase Figura 5.3), de donde se reciben los datos correspondientes al valor promedio de cada una de las características, así como el porcentaje de calidad del software.

A) Integración del Reporte Final.

- 1.- El reporte final deberá contener los siguientes datos:
 - ⇒ Nombre del software.
 - ⇒ Valor promedio por cada una de las características.
 - ⇒ Valor total del software.
 - ⇒ Porcentaje de calidad.

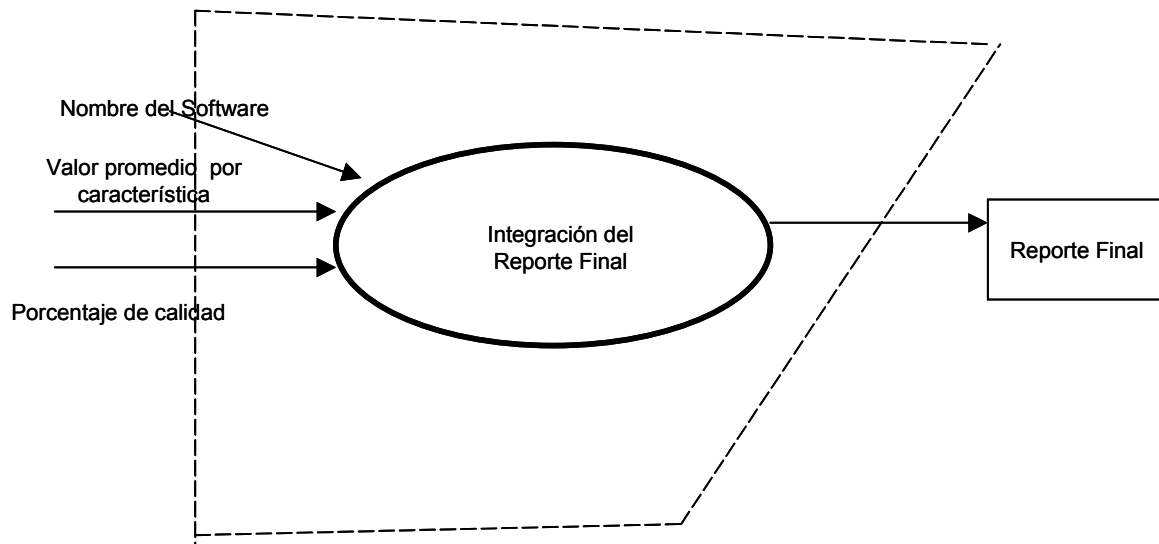


Figura 5.3 Diagrama de flujo del módulo de Reporte final.

5.2.3.2 DICCIONARIO DE DATOS.

I. Medición de calidad.

La descripción y el nombre de las variables utilizadas en la aplicación DAMSE, se muestra en el diccionario de datos, indicando el tipo de valor, el rango así como su longitud. Véase Figura 5.4.

DATOS	DESCRIPCION	PROCESO	TIPO DE VALOR	RANGO DE VALOR	LONGITUD
Nombre Software	Nombre del Software	Medición de métricas	Texto		11
U_est.	Uniformidad de la estructura	Medición de métricas	Número	0-3	1
U_voc	Uniformidad de vocabulario	Medición de métricas	Número	0-3	1
f_cor	Funcionamiento correcto	Medición de métricas	Número	0-3	1
seg_fun	Seguridad	Medición de métricas	Número	0-3	1
seg_inst	Seguridad de acceso	Medición de métricas	Número	0-3	1
auto	Auto chequeo	Medición de métricas	Número	0-3	1
exac	Exactitud	Medición de métricas	Número	0-3	1
fallas	Tiempo entre fallas	Medición de métricas	Número	0-3	1
vali	Validación de memoria	Medición de métricas	Número	0-3	1
rest	Restablecimiento	Medición de métricas	Número	0-3	1
rest_da	Recuperación de datos	Medición de métricas	Número	0-3	1
term	Terminología	Medición de métricas	Número	0-3	1
inter	Interfaz de usuario	Medición de métricas	Número	0-3	1
vis	Visualización	Medición de métricas	Número	0-3	1
demo	Existencia DEMO	Medición de métricas	Número	0-3	1
c_demo	Consulta de DEMO	Medición de métricas	Número	0-3	1
tuto	Existencia de tutorial	Medición de métricas	Número	0-3	1
c_tuto	Consulta de tutorial	Medición de métricas	Número	0-3	1
g_inte	Guía interactivo	Medición de métricas	Número	0-3	1
olap	OLAP	Medición de métricas	Número	0-3	1
ac_datos	Acceso de datos	Medición de métricas	Número	0-3	1
m_confu	Mensajes confusos	Medición de métricas	Número	0-3	1
progre	Progreso	Medición de métricas	Número	0-3	1
o_can	Operación cancelada	Medición de métricas	Número	0-3	1
t_ope	Tiempo de operación	Medición de métricas	Número	0-3	1
ayuda	Ayudas	Medición de métricas	Número	0-3	1
o_rec	Operación recuperada	Medición de métricas	Número	0-3	1
met	Metodología	Medición de métricas	Número	0-3	1
md	Técnicas de Minería de datos	Medición de métricas	Número	0-3	1
ut_ayuda	Utilidad de ayudas	Medición de métricas	Número	0-3	1
fac_ope	Facilidad de operación	Medición de métricas	Número	0-3	1
resp	Respuesta rápida	Medición de métricas	Número	0-3	1
u_memo	Utilización memoria	Medición de métricas	Número	0-3	1
u_dispo	Utilización de dispositivos	Medición de métricas	Número	0-3	1
ind	Independencia de sistema operativo	Medición de métricas	Número	0-3	1
ad_bd	Adaptación de base de datos	Medición de métricas	Número	0-3	1
fac_inst	Fácil instalación	Medición de métricas	Número	0-3	1
restin	Reinstalación	Medición de métricas	Número	0-3	1
conf	Configuración automática	Medición de métricas	Número	0-3	1
func	Funciones inclusivas	Medición de métricas	Número	0-3	1

Figura 5.4 Diccionario de datos

5.2.3.3 Diagrama Entidad-Relación

En la Figura 5.5, se muestra el diagrama Entidad-Relación que existe entre los módulos de la aplicación DAMSE.

La interpretación del diagrama Entidad-Relación (E-R), es la siguiente: *para que exista un reporte final de un software de minería de datos, debe existir una y sola una medición de calidad del producto, con una relación que calcula el porcentaje de calidad correspondiente.*

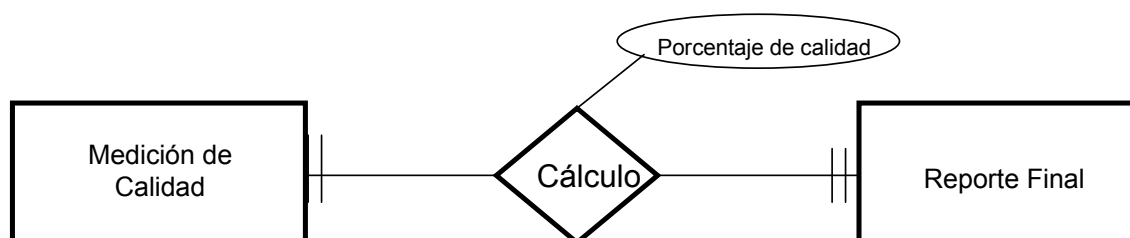


Figura 5.5 Diagrama de Entidad Relación de la aplicación DAMSE.

5.2.3 Diseño Físico

La base de datos queda conformada por una tabla y una consulta, de acuerdo al diagrama E-R.

Se establece una tabla llamada Métricas, donde se guardan los valores medidos, se crea una consulta llamada Cálculos donde además se obtiene el porcentaje de calidad y los valores de cada una de las características.

En la Figura 5.6, puede observarse la relación física entre la tabla métrica y la consulta cálculo.

El manual de usuario de la aplicación DAMSE se encuentra en el Apéndice A de este documento.

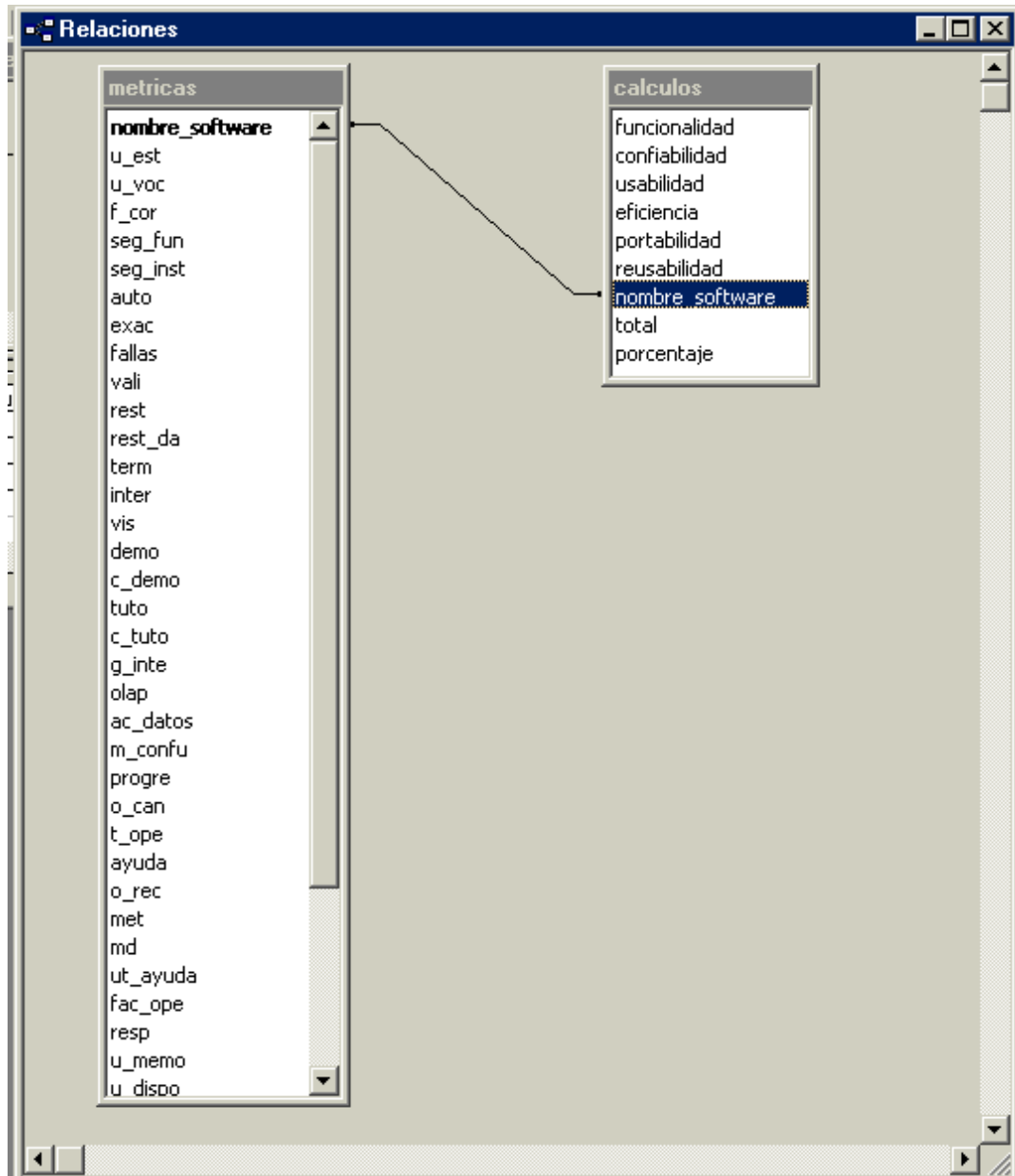


Figura 5.6 Relación entre las entidades de la aplicación DAMSE.

5.3 Ejecución de la evaluación

5.3.1 Criterios de selección

Para llevar a cabo la prueba del proceso de evaluación de software de minería de datos, es necesario identificar y seleccionar los software para evaluarlos; por ello es conveniente determinar los criterios específicos para realizar la selección y así elegir software similares, esto con el fin de que tengan características comunes y su operación sea en situaciones análogas.

En Internet se encuentran diversos sitios que hacen referencia a software de minería de datos, algunas direcciones web son:

- a) www.kdnuggets.com donde se encuentra una relación de productos de minería de datos.
- b) www.rpi.edu/wud2/datamine.html. en este sitio se muestra una revisión a los métodos de minería de datos y sus productos.

Entre la bibliografía que se toma como base, se destaca el artículo:

- a) "A survey of Data Mining and Knowledge discovery software tools", Goebel & Gruenwald, editado por ACM SIGKDD en Junio 1999. [GOEBEL99]

En base a estas referencias, y después de una búsqueda, se tiene que de un total de 70 software de minería de datos referenciados en estas páginas, existen software de diferentes técnicas y métodos de minería de datos.

Por la cantidad de software es necesario delimitar el universo de software, en este caso particular donde el objetivo es aplicar el proceso de evaluación propuesto y medir la calidad externa, se hace necesario establecer criterios de clasificación.

Para ello se consideran como fuente las encuestas realizadas por [KDNUGGETS2003] a usuarios del área de minería de datos donde se obtuvieron las siguientes estadísticas, sobre los software y criterios para la selección de software de datos:

- Al preguntar, ¿Cuál técnica de minería de datos usa regularmente? La respuesta es de 547 votos, el 7% ocupa la técnica de asociación (36) (véase Figura 5.7).
- Al preguntar ¿Cuál formato usa para contener los datos para realizar minería? La respuesta es de 238 votos donde el 24% (57) usa forma archivos planos separados por comas (.csv), el 26% (61) usa archivos planos separados por espacios (.txt) y el 27% (64) usa base de datos (véase Figura 5.8).
- Al preguntar ¿Qué herramienta de minería de datos usa? La respuesta es de 551 votos, donde el 1% (10) usa Polyanalist, y el 6% (57) usa herramientas libres o gratis (véase Figura 5.9).
- Al preguntar ¿Dónde aplica la minería de datos? La respuesta es de 198 votos, donde el 11% (47) lo usa en mercadotecnia sobre venta de productos (véase Figura 5.10).

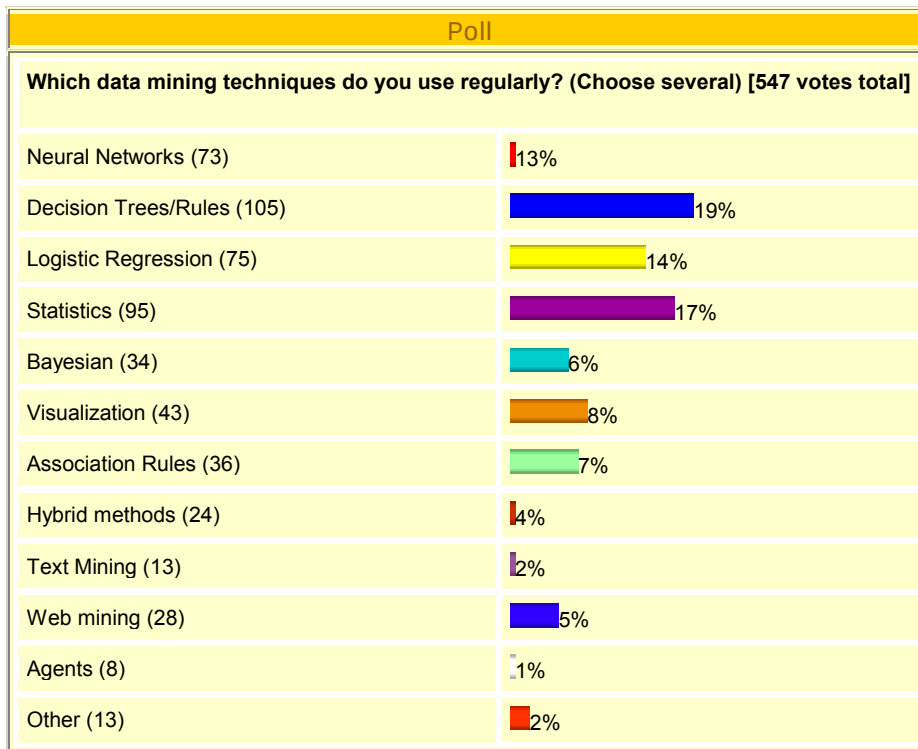


Figura 5.7. Resultado de la pregunta ¿Cuál técnica de minería de datos usa regularmente?
[KDNUGGETS2003]

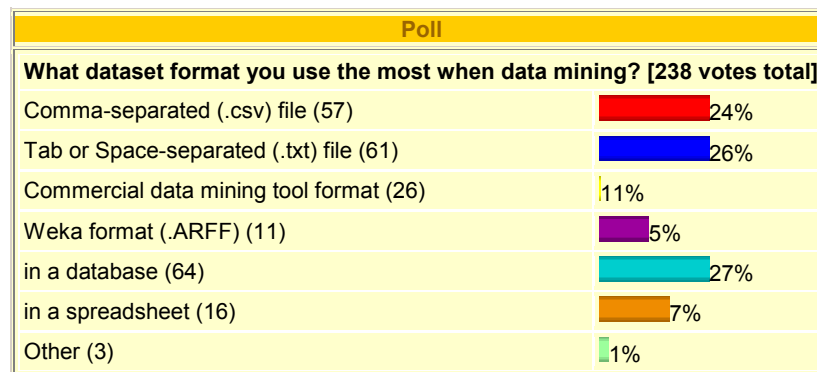


Figura 5.8. Resultado de la pregunta ¿Cuál formato usa para contener los datos para realizar minería?.
[KDNUGGETS2003]

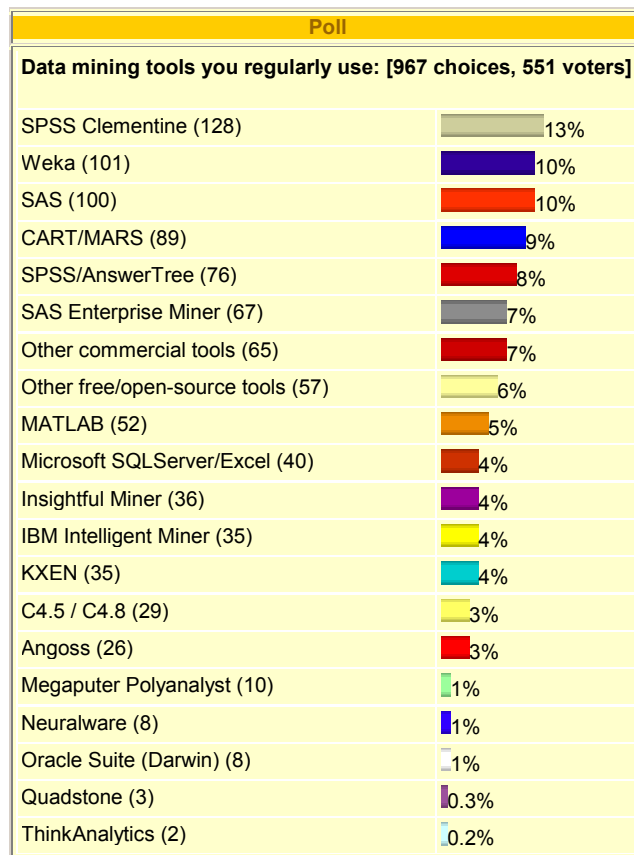


Figura 5.9. Resultado de la pregunta ¿Qué herramienta de minería de datos usa?. [KDNUGGETS2003]

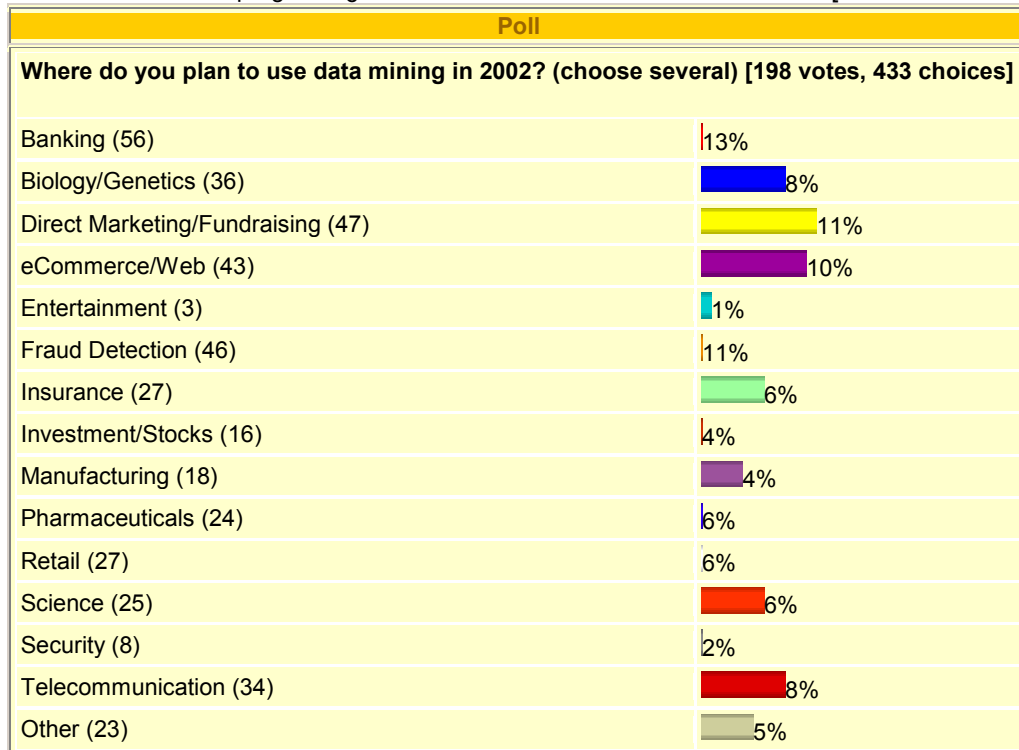


Figura 5.10. Resultado de la pregunta ¿Dónde aplica la minería de datos?. [KDNUGGETS2003]

En base a lo anterior y a la experiencia adquirida, los criterios de selección son los siguientes:

1. Disponibilidad gratuita en Internet.

Debido a que los precios de software de minería de datos están dentro del rango de \$1,000 y \$25,000 dólares, no son accesibles cuando se requiere el software para pruebas de una investigación como la realizada para este trabajo de tesis, por lo tanto, en este caso solo se consideran los software que estén disponibles en forma libre o en etapa de prueba y evaluación.

2. Sistema Operativo.

Cuando se requiere descargar un software de minería de datos de Internet, en la mayoría de los casos el sistema operativo es requerido, por lo que en este caso se eligió la plataforma Windows por su flexibilidad para redes y conectividad, así como por su facilidad de instalación, mayor difusión y familiaridad por parte del usuario.

Cabe mencionar que la mayoría de los software tienen la opción de funcionar sobre la plataforma Windows.

3. Manejador de Base de Datos.

Este criterio está ligado con el anterior, el manejador de bases de datos debe corresponder a la plataforma que se está utilizando como sistema operativo; en el caso de Windows, el software debe tener conexión por medio de ODBC con manejadores de sistemas de bases de datos como Access y SQL Server.

4. Método de minería de datos: Asociación y Clasificación

Las **reglas de asociación** son comúnmente utilizadas por empresas en cuanto a la mercadotecnia y así conocer, las relaciones más frecuentes en el uso y compra de productos o servicios.

La técnica de minería de datos de asociación se realiza sobre una base datos para buscar relaciones o asociaciones entre los diferentes atributos

Por ejemplo, si se tienen los atributos A y B, una regla de asociación entre estos atributos sería de la siguiente forma:

$$A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_i \rightarrow B_1 \wedge \dots \wedge B_j \text{ donde A y B son valores de los atributos.}$$

Así la regla de asociación se interpreta de la siguiente forma:

Si ocurre $A_1, A_2 \dots A_i$ es **probable** que $B_1, B_2 \dots B_n$ también aparezcan u ocurran en la misma transacción.

El término **probable** es cuantificado por dos medidas, una medida es el **Soporte** y la otra es la **Confianza** que respectivamente reflejan la utilidad y la certeza de la regla.

Dada la regla $A \rightarrow B$,

El soporte es la probabilidad de que en una transacción estén contenidos los atributos A y atributos B, y se calcula como sigue:

$$\text{soporte } (A \rightarrow B) = \text{frecuencia } (A \cup B) / \text{número total}$$

La confianza es la probabilidad que en una transacción estén contenidos los atributos A así como también atributos B y se calcula como sigue:

$$\text{confianza } (A \rightarrow B) = \text{soporte } (A \cup B) / \text{soporte } (A)$$

Para ajustar el soporte y la confianza de la regla de asociación, se puede variar el número de asociaciones encontradas para tener resultados satisfactorios, en esta forma puede variar el rango

La clasificación de datos es el proceso de encontrar propiedades comunes entre un conjunto de datos en una base de datos y clasificarlos dentro de diferentes *clases*, de acuerdo a un modelo de clasificación. Para construir un modelo de clasificación, una muestra de la base de datos *E* es tratada como el conjunto de *entrenamiento*, en el cual cada tupla consiste del mismo conjunto de atributos múltiples (o características) como las tuplas en una gran base de datos *W* y adicionalmente, cada tupla tiene una identidad de una clase conocida (etiqueta) asociada con ella.

El objetivo de la clasificación es primero analizar los datos de entrenamiento y desarrollar una exacta descripción o un modelo para cada clase usando las características disponibles en los datos. Tales descripciones de las clases son entonces usadas para clasificar futuros datos de prueba en la base de datos *W* o para desarrollar mejores descripciones (llamadas reglas de descripción) para cada clase en la base de datos.

Las aplicaciones de la clasificación incluyen diagnóstico médico, predicción de rendimiento, mercadotecnia selectiva, entre otras. [DATAMIN96]

Después de aplicar estos criterios, el universo de productos se reduce y queda de la forma siguiente:

De un total de 70 productos, el 50% corresponde a productos que contienen el método de asociación, pero no está en la plataforma requerida.

Por lo anterior, sólo se consideran 13 software seleccionados que sí cumplen con los criterios establecidos para este caso en específico. En las Tablas 5.1.A y 5.1.B, se muestran éstos software con sus respectivas características, así mismo es necesario indicar que en el apéndice B, se encuentran las direcciones de los sitios web donde se encuentran las versiones libres, documentación, precios, etc., de estos productos.

En la Tabla 5.2 se enlistan los precios de algunos de los software de minería de datos seleccionados y en la Tabla 5.3 se pueden verse algunas observaciones hechas al momento de usar el DEMO, y asimismo a tratar de realizar una tarea en específica, independiente del DEMO incluido.

Asimismo, se concluye cuáles software son los seleccionados para realizar la medición de calidad.

CARACTERISTICAS

SOFTWARE	S.O.	CONECTIVIDAD.	BD	CLASIFICACION	ASOCIACION	DISPONIBLE
SUPERQUERY	WNT	ODBC	RELACIONAL	X	X	OK
ROSETTA	WNT	ODBC	RELACIONAL	X		OK
PolyAnalyst 4.4	WNT	ODBC	RELACIONAL	X	X	OK
MineSet	WNT	ARCHIVO TXT	RELACIONAL	X		OK
DBMiner	WNT	ODBC	RELACIONAL	X	X	OK
Aliced'ISoft	WNT	ODBC	RELACIONAL	X		OK
Q-Yield	WNT	ODBC	RELACIONAL		X	NO
DI-Driver	WNT	ODBC	RELACIONAL	X		NO
Affinity	WNT	ODBC	RELACIONAL		X	NO
eNuggets	WNT	ODBC	RELACIONAL		X	OK
WizRule	WNT	ODBC	RELACIONAL		X	NO
CBA	WNT	ODBC	RELACIONAL		X	NO
Xpertrule Miner 4.0	WNT	ODBC	RELACIONAL		X	OK

Tabla 5.1A Características del Software

CARACTERISTICAS

SOFTWARE	S.O.	INSTALACION	PASSWORD	MANUAL	AYUDA EN LINEA
SUPERQUERY	WNT	OK	NO	SI	SI
ROSETTA	WNT	OK	NO	SI	NO
PolyAnalyst 4.4	WNT	OK	NO	SI	SI
MineSet	WNT	OK	NO	SI	SI
DBMiner	WNT	OK	SI	SI	SI
Aliced'ISoft	WNT	OK	SI	SI	NO
Q-Yield	WNT	-----	-----	-----	-----
DI-Driver	WNT	-----	-----	-----	-----
Affinity	WNT	-----	-----	-----	-----
eNuggets	WNT	OK	NO		
WizRule	WNT	NO	NO		
CBA	WNT	-----	-----	-----	-----
Xpertrule Miner 4.0	WNT	NO SE PUEDE MARCA ERROR		-----	-----

Tabla 5.1B Características del Software

SOFTWARE	COSTO (DLS)
SUPERQUERY	\$450
ROSETTA	NO DISPONIBLE
PolyAnalyst 4.4	\$9390 + IMPUESTO
MineSet	NO DISPONIBLE
DBMiner	\$999 + IMPUESTO
Aliced'Issoft	\$7,000 + IMPUESTO
Q-Yield	\$25,000
DI-Driver	NO DISPONIBLE
Affinity	\$740
ENuggets	\$1000
WizRule	\$1395
CBA	\$2000
Xpertrule Miner 4.0	\$3000

Tabla 5.2 Precios de Software

SOFTWARE	ACCESO	TECNICA	EJEMPLO DE DEMOSTRACION	OBSERVACIONES
SUPERQUERY	FACIL	ASOCIACION/CLASIFICACION	SI SE REALIZO SATISFACTORIAMENTE	SI ES POSIBLE REALIZAR UN NUEVO PROYECTO.
ROSETTA	FACIL	CLASIFICACION	NO TIENE DEMO	
PolyAnalyst 4.4	FACIL	ASOCIACION	SI SE REALIZO SATISFACTORIAMENTE	SI ES POSIBLE REALIZAR UN NUEVO PROYECTO.
MineSet	FACIL	CLASIFICACION	SI SE REALIZO SATISFACTORIAMENTE	SOLO SE PUEDE VER LOS EJEMPLOS PREESTABLECIDOS.
DBMiner	FACIL	ASOCIACION/CLASIFICACION	SI SE REALIZO SATISFACTORIAMENTE	SI ES POSIBLE REALIZAR UN NUEVO PROYECTO.
Aliced'Issoft	FACIL	CLASIFICACION	SI SE REALIZO SATISFACTORIAMENTE	SOLO SE PUEDE VER LOS EJEMPLOS PREESTABLECIDOS.
eNuggets	FACIL	ASOCIACION	SI SE REALIZO SATISFACTORIAMENTE	SOLO SE PUEDE VER LOS EJEMPLOS PREESTABLECIDOS.

Tabla 5.3 Condiciones de Operación.

En resumen, se concluye que de 13 software solo un 23% cumplen con los criterios establecidos, por lo tanto para este caso en específico se realizará la medición de calidad a 3 de ellos.

Los productos de Software de Minería de Datos a medir son:

- DBMiner.
- SUPERQUERY.
- POLYANALYST.

5.3.2 Pruebas realizadas en el software seleccionado.

Para llevar a cabo la evaluación del software de minería de datos, fue necesario realizar una prueba con una base de datos determinada para cada uno de los software y así, observar el comportamiento durante la operación.

El motivo por el cual no se utilizó la misma base de datos para los software seleccionados, fue debido a inconvenientes en el acceso con ODBC en los software de Polyanalist y Superquery, sin embargo, en todos los ejemplos se considera una base de datos referente a las ventas de un supermercado con el fin de buscar reglas o asociaciones entre los atributos.

Debido a lo anterior, se estableció el criterio de dar un 100% en la exactitud de los datos para los tres software, de esta forma se considera que se mantiene uniformidad en la evaluación.

5.3.2.1 DBMiner

El ejemplo utilizado en DBMiner es una base de datos referente a las ventas registradas en un supermercado de una gran tienda comercial con sucursales en diferentes ciudades; se llama FoodMart y está almacenada en el manejador de Microsoft Access.

DBMiner utiliza las operaciones OLAP (On Line Analytical Processing, Procesamiento Analítico en Línea) para manipular los datos, para esto ocupa el concepto de cubo de datos que es un arreglo multidimensional, que facilita estas operaciones.

En la Figura 5.11 se muestra los atributos que contiene la base de datos Foodmart.

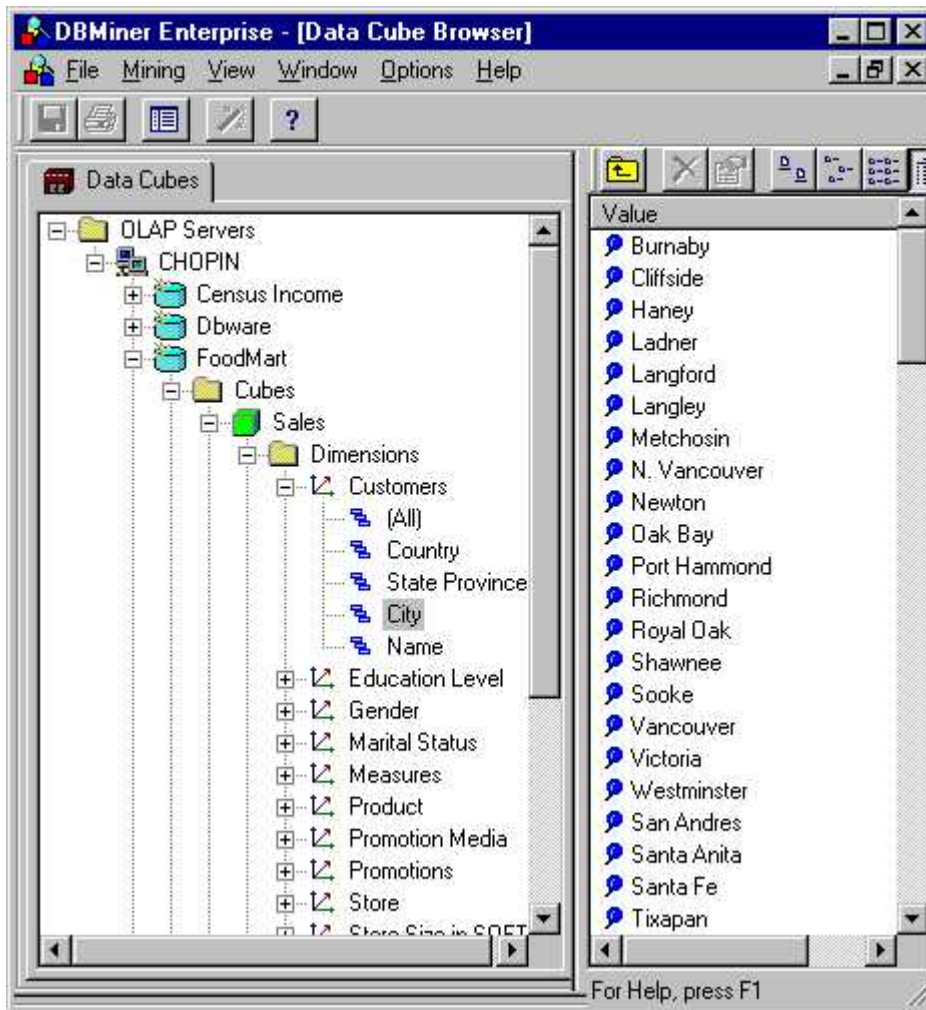


Figura 5.11 Estructura de la base de datos Foodmart.

De estos atributos o dimensiones es posible delimitar y seleccionar sólo las que se requieren para que la búsqueda de información sea más precisa, por ejemplo, si se selecciona solo las dimensiones de "Customer", "Education level" y "Gender", es como si se "rebanará" el cubo grande y sólo se extrajeran estas dimensiones, el nuevo cubo queda, como se muestra en la Figura 5.12.

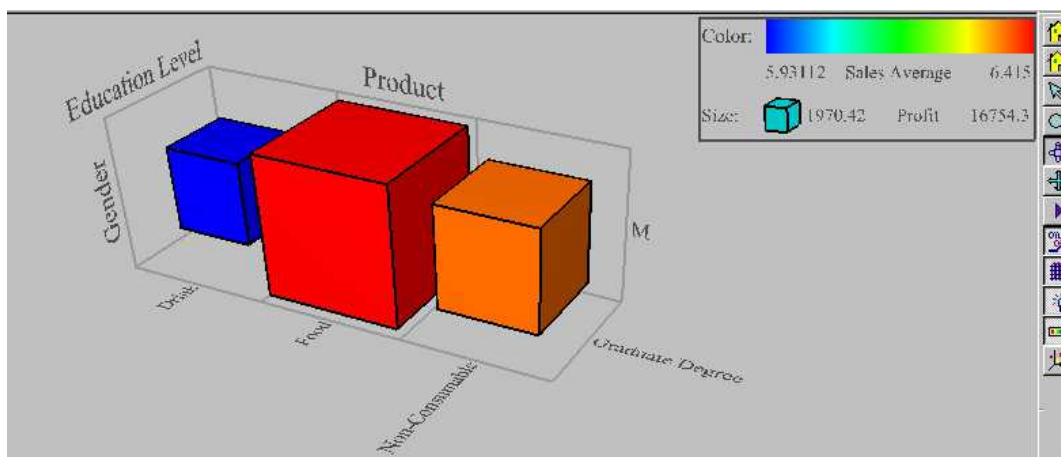


Figura 5.12 El cubo formado por las dimensiones seleccionadas

Una vez que se tiene construido el cubo de datos se procede a utilizar la técnica de minería de datos que se desee.

En este caso específico las pruebas se realizaron con la técnica de minería de datos de asociación, empleando el siguiente ejemplo:

Se desea llevar a cabo la técnica de asociación sobre el cubo de ventas con cinco dimensiones: "Customers", "Education Level", "Gender", y "Product con un valor de soporte mínimo igual a 10% y una confianza mínima de 50%.

Es conveniente mencionar que es necesario determinar dos dimensiones principales constantes, en este caso que se seleccionan "Education Level" y "Gender", las cuales serán las referencias para obtener los resultados.

Al realizar la minería de datos, se obtienen diferentes formas de mostrar los resultados:

1. En la Figura 5.13 se muestran la regla de asociación encontradas donde la confianza sea mayor de 50%

Body	Implies	Head	Support(%)	Confidence(%)
Education Level = [Bachelors Degree]	==>	Gender = [F]	13.022	50.784
Education Level = [Bachelors Degree]	==>	Gender = [M]	12.62	49.216
Education Level = [High School Degree]	==>	Gender = [F]	10.482	45.78
Education Level = [High School Degree]	==>	Gender = [M]	12.414	54.22
Education Level = [Partial College]	==>	Gender = [F]	13.707	53.76

Figura 5.13 Reglas de asociación encontradas.

2. Asimismo se muestran las situaciones con mayor frecuencia, donde el soporte fue mayor de 10%, como se muestra en la Figura 5.14.

Frequent Itemsets	Count	Support(%)
{ Education Level = [Bachelors Degree], Gender = [F] }	11308	13.022
{ Education Level = [Bachelors Degree], Gender = [M] }	10959	12.620
{ Education Level = [High School Degree], Gender = [F] }	9102	10.482
{ Education Level = [High School Degree], Gender = [M] }	10780	12.414
{ Education Level = [Partial College], Gender = [F] }	11903	13.707

Figura 5.14 Casos frecuentes donde el soporte es mayor de 10%.

5.3.2.2 Polyanalist

En este ejemplo se cuenta con una base de datos con 250 productos identificados por un código de 3 caracteres. El objetivo de esta búsqueda es encontrar que productos se venden juntos en la misma transacción.

La base de datos usada en Polyanalist, es "Basket" en formato de archivo plano separado por comas, en ésta se encuentran registros que indican una transacción, cada columna representa un producto y en cada celda contiene un SI o NO que representa si el producto está incluido en la transacción.

Se considera para este ejemplo, el valor mínimo de soporte igual a 10%, así solo los productos que ocurran juntos en 10% ó más se toman en cuenta.

También el valor de la confianza es considerada como un 50%, adicionalmente Polyanalist incluye en los parámetros de la técnica de asociación, el parámetro de **mejora**, que indica en que porcentaje se puede mejorar la confianza de la regla de asociación. El valor por defecto es de 2 y éste se ocupará para este caso.

Analizando los datos, en la Figura 5.15 se muestra el reporte que Polyanalist proporciona, donde se indican las reglas de asociación encontradas.

PRODUCT ASSOCIATION RULES					
Support Confidence Improvement					
"01C", "01B", "01I", -> "01D", "02B", "01K"	10.81%	95.49%	3.4844		
"01D", "01B", "01I", -> "01C", "02B", "01K"	10.81%	99.22%	3.0679		
"01D", "01C", "01I", -> "01B", "02B", "01K"	10.81%	100.00%	2.8870		

Figura 5.15 Reglas de asociación con confianza mayor a 50%

Las reglas mostradas por grupos de productos son leídas así "Si un cliente compra los productos 01C, 01B, 01I, 02B y 01K es probable que compre también el producto 01D con una confianza de 95% y una mejora de 3 %.

5.3.2.3 Superquery

En este ejemplo, SuperQuery utiliza una base de datos que contiene registros de productos vendidos así como también se incluye la ganancia que se produce al venderlos, por lo tanto la regla de asociación buscada será aquella transacción en donde exista una ganancia (profit); para esto se establece que la confianza sea mayor a 80%. Es necesario mencionar que en Superquery solo considera el parámetro de confianza.

En la Figura 5.16, puede observarse una parte de la base de datos con sus atributos.

PRODUCT	COLOR	SIZE	STORE	STORESIZE	CITY	MONTH	QTYSOLD	PROFITDLR
Jacket	Black	Small	Store1	Large	New York	January	300	900
Jacket	White	Medium	Store3	Super	Los Angeles	February	110	800
Jacket	White	Large	Store2	Medium	Boston	March	200	750
Jacket	Black	XLarge	Store5	Small	New York	April	400	860
Jacket	Black	Small	Store4	Large	Chicago	May	10	910
Jacket	Brown	Medium	Store7	Small	Miami	June	305	905
Jacket	White	Large	Store6	Medium	Dallas	July	120	650

Figura 5.16 Base de datos referentes a las ventas y ganancias de un supermercado.

En la Figura 5.17, se muestran las reglas de asociación, donde se tiene ganancia encontradas sobre los productos de la figura anterior.

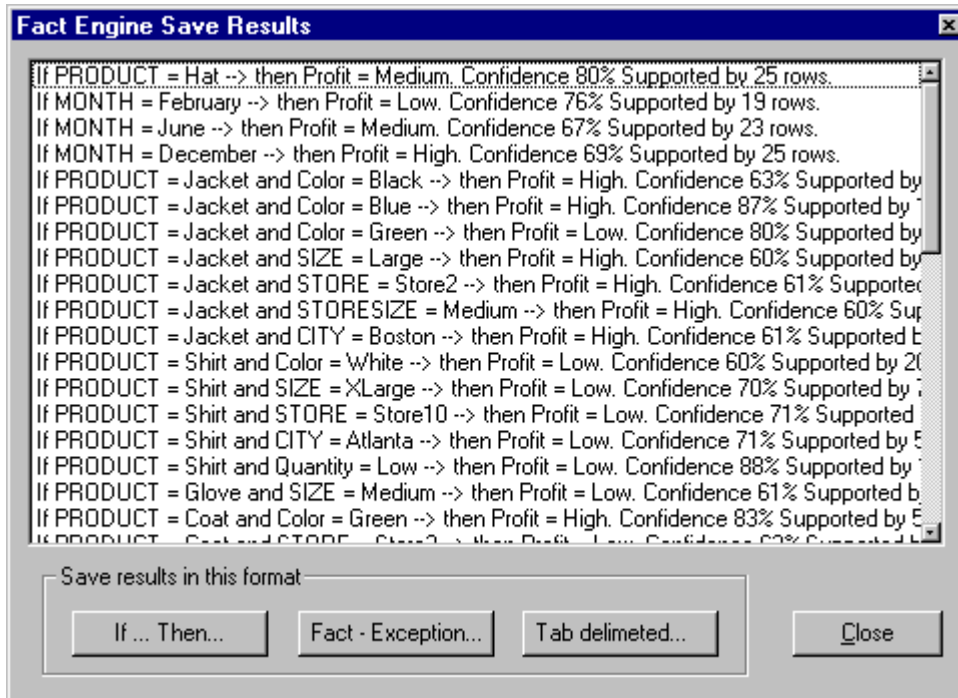


Figura 5.17 Reglas de asociación encontradas con confianza mayor a 80%

Estas reglas se leen así “ Si el producto es un sombrero entonces es factible que se venda e involucra que existan ganancias con una confianza del 80%, y esto, es soportado por 25 renglones o transacciones”.

5.3.3 Evaluación del Software.

Una vez seleccionados los software que se evaluarán, y según lo establecido en la especificación, donde se muestran las métricas mínimas necesarias, se procede a realizar la medición de la calidad externa usando la aplicación DAMSE.

En los pasos siguientes sólo se muestra únicamente la medición de la calidad externa del minero DBMiner, con el fin de abreviar y no repetir el proceso por cada minero, aunque al final se comparan los tres software seleccionados.

Las Figuras 5.18, 5.19, 5.20 y 5.21 muestran el proceso de medición del Software de minería de datos DBMINER empleando la aplicación de DAMSE.

MEDICION DE CARACTERISTICAS DAMSE 1.0

NOMBRE DEL SOFTWARE: DBMINER

Funcionalidad/Confiabilidad

FUNCIONALIDAD

- ¿Existe uniformidad en módulos del software en lo que respecta las pantallas, menús, ayudas y mensajes? 3
- ¿Existe uniformidad en el vocabulario, simbología utilizada en el software? 3
- ¿Existe errores críticos del software, errores de ejecución, ciclos infinitos, interrupción de la ejecución? 0
- ¿Existe un control de acceso al software o a sus subsistemas y funciones? 0
- ¿Existe un control de acceso en la etapa de instalación y configuración del software? 3
- ¿El software contiene alguna autoprotección contra virus informáticos? 0

CONFIABILIDAD

- Porcentaje de exactitud en los resultados obtenidos. 3
- Frecuencia de las fallas del sistema, cuando el software esta en uso. 0
- Al instalar el software, ¿el usuario percibe que el módulo de instalación verifica la memoria del sistema, espacio disponible en disco...antes de instalarse? 3
- ¿Puede el usuario reestablecer el software facilmente, cuando está en uso? 3
- ¿En caso de reestablecer el software, existen pérdidas de datos? 8

3->SI 0->NO

Figura. 5.18 Medición de las Características Funcionalidad y Confiabilidad

MEDICION DE CARACTERISTICAS DAMSE 1.0

NOMBRE DEL SOFTWARE:

USABILIDAD

¿El software utiliza una terminología adecuada con respecto a las técnicas de minería de datos?

¿La interface al usuario es accesible y fácil de manejar?

¿El software contiene algún módulo para visualizar gráficamente los resultados?

¿Existe un DEMO donde explique en forma general, el funcionamiento del software?

¿El usuario puede consultar el DEMO, en cualquier momento durante el uso del software?

¿Existe un tutorial para cada una de las técnicas de minería de datos que el software contiene?

Usando el tutorial, ¿puede el usuario aprender fácilmente la operación de cada una de las técnicas de minería de datos que el software contiene?

Por medio de las guías interactivas, ¿el usuario puede realizar alguna tarea determinada en forma satisfactoria?

¿El software utiliza las operaciones OLAP, para realizar las técnicas de minería de datos?

¿El software tiene varias opciones para ingresar los datos (p. Ej. archivos tipo texto, archivos provenientes de bases de datos Access, DBASE o similar)?

Figura. 5.19 Medición de la Característica Usabilidad. Parte 1.

MEDICION DE CARACTERISTICAS DAMSE 1.0

NOMBRE DEL SOFTWARE:

USABILIDAD

¿El usuario entiende fácilmente los mensajes enviados por el software?

¿El software muestra el estado del proceso cuando está en uso?

¿Puede el usuario reestablecer o corregir sus errores y recuperar la tarea de minería de datos?

¿Puede el usuario fácilmente completar una tarea de minería de datos satisfactoriamente?

¿Qué tan frecuente el usuario puede usar la ayuda en línea?

¿Puede el usuario retroceder en pasos, dentro de una tarea determinada y corregir algún error o dato para terminar la tarea?

Existe una metodología establecida por el software para cada una de las técnicas de minería de datos que el software contiene?

¿El software tiene varias opciones de técnicas de minería de datos?

La información proporcionada por las ayudas en línea, es útil en el momento que es requerida?

¿La selección de opciones del software, se realiza por medio de la barra de herramientas o el ratón(mouse)?

3--> Siempre, 2--> Regular, 1--> Ocasional, 0 --> Nunca

Figura. 5.20 Medición de la Característica Usabilidad. Parte 2

MEDICION DE CARACTERISTICAS DAMSE 1.0

NOMBRE DEL SOFTWARE: DBMINER

Funcionalidad/Confiabilidad Usabilidad..1 Usabilidad....2

Eficiencia/Portabilidad

EFICIENCIA

¿La respuesta del software es rápida? 3

¿Puede el usuario guardar su información generada con el software, en la memoria del sistema? 3

¿Puede el usuario usar algún dispositivo de lectura y/o escritura (p. Ej. disco flexible, disco duro, impresora, etc.), cuando se esta usando el software? 3

PORTABILIDAD

Al adquirir el software, ¿el Sistema Operativo es un factor primordial? 3

¿Puede el usuario adaptar el software a cualquier Manejador de Bases de Datos? 3

¿Puede el usuario instalar con facilidad el software? 3

¿El software se puede instalar varias veces, en la misma PC? 3

¿El software configura de manera automática el sistema? 3

¿Al cambiar la versión del software, las funciones y módulos son similares? 3

Figura. 5.21 Medición de las Características Eficiencia y Portabilidad.

5.4 Resultados de la evaluación

Una vez contestadas las métricas, se obtiene el reporte final donde se muestra el valor obtenido por cada una de las características y una calificación total; estos valores están dentro de un rango de 0 a 3, con ello se obtiene el porcentaje de calidad.

5.4.1 Resultados de la Evaluación del Software: DBMiner

En la Figura 5.22 puede observarse el Reporte Final para el software DBMINER obtenido por DAMSE.

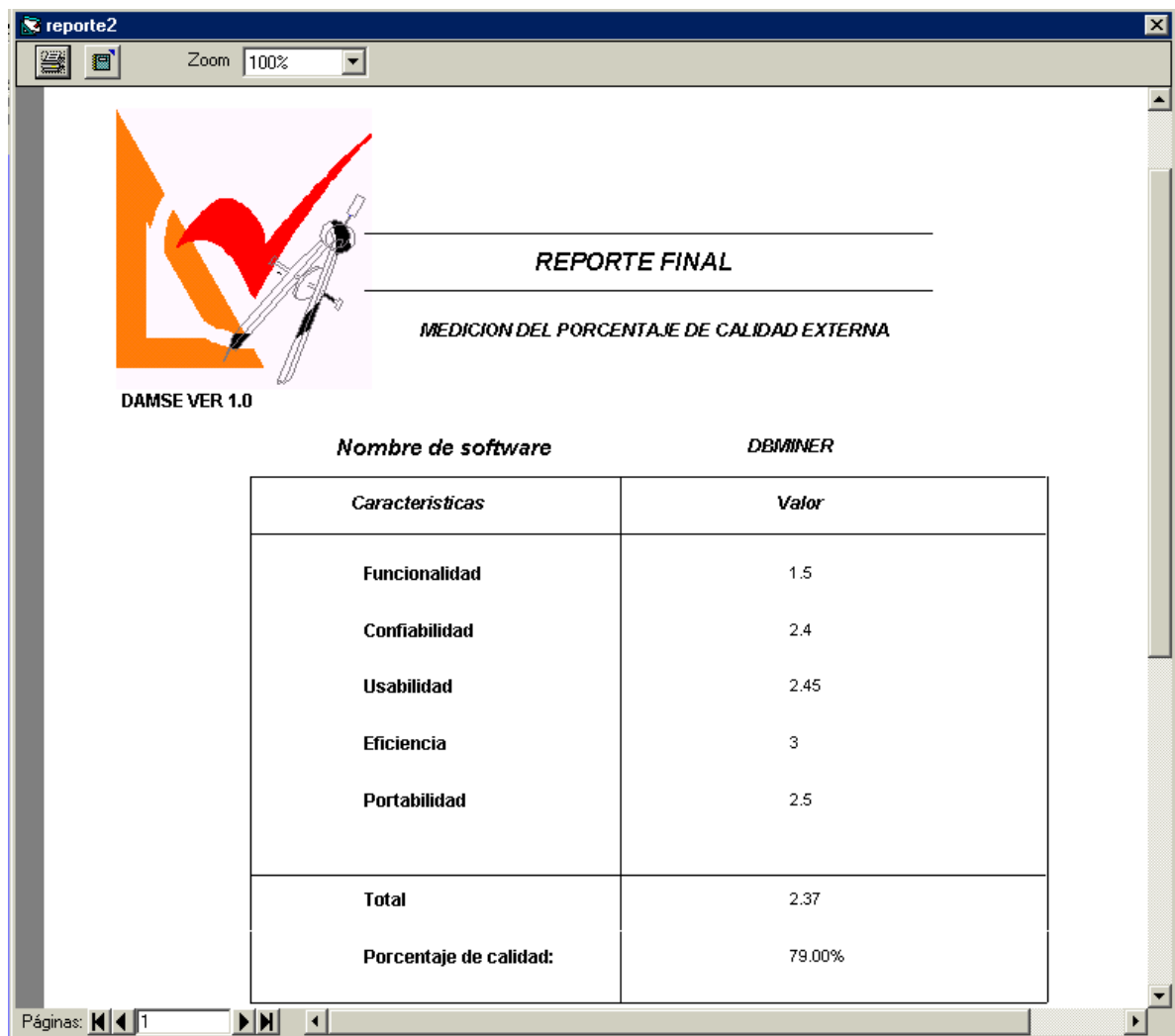


Figura. 5.22 Reporte Final del minero DBMiner

5.5 Interpretación de Resultados

La interpretación de los resultados es una de las etapas importantes de la evaluación, donde un conjunto de valores son analizados. El resultado final es una expresión de alcance donde se indica hasta qué punto el software cumple con los requerimientos de calidad establecidos.

Finalmente, con la calificación final obtenida, en el caso de DBMINER el evaluador interpreta el valor de 2.37 y deberá compararlo con la gráfica mostrada en la Figura 5.23, para obtener los criterios de evaluación.

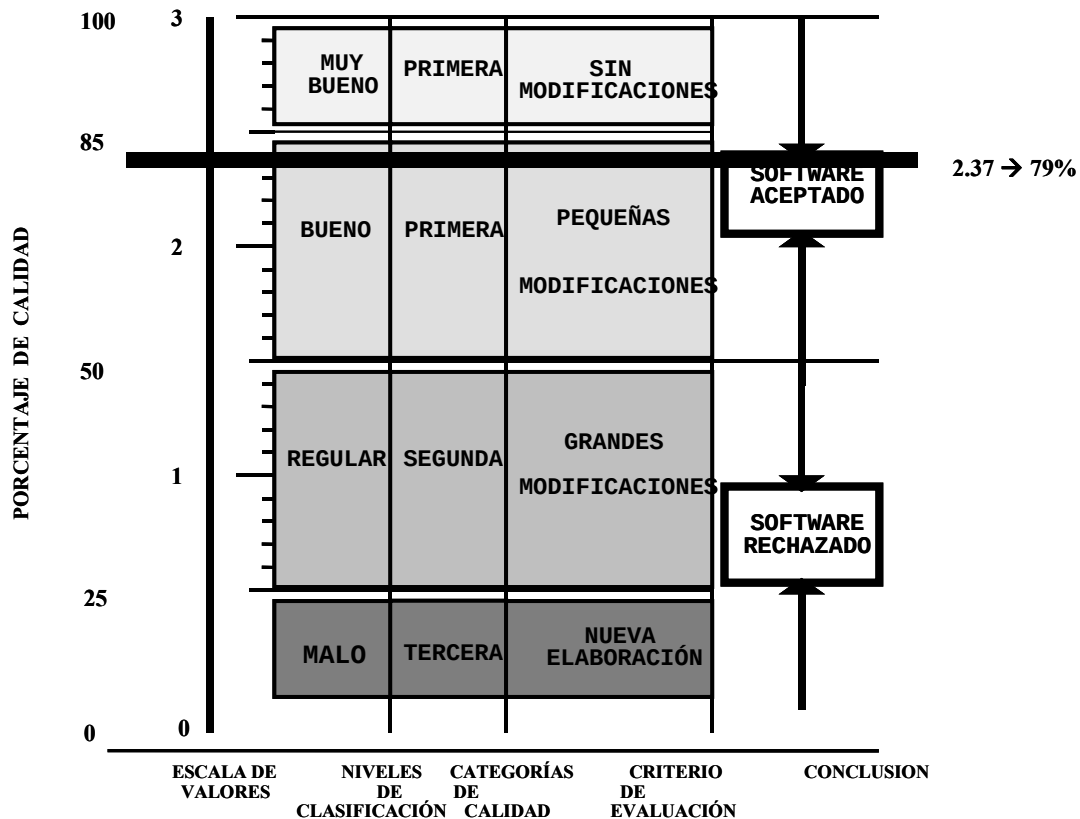


Figura. 5.23 Esquema de Criterios de evaluación

El nivel de Clasificación del Software: BUENO
 La Categoría de Calidad : PRIMERA
 El Criterio de Evaluación : PEQUEÑAS DEFICIENCIAS
 Conclusión : SOFTWARE ACEPTADO

En base al reporte obtenido se observa que las características con un valor muy cercano al valor medio 1.5, en el caso de DBMINER implica que en ellas existen algunas deficiencias:

Funcionalidad : Falta de seguridad, en cuanto al control de acceso así como también en la autoprotección del software contra virus informáticos, esto es importante porque la integridad del producto es inestable.

Usabilidad : Falta de DEMO, que explique en forma gráfica el funcionamiento del producto.

Portabilidad : Falta de adaptación del software a cualquier Manejador de Base de Datos.

En realidad, las deficiencias que se presentan en el Minero DBMINER son mínimas, es por ello, que el porcentaje de cumplimiento de calidad en uso es del 79 % y es ACEPTABLE.

5.6 Conclusiones de la evaluación.

De manera similar se realizaron las mediciones de los dos software restantes: POLYANALYST y SUPERQUERY y se establece una comparación de los tres productos (véase Figura 5.24).

SOFTWARE	Funcionalidad	Confiabilidad	Usabilidad	Eficiencia	Portabilidad	Total	% Calidad
DBMiner Enterprise 2.0	1.5	2.4	2.45	3	2.5	2.37	79
PolyAnalyst 4.4	1	2.4	2.6	3	3	2.4	80
SuperQuery Ver. 1.52	1.5	2.4	2.45	3	2.5	2.37	79

Figura. 5.24 Tabla comparativa de los diferentes software seleccionados

Los criterios de evaluación para los tres son similares:

El nivel de Clasificación del Software: BUENO
 La Categoría de Calidad : PRIMERA
 El Criterio de Evaluación : PEQUEÑAS DEFICIENCIAS
 Conclusión : SOFTWARE ACEPTADO

Es importante mencionar que en base al cumplimiento de calidad externa, el software con mayor porcentaje es el POLYANALYST 4.4, aunque se denota que en algunas características como la Eficiencia y Portabilidad está excelente, sin embargo, en la Funcionalidad está por debajo del valor medio aceptable y es que le falta integridad con respecto a la seguridad, no tiene control de acceso al producto ni autoprotección del software contra virus informáticos, esto es importante porque la integridad del producto es inestable.

Resumen.

El análisis y diseño de la herramienta DAMSE se lleva a cabo con la finalidad de conocer los requerimiento que el usuario, con ello se establecen las entradas y salidas así como la base de datos.

La especificación de la base datos de la aplicación, se realiza usando el modelo Entidad Relación para cada uno de los módulos que comprende la herramienta.

Para llevar a cabo la ejecución de la evaluación se utiliza la herramienta DAMSE dando como resultado un reporte donde se indica el porcentaje de calidad que presenta el software evaluado, en este caso el software seleccionado es DBMiner.

Una vez obtenido el resultado de la evaluación se interpreta, de forma comparativa sobre un esquema de criterios de evaluación definido durante la especificación de la evaluación.

Del esquema de criterios de evaluación, se obtienen los diferentes parámetros como son: nivel de clasificación, categoría de calidad, criterio de evaluación y la conclusión, esta última definida solo por dos valores, uno cuando el software es aceptado y otro cuando es rechazado.

6. CONCLUSIONES

6.1 Recomendaciones.

Después de investigar sobre la calidad de software, es conveniente recomendar que se aplique la metodología de evaluación del software en forma integral, desde la etapa del Análisis del Software, pasando por el Diseño, Construcción, Implementación y Funcionamiento, para obtener un software de calidad.

En la práctica, usar los procedimientos y las metodologías propuestos en los estándares y aplicarlos a casos específicos como son los productos de minería de datos no es nada sencillo debido a que debe ajustarse y particularizarse en los aspectos del software que se desea evaluar. En esta etapa se debe ser muy precavido para tomar en cuenta todas las peculiaridades del software específico, en el caso de los mineros existen algunas características que no están incluidas en el modelo propuesto, por lo que al adicionar métricas nuevas es conveniente indicar una justificación para que tenga validez.

Medir la calidad es algo muy relativo al criterio de cada persona, para ello es conveniente establecer rangos de valores para regular dicho criterio, es decir establecer una escala de valores que sean de forma continua y cercanos entre sí, para dar una medición a las características medidas y después valorizar el resultado en algo real.

Contar con métricas indirectas en la evaluación produce que la calificación sea relativa al criterio del evaluador, es preferible que la mayoría de las métricas sean críticas.

6.2 Conclusiones.

El proceso de evaluación de software propuesto en las normas ISO tiene un lugar importante en el ciclo de vida del software, debido a esto es necesario darle mayor difusión a este proceso y considerarlo como un concepto esencial al desarrollar software y aplicarlo para mejorar la calidad de software.

Por la importancia y la difusión de los estándares de calidad, en el presente trabajo se establecieron los modelos de calidad y del proceso de evaluación aplicado a software de minería de datos considerando la medición de la calidad externa en la etapa de operación.

Como parte de la adecuación del modelo se conformó un conjunto de métricas necesarias adecuadas para medir la calidad externa del software de minería de datos, la medición se realiza empleando la aplicación desarrollada para este fin llamada DAMSE (Data Mining Software Evaluation, Evaluación de Software de Minería de Datos), que permite al usuario cuantificar estas métricas, almacenarlas en una base de datos el registro de evaluación del producto y obtener, el porcentaje de calidad del software en un reporte.

La adecuación de metodologías hacia el software de Minería de Datos, es parte de la aportación de este trabajo a la comunidad de usuarios relacionados con Minería de Datos, así como también, la aplicación DAMSE se considera de utilidad para el usuario que desee evaluar la calidad del software de forma rápida y eficaz.

En relación a las pruebas realizadas por medio de DAMSE y en base a la selección y evaluación del software disponible, existen dos vertientes, una de ellas es que la calidad del software de minería de datos disponibles en Internet considerados como productos terminados, esta dentro de los mínimos aceptables, lo cual significa que presentan algunas deficiencias y por lo tanto, no tienen el 100% de calidad, como sería lo recomendable.

La otra vertiente es concluir que el proceso de evaluación propuesto en las normas ISO, así como el modelado del proceso para software de minería de datos presentado, demanda una exigencia en la medición de las métricas por la escala de valoración propuesta y por esto, el porcentaje de calidad de los software seleccionados se interpreta como mínimo aceptable.

Finalmente, frente a estas dos vertientes y en base a investigación que da origen a este documento, la conclusión propia es que los productos de software de minería de datos disponibles en Internet, son productos aceptables pero aún no brindan el 100% de calidad.

Lo anterior se sustenta con los resultados obtenidos durante este trabajo, los porcentajes de calidad obtenidos de los tres mineros indican que éstos se encuentran clasificados como software de primera calidad con pequeñas modificaciones y esto es debido en gran parte, por no aplicar de forma adecuada lo indicado en los estándares de calidad existentes.

6.3 Trabajos Futuros.

Se considera adecuar las metodologías propuestas en las normas de referencia para las etapas de Análisis, Diseño, Construcción e Implementación del software aplicado a software de Minería de Datos y así, se tendría cubierto todo el ciclo de vida para este tipo de software que en actualidad a tenido un auge importante.

BIBLIOGRAFÍA

[ALBRETCH79] Albretch, A.J. "Measuring Application Development Productivity" Proc. IBM Application Development Symposium, Monterrey CA, Octubre 1979.

[DATAMIN96] Chen, Han, Yu, "Data Mining: An overview from a Database Perspective". IEE Transactions on knowledge and Data Engineering, Vol. 8 No. 6, 1996.

[DOLADO2000] Dolado José Javier, "Medición para la gestión en la Ingeniería del Software". C. Ed. RA-MA España, Febrero 2000.

[GOEBEL99] Goebel & Gruenwald, "A survey of Data Mining and Knowledge discovery software tools", ACM SIGKDD Junio 1999.

[IDEF0/93] IDEF0 Function Modeling, Richard J. Mayer Editor, Knowledge Based Systems Inc. 1993

[ISO/IEC 14598/97] ISO/IEC 14598-5 Tecnología de Información. Evaluación de Software. 1997.

[ISO/IEC 9126/97] ISO/IEC 9126 Tecnología de Información - Las Características de Calidad de Software y Métricas. 1997.

[MACS99] Metodología para el Aseguramiento de la Calidad del Software., Dr. Agustín F. Gutiérrez Tornés, CIC-IPN México 1999.

[McCABE76] McCabe T.J. "A Software Complexity Measure", IEEEET Vol.2, Diciembre 1976, pag. 308-320.

[PRESSMAN98] Pressman Roger, Ingeniería del Software, 4ta Edición, 1998 España.

[SQUARE2000] ISO/IEC JTC C1/SC7 N2246 Plan y Configuración de los requerimientos de calidad de software y evaluación SQUARE. Mayo 2000.

SITIOS WEB.

[KDNUGGETS2003] www.kdnuggets.com.

[MINING2003] www.rpi.edu/wud2/datamine.html "An overview of data mining methods and products."