

Título: Modelo SOFTQUAL para la Medición de la Calidad del Software: Una aplicación en la hotelería.

Autores: Dr.C., MSc. Roberto A. Frías Jiménez, CETUM; MSc. Juan La Fe Núñez, EHTV; MSc. Mahé González Arias, CETUM

La importancia del tema propuesto es axiomática. Autores de reconocido prestigio no han dejado de señalarlo. Granja Álvarez (2005) apunta que las necesidades en Calidad del Software (QSW) en los próximos años superan el ámbito convencional y la medición en los distintos ámbitos de la creación del software se plantea como el gran reto, constituyendo una gran problemática ya que su nivel de complejidad va aumentando y no se alcanzan los niveles de calidad deseados.

En igual sentido se pronuncia Estivill-Castro (2005), quien dice que la producción industrial de software es una actividad relativamente joven con respecto a otras y la demanda y complejidad del producto en sí, crecen a mayor velocidad que las metodologías, el personal capacitado y las herramientas para automatizar la producción cuestionándose la existencia o no de criterios para evaluarla.

Por su parte Castro Fuertes (2005) observa que se han publicado gran cantidad de medidores de software, pero no siempre todos resultan apropiados. La QSW es un tema candente en la actualidad y es necesario saber definirlo adecuadamente y cómo evaluarlo mediante la utilización correcta de medidas. Fernández Carrasco, García León y Beltrán Benavides (2005) concretizan que uno de los problemas que se afrontan actualmente en la esfera de la computación es la QSW. Desde la década del 70, este tema ha sido motivo de preocupación para especialistas, ingenieros, investigadores y comercializadores de *software*.

Definición de calidad del software

Cualquier aproximación a la temática tiene necesariamente que partir de una definición lo suficientemente clara del concepto que se pretende medir. Definir el concepto de calidad en este campo es muy complejo dada las particularidades que tiene, pues se combinan dos cuestiones fundamentales, que siempre han de ser consideradas si queremos operacionalizar, medir, evaluar y gestionar QSW:

Las complejidades que tiene la definición del concepto calidad en general.

Lo primero que encontramos es la enorme variedad de denotaciones y connotaciones del mismo, lo que refleja su carácter complejo. Uno de los elementos que se aporta es la imposibilidad lógica de definirla al menos analíticamente. La calidad es un concepto primario, un término primitivo que no admite definición analítica, que parece inaprensible, que sirve para definir, pero que no puede ser definido (Hempel Carl, G., 1970, Danigno González, A., 1994), Gronroos, C. (1994). Es un concepto que posee un fuerte componente

subjetivo, aunque algunos señalan que también posee uno objetivo y enfatizan su diferencia (Garvin, 1987; Dodds y Monroe, 1985; Holbrook y Corfman 1985; Jacoby y Olson, 1985). La misma posee, además carácter histórico (Danigno González, (1994).

A partir de aquí, su definición se ha movido dentro de dos grandes tendencias en los modelos de gestión de la industria y los servicios; b) Las peculiaridades que tienen los servicios. Desde el punto de vista del proceso y de su resultado, existen similitudes entre la producción del servicio (servucción) y la producción del software (softwarección) en cuanto a intangibilidad, desmaterialización, predominio del factor humano y de la actividad intelectual, ciclo de vida, etc. Existen diferencias en lo que respecta a la simultaneidad entre producción y consumo, grado de contacto en la interfaz proveedor-cliente y la perecibilidad. El producto software (softwareducto) posee una peculiaridad en lo que a forma y métodos de almacenaje se refiere, a inventario y utilización, que lo distingue del producto y del servducto.

Estas características tienen su reflejo en la definición del concepto QSW. La propuesta de **ISO 9126 (NBR 13596) – 1991** es clave porque la mayoría de los que incursionan en este campo toman como matriz la conceptualización de esta norma, que define a la QSW como *conjunto de atributos*, los que tienen impacto en la capacidad del software de mantener su nivel de desempeño dentro de condiciones establecidas para un período de tiempo dado. Siguiendo esta línea Guzmán-Arenas, A. (2005), propone que la QSW se caracteriza por los atributos de: fiabilidad, flexibilidad, robustez, comprensión, adaptabilidad, modularidad, complejidad, portabilidad, usabilidad, reutilización y eficiencia, criterio que también comparte **Barbacci, M. (2005)** quien introduce la noción del *mix de atributos* como un componente esencial de su definición. Se incluyen en este grupo Fernández Carrasco, O.M., García Leon, D. y Beltrán Benavides, A. (2005) al concebirla como el *conjunto de cualidades* que la caracterizan y determinan su utilidad y existencia. De aquí se deriva:

Primero: la definición de QSW como conjunto de atributos, nos pone en línea con lo que T. Levitt llamó “el concepto del producto total”⁽¹⁾ fundamentada a su vez en la teoría de la demanda de Lancaster⁽²⁾, donde se que considera al producto como “un hato o conjunto de atributos” y ampliamente utilizada en la literatura de Marketing con fines de medición, y,

Segundo: al definir el concepto así, debemos diseñar un modelo de medición que se corresponda con la manera de operacionalizar tal concepto.

Sin minimizar la importancia de lo dicho, las propuestas quedan en un nivel de generalidad tan alto, que no permite plantearse el problema de la medición. Esto ha sido percibido por otros autores como la propuesta de IEEE, Std. (1990), que la define como el **grado** con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos *especificados* y las *necesidades* o

¹ Levitt, T. (1974). Marketing For Business Growth, New Cork: McGraw Hill, p.47; (1980). Marketing Succes Through Differentiation, Harvard Business Review, ene-feb.

² En Kotler, P. (1972). Marketing Management: Analysis, Planning and Control, 2da. Edición, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, p.424.

expectativas del cliente o usuario. Compartiendo este criterio Fernández Sanz (2005), señala que la QSW consiste en poner una serie de barreras que el software tiene que superar para **alcanzar** un *grado* de calidad. En esta misma línea se sitúa Carrillo Domingo (2005), cuando apunta que la QSW es proporcionar a los clientes lo que quieren, de acuerdo con unos estándares y unas *especificaciones* de lo que desean, con un **grado** predecible de fiabilidad y uniformidad, a un precio que se ajusta a sus necesidades. Este experto opina que para obtener software de calidad no basta con aplicar una ingeniería del producto adecuada, sin considerar todos los procesos que intervienen en su desarrollo de una manera **integrada**, sistemática y sincronizada para obtener un producto de calidad, en los plazos y coste acordados.

Presuman (1998, 2002), la define como la concordancia con los **requerimientos** funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los *estándares* de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente. Como en el caso anterior revelaremos lo subyacente en estas definiciones: **primero**: el término *grado* sugiere la necesidad de medir y más concisamente considerar la intensidad de la medida.

El hecho de que lo que se quiera atrapar sea si algo cumple con más o menos intensidad requerimientos (requisitos), nos pone directamente en un modelo teórico de medición que se corresponde lo que se conoce como “medición por fiat” (Dagnino González, 1994), el hiato, gap o fiat a la que se encuentra la calidad real observada de lo que estamos midiendo. El grado de calidad, la mayor o menor calidad se determinará por la mayor o menor amplitud de la brecha; **segundo**: los referentes son los requerimientos especificados y las necesidades y expectativas de clientes y usuarios. El problema que no queda claro es si existe alguna relación sistémica entre ellos, es decir ¿de dónde nacen los requerimientos?, sin embargo es loable que en la definición se introduzca el enfoque al cliente y la idea de la calidad como totalidad al relacionarla al sistema, a un componente o al proceso.

Siguiendo este enfoque aparece la propuesta de Callaos, N. y Callaos, B. (1996) al desarrollar un concepto de QSW en el cual están involucradas tanto las características internas del producto como el contexto organizacional, lo que genera un enfoque sistémico del concepto. Este enfoque es considerado por Dromey (1996) y particularmente reforzado por Voas (1999) cuando se refiere al Triángulo de la Certificación de la QSW. Para ellos la QSW no es la suma de las calidades parciales, sino el compromiso entre todo el conjunto de calidades que conlleve a un óptimo global con cierto sacrificio de los óptimos parciales.

En consecuencia, se tiene que la QSW no es algo que depende de una sola característica en particular, sino que obedece al compromiso de todas sus partes. El valor de esta propuesta radica en que introduce el concepto de Calidad Total, pero muy centrada al proceso de la softwarección y al producto, y no aparece de manera explícita la problemática del cliente, de sus

necesidades y expectativas como lo hace Feigenbaum⁽³⁾ cuando apunta que la calidad es la composición total de las *características* del producto y el servicio en las áreas de mercadeo, ingeniería, manufactura y mantenimiento, a través de las cuales el producto y el servicio en uso cumplirán las expectativas del cliente; **tercero**: todas las definiciones integran términos introducidos por autores de reconocido prestigio en el campo de la calidad en la industria como por ejemplo Crosby⁽⁴⁾ creador del “cero defectos” y donde el elemento clave es el de “cumplimiento con los requisitos”. Una perspectiva interesante es introducida por Mendoza, Pérez, Grimán y Ortega, (2005) cuando dicen que a la hora de definir la QSW se debe diferenciar entre la calidad del producto software y la calidad del proceso de desarrollo de éste afirmando que la del primero va a depender, entre otros aspectos, de éstos por lo que sin un buen proceso de desarrollo es casi imposible obtener un buen producto. Esta misma idea es seguida por Guzmán-Arenas (2005) al señalar que en vez de medir la QSW, podemos medir la calidad del proceso de fabricación de tal software: si el proceso de fabricación es de calidad, el software resultante debe ser de calidad. Esto no deja de ser una hipótesis interesante.

Lo que se debe aclarar es: ¿cuáles son los requisitos de entrada del proceso de fabricación y de dónde se derivan? Guzmán nos introduce en una paradoja: medir el proceso o medir el producto. Si se mide el proceso no hace falta medir el producto. Si se mide el producto no hace falta medir el proceso. La tercera opción, conjugar ambas mediciones no es abordada por él y es la que nosotros compartimos. Todo producto es resultado de un proceso luego, para que el producto exista debe haberse producido. El proceso es precedente. El producto es consecuente. El hecho de que un proceso se desarrolle con la calidad deseada o adecuada, no quiere decir que linealmente se obtendrá un producto con esas mismas características. Será necesario medir la calidad del proceso y del producto y esta última se constituye en feedback para la mejora del primero.

Resumiendo, podemos constatar la existencia de cuatro aristas diferentes, pero estrechamente relacionadas entre sí acerca de la QSW: a) La QSW como conjunto de atributos; b) La QSW como requerimientos ajustados a especificaciones; c) La QSW como un fenómeno cuya propiedad esencial es ser holístico, y, d) La QSW desde la perspectiva de su proceso de producción (softwarección), y desde la perspectiva del producto software (softwareducto).

Sobre la medición de la calidad del software

Este es un problema complejo y poco abordado por la literatura. Granja Álvarez (2005) señala que la medición se plantea como uno de los principales campos de investigación en QSW. Sus problemas no son más que reflejo de las posiciones sostenidas por los autores en cuanto a la definición del concepto. Ortega, Pérez, y Rojas (2000), así como por Callaos y Sánchez (2000) sostienen que cada *característica del producto* de software es medida a través de un **conjunto de métricas** que reflejan su *definición operacional*, idea

³ Crosby, P.B. (1984). *Quality Without Tears*, New York: New American Library; (1987_a). *La Calidad no Cuesta*, México: CECSA y (1987_b).

⁴ Feigenbaum, A.V. (1986). *Control Total de la Calidad*, México: CECSA

derivada de la definición de QSW como conjunto de atributos y el término **métrica** ⁽⁵⁾ se refiere al término *grado*, o sea el primero es expresión cuantitativa del segundo. Por otra parte, el problema principal para medir la QSW, según Fernández Sanz (2005) radica en la naturaleza especial del software que en vez de fabricarse, en sentido clásico, se desarrolla y además de forma artesanal ya que normalmente se construye a medida. Por ello el coste se lo lleva el diseño y el producto final es más lógico que físico. En correspondencia con la propuesta de diferenciar entre calidad del proceso y QSW, Carrillo Domingo (2005) distingue dos tipos de medida de calidad, la de proceso y la de producto. La primera mediría la calidad de los atributos asociados con el ciclo de vida de desarrollo del software antes de que esté en producción, mientras que el segundo mediría aquellos aspectos de la calidad asociados con el software entregado una vez que está en producción. Los problemas de medición de la QSW han encontrado solución en los así llamados Modelos de Medición de la Calidad del Software (MMQSW), los que comentamos a continuación.

Modelos de Medición de la calidad del software

Bertoa y Vallecillo (2005) nos describen el MMQSW ISO 9126 a partir de definir el Modelo de calidad en general como un *conjunto de características y sub-características, y de cómo se relacionan entre sí*. Desarrollan MMQSW para Componentes **COTS** y la Universidad Rey Juan Carlos en la divulgación de la obra Ingeniería del Software I. Modelos de Aseguramiento de la Calidad a nivel proyecto, describe MMQSW más conocidos: **Modelo FCM** (*Factors/Criteria/Metrics*) [McCall et al., 1977]; **Modelo de Boehm** [Boehm et al., 1978]; **Paradigma GQM** (*Goal-Question-Metric*) [Basili y Rombach, 1988]; **Modelo de Gilb** [Gilb, 1988]; **Marco ISO 9126** [ISO/IEC, 1991]; **Modelo CMM** (*Capability Maturity Model*) [Paulk, 1993]; **Modelo SPICE** (*Software Process Improvement and Capability determination*) [Rout, 1995], [SPICE, 1999]. Lo común a todos ellos consiste en: **primero**: los modelos y su definición se ajustan a la definición de calidad comentada anteriormente; **segundo**: son Modelos “Multiatributo” y están estructurados de manera jerárquica.

En los mismos se aprecia un proceso de descomposición (análisis) del concepto de calidad en características y subcaracterísticas (Ortega, Rojas, Callaos y Sánchez, 2000; Humphrey, W. 1997; Pérez, Rojas, Mendoza, y Grimán, 2001; ISO/IEC 15504, 1999; Fernandes Antunes y Tania Mara Vostoupal, 2005; García Luís, 2005; Estivill-Castro,V.,2005; Fernández Sanz, 2005; Barbacci, 2005; Fernández Carrasco, García Leon y Beltrán Benavides, (2005). El proceso de síntesis implica reproducir el modelo cuantitativamente mediante la aplicación de sistema de medidas y métricas, recorriendo cada uno de los niveles del proceso de análisis; tercero: el criterio para agrupar las subcaracterísticas en características responde a razonamientos teóricos y no a

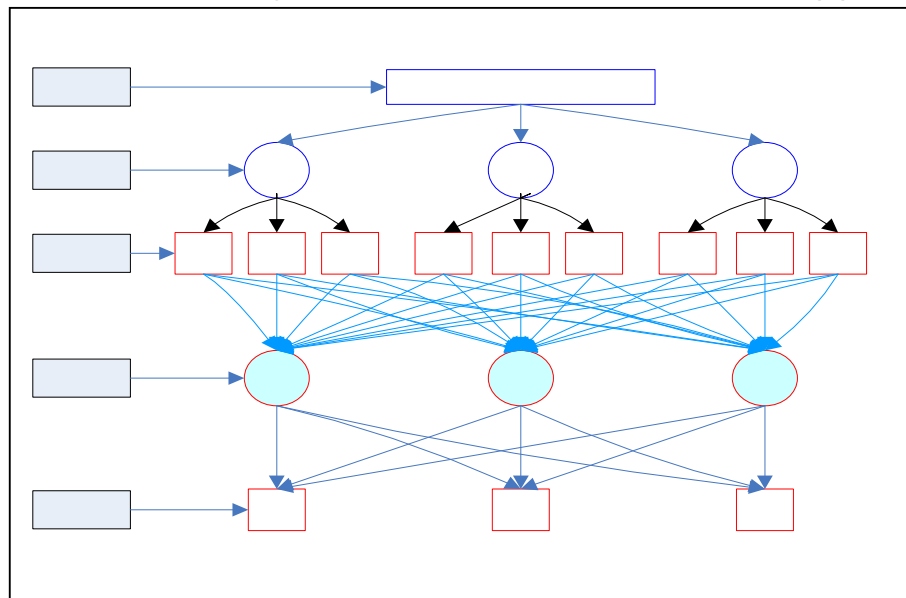
⁵ El término métrica aparece expandido en los trabajos que tratan sobre la calidad del software. El mismo se define como un procedimiento que examina un componente y produce un dato simple, un símbolo (p.e. Excelente, Sí, No) o un número (Bertoa, Troya y Vallecillo, 2005). Autores como Estivill-Castro (2004) diferencian entre métrica y medida. Una medida puede definirse como la evaluación de una variable de control. Una métrica es la combinación de dos medidas, las cuales conducen a la evaluación de una unidad de control.

criterios que emanan de resultados de aplicación de alguna técnica estadístico-matemática; cuarto: no se ofrecen los significados de las características y subcaracterísticas. Su comprensión es intuitiva; quinto: la filosofía “Multiatributo” está presente en la casi totalidad de los modelos, lo que demuestra el valor metodológico de la definición que los sustenta.

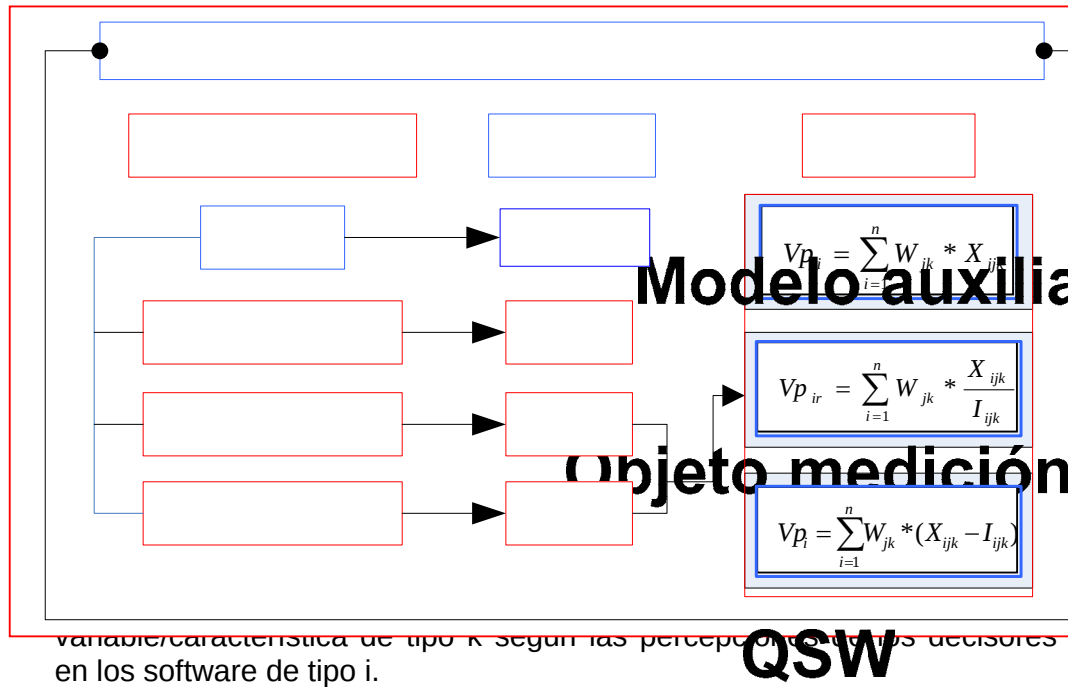
Modelo SOFTQUAL para la medición de la QSW

Siguiendo a Kitchenham y Linkman (1997), nos basamos en su propuesta de evaluación *Análisis de las características por estudio de caso* propuesto por DESMET (7 pasos), que consiste en la evaluación de las características de calidad en un proyecto de software “real” en una organización y de acuerdo con Frías et.al. (2005) nuestro Modelo SOFTQUAL presenta el aspecto que se muestra en el gráfico. Este es un modelo basado en el Paradigma Decisional Multicriterio de estructuras jerárquicas, que a su vez se soporta en los procedimientos de análisis y síntesis y en los así llamados modelos “Rombo” (Frías, et.al., 2005).

El Nivel I describe el objetivo que se persigue en términos de meta global; el II se refiere a las variables (V); el III a las características o atributos de calidad (C); el IV al agrupamiento de C en dimensiones de calidad (D) y el V al resultado de la evaluación global de QSW en una entidad concreta (E).



Para que el modelo sea operativo a los efectos de la medición se requiere de la modelación correspondiente.



Evidencia Empírica

Hemos escogido, de acuerdo con criterios de especialistas, los software más utilizados por las diferentes cadenas hoteleras. Este tipo de elección responde al interés de probar el modelo y los procedimientos que le son inherentes con el objetivo de demostrar su capacidad explicatoria y su utilidad como una herramienta fiable en la medición de la QSW.

Determinación del ámbito de medición

Nos centramos en la interfaz que existe entre software-usuario. Esto significa que la QSW se concibe como calidad percibida.

Resultados del proceso de generación de ÍTEM

Siguiendo la propuesta de Frías et.al. (2005) se obtuvo un total de 25 ítem, los cuales consisten en (1) realizar lo apropiado; (2) Las funciones especificadas están presentes; (3) generar resultados precisos o dentro de lo esperado; (4) interactuar con los sistemas especificados; (5) estar de acuerdo con las normas y leyes vigentes; (6) evitar o prevenir el acceso no autorizado a los datos; (7) presentar fallas de manera frecuente; (8) reaccionar adecuadamente cuando se presentan fallas; (9) aún teniendo problemas mantiene determinados niveles de desempeño; (10) capaz de recuperar datos en caso de fallas; (11) capaz de restablecer el nivel de desempeño deseado; (12) fácil de entender el concepto y la aplicación; (13) fácil de aprender a usarlo; (14) fácil de operar y controlar; (15) tiempo de respuesta y de ejecución adecuados; (16) tasas de procesamiento en tiempo al ejecutar las funciones prescritas; (17) duración del uso de los recursos (CPU, disco, memoria, etc.); (18) fácil encontrar una falla cuando ocurre; (19) permite diagnosticar deficiencias o causas de fallas; (20)

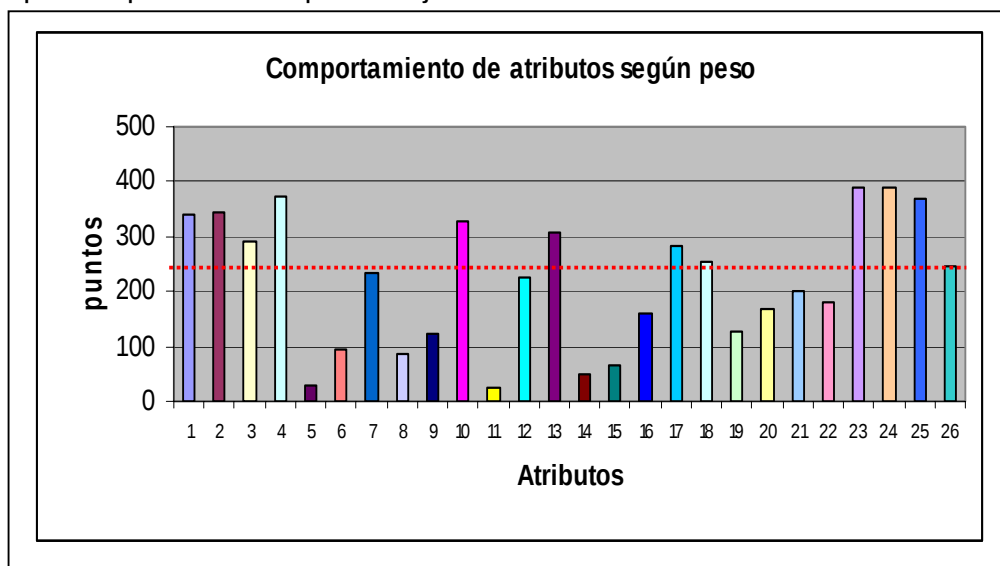
fácil de modificar y adaptar; (21) riesgos cuando se le hacen alteraciones; (22) fácil de adaptar a otros ambientes; (23) fácil de instalar en otros ambientes; (24) estar de acuerdo con patrones de portabilidad; (25) usar para sustituir a otro.

Obtención de datos

Una vez obtenido este resultado, se procedió a aplicar el instrumento (cuestionario tipo Likert) a la población seleccionada, constituida por veintitrés especialistas y usuarios de los softwares estudiados. La aplicación de este instrumento permitió obtener los valores de las siguientes variables: Percepción (Xijk), Peso (Wjk), Determinancia Normalizada (Dn), Valor Percibido (Vp). El personal seleccionado opera o supervisa el funcionamiento de los software en el proceso de alojamiento, incluyendo el subproceso de recepción y ama de llaves. Se tuvo en cuenta que en el grupo evaluador participara personal con experiencia en la utilización de los diferentes softwares en toda la gama de actividades que estos sub-procesos abarcan, desde el check-in, el check-out, así como el control de uso de las habitaciones del hotel entre otras.

Obtención del valor de importancia (Wjk)

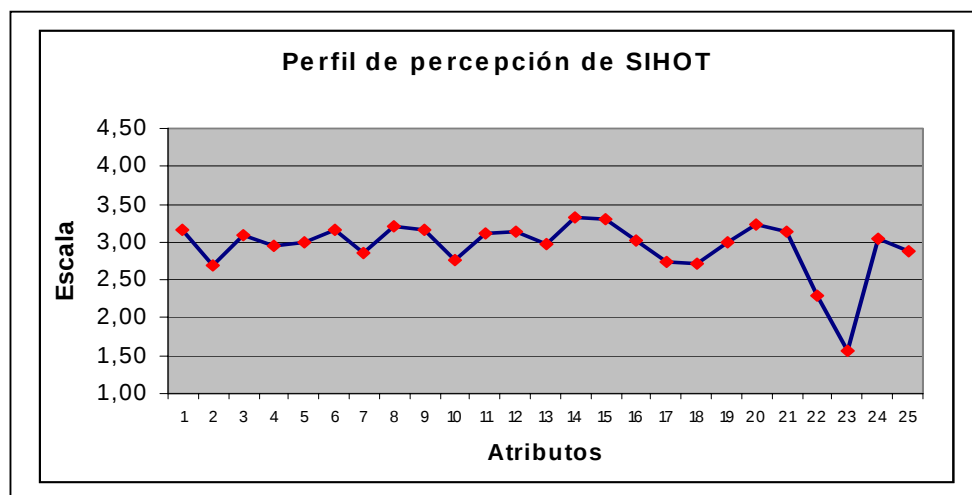
Dado que el valor de la variable **Wjk** es común para los atributos característicos de la QSW, analizaremos aquí los resultados obtenidos sin olvidar que serán posteriormente retomados en el análisis de cada uno de los softwerductos estudiados. Siguiendo la propuesta de Frías et.al. (2005) se aplicó a un grupo de 17 especialistas y usuarios el instrumento diseñado. Se calculó el Coeficiente de Concordancia de Kendall cuyos resultados alcanzaron un valor de 0,9887, evidenciando una alta concordancia en el ordenamiento de los atributos. Se le aplicó también la prueba de χ^2 para comprobar si la concordancia era o no casual obteniéndose parámetros satisfactorios que rechazan la hipótesis de concordancia casual. Se obtuvieron, además los valores de peso o importancia. Aplicando un procedimiento gráfico, cuyo resultado se muestra a continuación se pueden identificar aquellos atributos que son los decisivos a la hora de determinar la SQW. En este caso son aquellos que se sitúan por debajo del valor medio.



Se puede apreciar que el 56% de los atributos conforma el núcleo decisivo en la calidad del softwerducto, con destaque para el No.5, 6, No.8, No.9, **No.11**, No.14, No.15, No.16, No.19, No.20, No.21, y No.22.

Resultados obtenidos por la aplicación del instrumento al Software SIHOT: Estadísticos descriptivos para la variable de percepción (Xijk):

Los resultados de los valores obtenidos por esta variable aparecen reflejados en el siguiente gráfico de perfil.



Se aprecia que el 64% de los atributos están situados en la franja de 3-3,50. Por debajo del valor e de la escala se sitúa el resto con los valores más bajos para el No.22 y el No.23. El 56% de las evaluaciones otorgadas está entre 1 y 3 puntos y la media geométrica alcanza un valor de **2,91**, es decir por debajo del valor neutro lo que pudiera interpretarse como una evaluación no satisfactoria para el desempeño de este software. Para dar una mejor idea del comportamiento de los atributos según la variable analizada y siguiendo la propuesta de García Luís (2005), quien a su vez la fundamenta en la versión de ISO 1926, se realizó el dimensionamiento que agrupa a los 25 atributos analizados. El valor medio geométrico de las dimensiones no sobrepasa el valor de 3 puntos y las que más afectan al valor de percepción global del software son **Portabilidad** y **Eficiencia** en ese orden y ambas con valores por debajo del neutro.

Estadísticos correlacionales para la variable de percepción (Xijk)

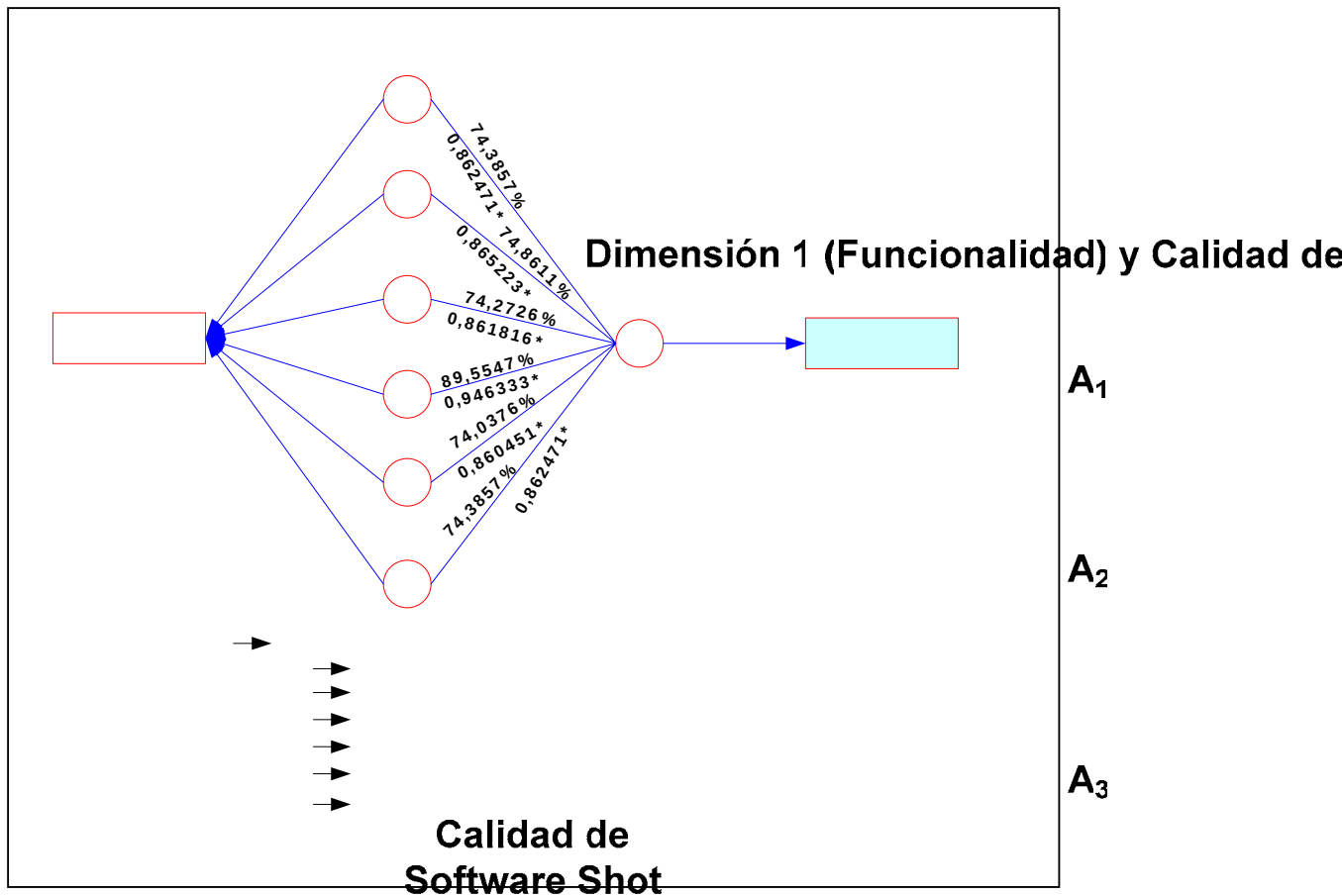
El primer análisis se realizó para establecer las correlaciones entre cada uno de los atributos de QSW SIHOT y la variable criterio. Para este ejercicio se utilizó el Software StatGrafic Plus en su versión para Window y los resultados muestran que el 92 % de los atributos presenta un p-value menor que 0,01 indicando con ello que existe una relación estadísticamente significativa entre esa cantidad de atributos y la variable criterio a un nivel del 99% de confianza. Se puede apreciar la capacidad explicatoria de los modelos de regresión aplicados para explicar la variabilidad de la calidad global del software SIHOTS, cuando el estadístico R-Squared obtiene valores entre 74-89% y la intensidad

de las correlaciones expresadas por su respectivo coeficiente va de relativa a moderadamente fuerte. Sólo los atributos No.22 y No.23, se quedan muy por debajo de esos parámetros. Sin embargo se percibe que para todos los casos la intensidad de la correlación posee dirección positiva, lo cual quiere decir que si aumentan los valores de percepción de los atributos, aumentará también el valor de la calidad global del software en cuestión. Eso significa que la acción de mejora se debería incrementar en particular en esos dos atributos. Para este nivel de análisis se calculó también el coeficiente Alfa de Cronbach utilizando para ello el Software SPSS en su versión 11.5 para Window. Para todos los atributos el coeficiente fue superior a 0,9800 y el valor global alcanzó 0,9838 demostrando con ello una alta consistencia interna de los ítems evaluados. Por otra parte se pudo constatar que excepto en los ítems No.22 y No.23, la correlación ítem-total se sitúa en valores que se hallan en el intervalo de 0,8406-0,9421. Esto confirma que estamos ante un instrumento válido y confiable.

Siguiendo el modelo de dimensionamiento, se procedió establecer las correlaciones entre cada una de las dimensiones y la variable criterio y dentro de cada una de ellas. Los resultados se muestran a continuación. El cálculo de Alfa, (0,9498) confirmó la consistencia interna de los ítems dentro de la Dimensión. La aplicación de un modelo de regresión múltiple describió la relación entre la calidad global del software (ALLQ) y los seis atributos de la dimensión en función de variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es la siguiente: $ALLQ = 0,457379 + 0,125717*A1 + 0,137127*A2 + 0,0419639*A3 + 0,285931*A4 + 0,207299*A5 + 0,11947*A6$. Por cuanto el P-value en la tabla ANOVA es menor que 0.01, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de confianza del 99%. Por otra parte, el estadístico R-Squared indica que el modelo ajustado explica el 96,2374% de la variabilidad en la QSW. El estadístico R-squared ajustado, que es más recomendable para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 94,8264%. La aplicación de modelos de regresión simple para determinar la capacidad explicatoria de cada una de las variables (atributos) dentro de la dimensión de la variabilidad que provocan en la QSW, demostró que todas presentan un valor R-Squared que indica que los diferentes modelos ajustados explican en todos los casos más del 70 % de la variabilidad de ALLQ, con P-value menores que 0,01, demostrando la existencia de relaciones significativas entre las variables al nivel de confianza del 99%.

Resultados del análisis de la Dimensión No.1: Funcionalidad

Se pudo apreciar que el atributo que posee mayor capacidad explicatoria es el No.4 con un R-Squared del 89,54%. El de menor capacidad es el No.5 con un R-Squared del 74,03 %. Finalmente hay que subrayar que en todos los casos las correlaciones poseen intensidad con dirección positiva y con grado de moderadamente fuerte, lo que permite asegurar que a mayor valor de los atributos de Funcionalidad, mayor contribución al mejoramiento de la calidad global del software.



Resultados del análisis de la Dimensión No.2: Confiabilidad

El coeficiente Alfa alcanzó un valor de 0,9357 confirmando la consistencia interna de los ítems dentro de la Dimensión. La aplicación de un modelo de regresión múltiple, describió la relación entre la calidad global del software (ALLQ) y los cinco atributos de la dimensión en función de variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es la siguiente: $ALLQ = 0,567774 + 0,178385 \cdot A_7 + 0,0736946 \cdot A_8 + 0,224577 \cdot A_9 + 0,262563 \cdot A_{10} + 0,137383 \cdot A_{11}$. El P-value en la tabla ANOVA es menor que 0.01, por lo que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de confianza del 99%. Por otra parte, el estadístico R-Squared indica que el modelo ajustado explica el 95,9913% de la variabilidad en QSW (ALLQ).

El estadístico R-squared ajustado, es 94,8123%. Los resultados del establecimiento de modelos de regresión simple demuestran que todas las variables presentan un R-Squared que indica que los diferentes modelos ajustados explican en todos los casos más del 70 % de la variabilidad de ALLQ, con P-value menores que 0,01 confirmando la existencia de relaciones significativas entre las variables al nivel de confianza del 99%. Se puede constatar, además, que el atributo que posee mayor capacidad explicatoria es el No.9 con un R-Squared del 81,15%. El de menor capacidad es el No.10 con un R-Squared del 76,75 %.

Legenda

D₁

Funcionalidad

A₁

Software realiza lo

A₂

Funciones present

A₃

Software genera re

A₄

Software interactúa

A₅

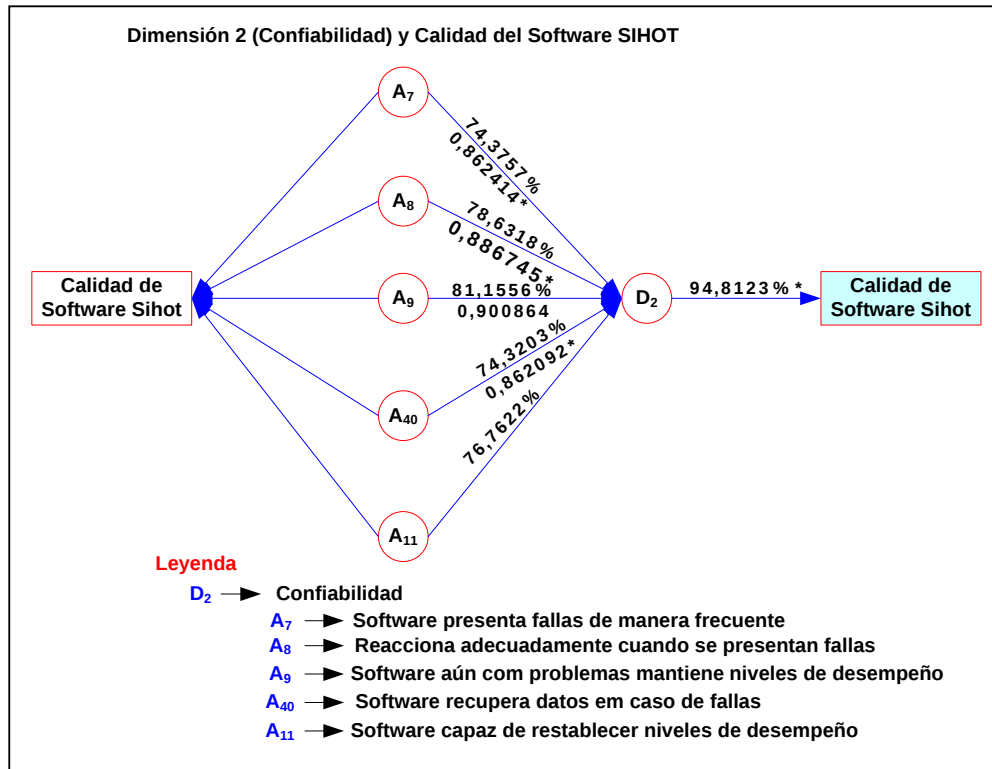
Software de acuerd

A₆

Software evita/prev

Nota: (*) p-value < 0,01; significancia : Nivel de

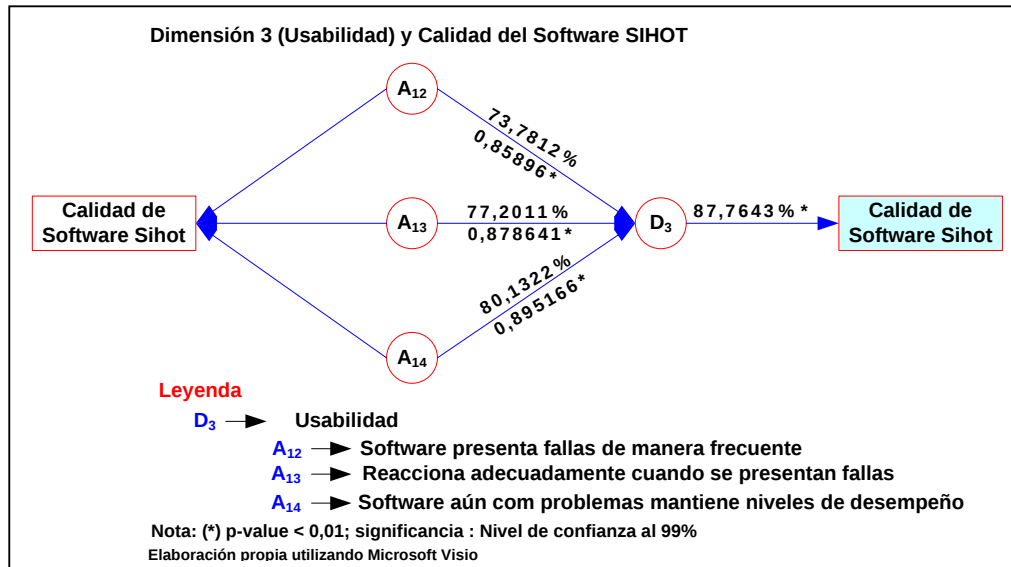
Elaboración propia utilizando Microsoft Visio



En todos los casos las correlaciones poseen intensidad con dirección positiva y con grado de moderadamente fuerte, lo que permite asegurar que a mayor valor de los atributos de Confiabilidad, mayor contribución al mejoramiento de la calidad global del software.

Resultados del análisis de la Dimensión No.3: Usabilidad

El cálculo de Alfa, dio un valor de 0,9199 confirmando la consistencia interna de los ítems dentro de la Dimensión. La aplicación del modelo de regresión múltiple describió la relación entre la calidad global del software (ALLQ) y los tres atributos de la dimensión en función de variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es la siguiente: $ALLQ = 0,746524 + 0,306499 \cdot A_{12} + 0,329454 \cdot A_{13} + 0,151956 \cdot A_{14}$. El P-value en la tabla ANOVA fue menor que 0.01, existiendo una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de confianza del 99%. El estadístico R-Squared indicó que el modelo explica el 89,4328% de la variabilidad en la QSW (ALLQ). El estadístico R-squared ajustado, fue de 87,7643%. Los resultados del establecimiento de modelos de regresión simple para determinar la capacidad explicatoria de cada una de las variables (atributos) dentro de la dimensión de la variabilidad que provocan en la QSW, demostró que todas las variables presentan un R-Squared que indica que los diferentes modelos ajustados explican en todos los casos más del 70 % de la variabilidad de ALLQ, con P-value menores que 0,01 lo que demuestra que existen relaciones significativas entre las variables al nivel de confianza del 99%. Se pudo apreciar además, que el atributo que posee mayor capacidad explicatoria es el No.14 con un R-Squared del 80,13%.

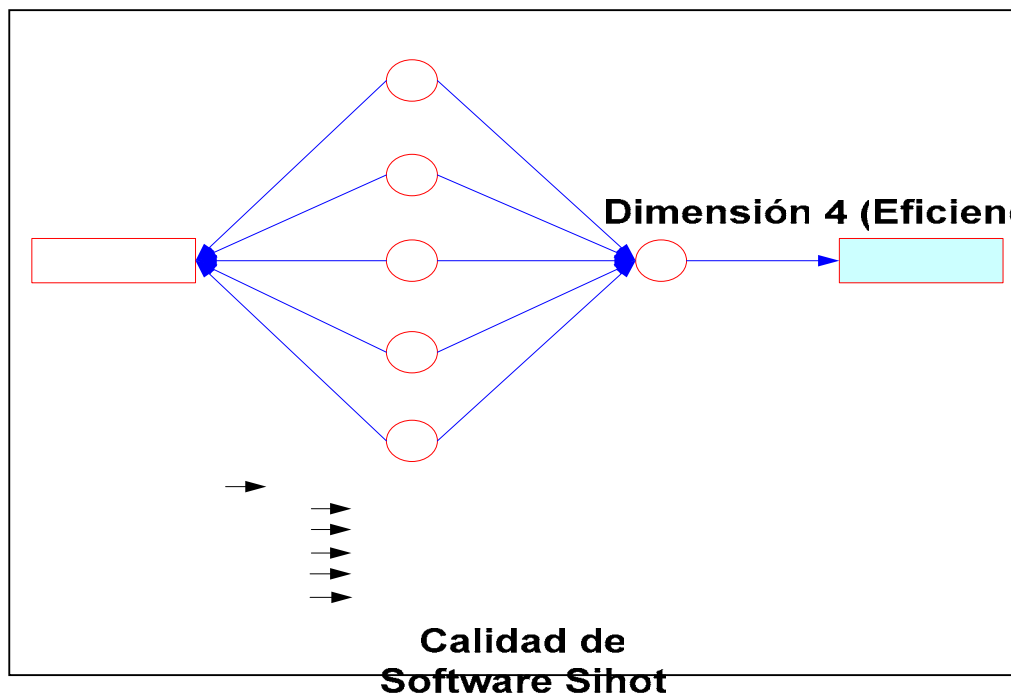


El de menor capacidad es el No.12 con un R-Squared del 73,78 %. En todos los casos las correlaciones poseen intensidad con dirección positiva y con grado de moderadamente fuerte, lo que permite asegurar que a mayor valor de los atributos de Usabilidad, mayor contribución al mejoramiento de la calidad global del software.

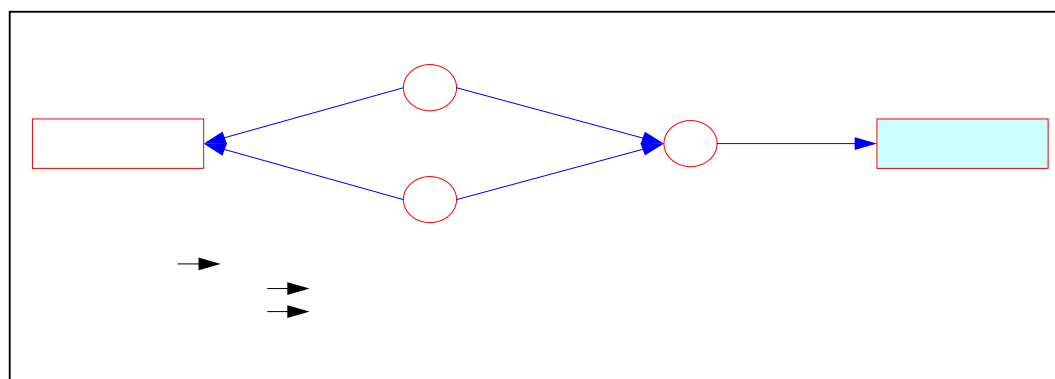
Resultados del análisis de la Dimensión No.4: Eficiencia

El valor de Alfa (0,9383) confirma la consistencia interna de los ítems dentro de la Dimensión. La aplicación del modelo de regresión múltiple permitió describir la relación entre la calidad global del software (ALLQ) y los cinco atributos de la dimensión en función de variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es la siguiente: $ALLQ = 0,56156 + 0,178384 \cdot A15 + 0,190182 \cdot A16 + 0,144649 \cdot A17 + 0,191597 \cdot A18 + 0,184047 \cdot A19$. El P-value en la tabla ANOVA es menor que 0.01, existiendo una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de confianza del 99%. El estadístico R-Squared indica que el modelo ajustado explica el 96,2713% de la variabilidad en la QSW. El estadístico R-squared ajustado, fue de 95,1746%. Los resultados de la aplicación de modelos de regresión simple indicaron que todas las variables presentan un R-Squared superior al 70% y con P-value menores que 0,01 demostrando que existen relaciones significativas entre las variables al nivel de confianza del 99%. Se pudo apreciar, que el atributo con mayor capacidad explicatoria es el No.16 con un R-Squared del 80,97% y el de menor el No.18 con un R-Squared del 74,86%.

En todos los casos las correlaciones poseen intensidad con dirección positiva y con grado de moderadamente fuerte, lo que permite asegurar que a mayor valor de los atributos de Eficiencia, mayor contribución al mejoramiento de la QSW.

A₁₅A₁₆A₁₇

Resultados del análisis de la Dimensión No.5: Manutenibilidad

A₁₈A₁₉

de los ítems dentro de la Dimensión. El modelo de regresión múltiple aplicado permitió describir la relación entre la ALLQ y los atributos de la dimensión en función de variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es la siguiente: $ALLQ = 0,134078 + 0,56265 \cdot A_{20} + 0,413408 \cdot A_{21}$. El R^2 value en la tabla ANOVA es menor que 0.01, existiendo una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de confianza del 99%. El estadístico R-Squared indica que el modelo ajustado explica el 91,4862% de la Variabilidad en ALLQ. El estadístico R-squared ajustado, fue de 90,6348%. Los resultados de aplicar modelos de regresión simple permitieron determinar la capacidad explicatoria de cada una de las variables (atributos) dentro de la dimensión así como la variabilidad que provocan en la QSW. Se puede apreciar que todas las variables presentan un R-Squared superior al 70 % de la variabilidad de ALLQ, con P-value menores que 0,01 demostrando la existencia de relaciones significativas entre las variables al nivel de confianza del 99%. El atributo de mayor capacidad explicatoria es el No.20 con un R-Squared del 86,85%. Las correlaciones poseen intensidad con dirección positiva y con grado de

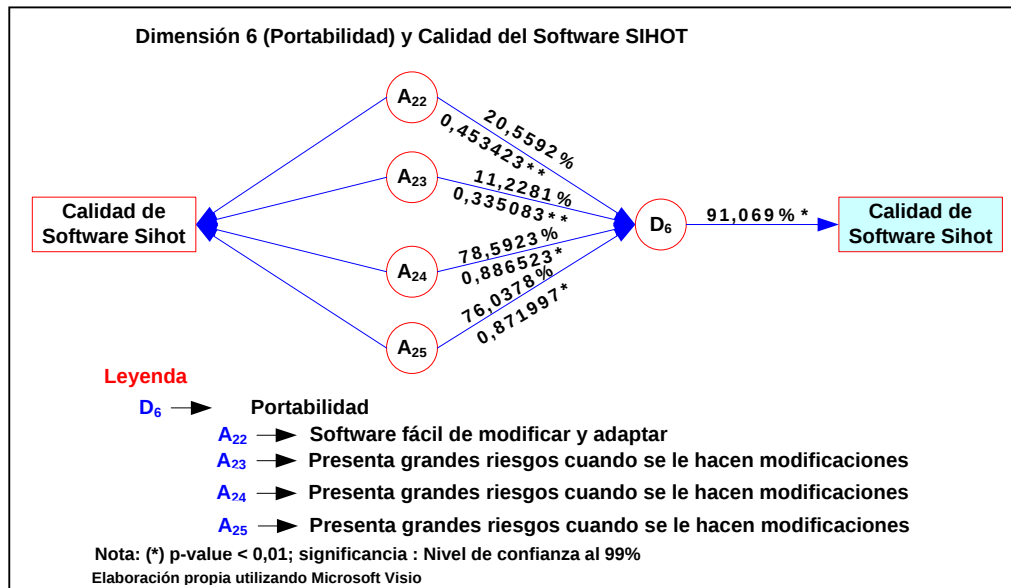
Nota: (*) p-value < 0.01: significancia : Nivel
Elaboración propia utilizando Microsoft Visio

Dimensión 5 (Manutenibilidad) y Calidad

A₂₀

moderadamente fuerte, lo que permite asegurar que a mayor valor de los atributos de Mantenibilidad, mayor contribución al mejoramiento de la QSW.

Resultados del análisis de la Dimensión No.6: Portabilidad



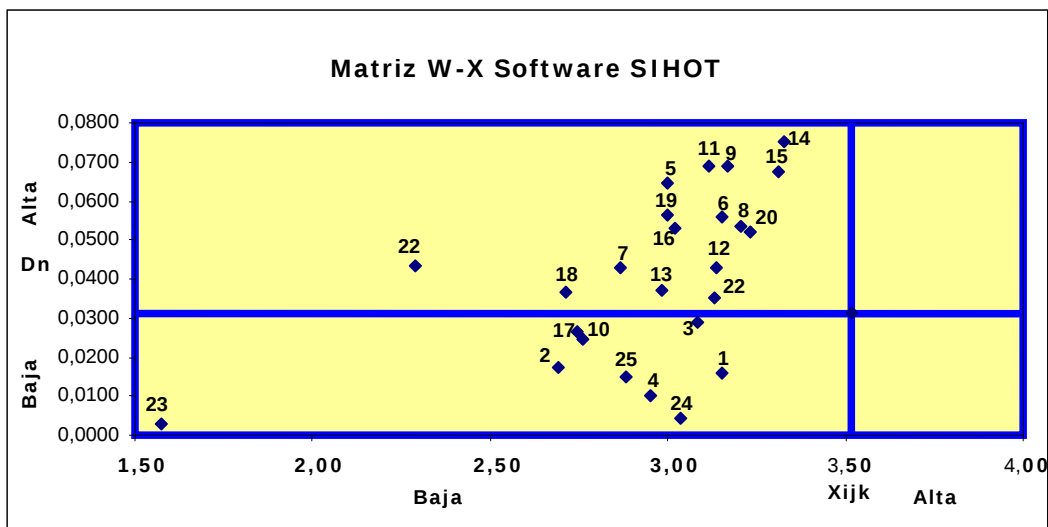
El valor de Alfa para esta dimensión con 0,7228 aunque confirma la consistencia interna de los ítems dentro de ella, es sin embargo el más bajo y ello se debe, al comportamiento de dos atributos con valores de percepción muy bajos, aunque positivamente correlacionados dentro de la misma. Al aplicarse el modelo de regresión múltiple correspondiente se obtuvo la siguiente ecuación del modelo ajustado: $ALLQ = 0,698435 + 0,190309 \cdot A_{22} - 0,20165 \cdot A_{23} + 0,452526 \cdot A_{24} + 0,345931 \cdot A_{25}$. Por cuanto el P-value en la tabla ANOVA es menor que 0,01, existe entonces una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de confianza del 99%. Por otra parte, el estadístico R-Squared indica que el modelo ajustado explica el 92,6929% de la variabilidad en la calidad global del software (ALLQ). El estadístico R-squared ajustado es 91,069%. La aplicación de modelos de regresión simple permitió determinar la capacidad explicatoria de cada una de las variables (atributos) dentro de la dimensión así como la variabilidad que provocan en la QSW. En este sentido se puede apreciar que todas las variables presentan un R-Squared que indica que los modelos ajustados explican más del 70 % de la variabilidad de ALLQ, con P-value menores que 0,01 lo que demuestra que existen relaciones significativas entre ellas al nivel de confianza del 99%. No ocurre así con los atributos No.22 y No.23, aunque el primero posee nivel de significación al 95 %, pero en ambos casos la capacidad explicatoria. Nótese que a pesar de ello las correlaciones poseen intensidad con dirección positiva y con grado de moderadamente fuerte, lo que permite asegurar que a mayor valor de los atributos de Portabilidad, mayor contribución al mejoramiento de la calidad global del software.

Resumiendo podemos decir que en general el grado de presencia percibido de los atributos definitorios de la calidad del software en el producto SIHOT es

bajo. Los atributos que peor comportamiento tienen son el No.22 y el No.23, dentro de la Dimensión de Portabilidad y se refieren a facilidad de adaptación e instalación en otros ambientes. La Dimensión de mayor capacidad explicatoria de la variabilidad de la QSW SIHOT es la No.4 (Eficiencia), mientras que el atributo que lo hace es el No.4 (El software que utilizo interactúa con los sistemas especificados) de la Dimensión No.1 (Funcionalidad).

Obtención del Valor Percibido (Vp) para el Software SIHOT

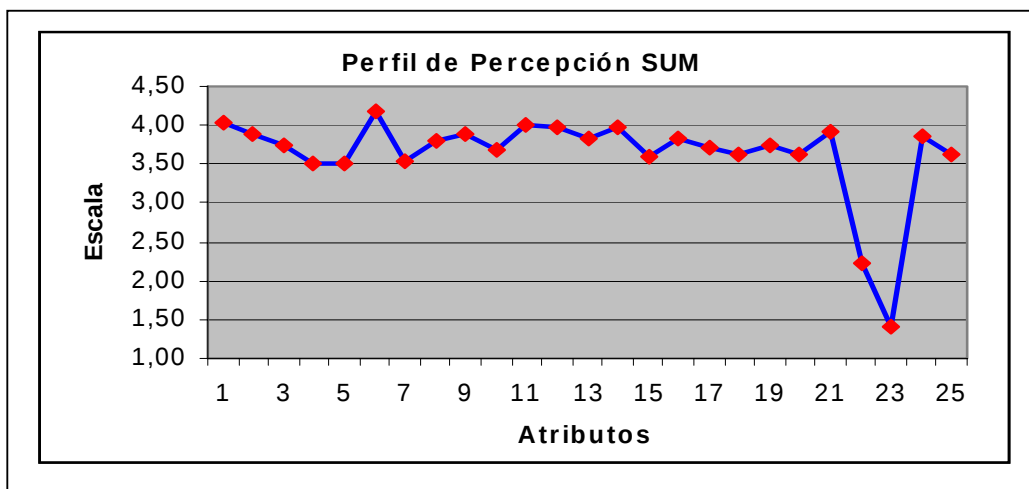
Una vez obtenidos los valores de las variables de peso y percepción, y siguiendo a Frías et.al. (2005), nos corresponde ahora combinar los valores de dos modos diferentes: uno a través del correspondiente constructo matemático y otro de modo gráfico. Antes de realizar esta operación primeramente será necesario realizar el cálculo de la Determinancia Normalizada (Frías et.al., 2005), lo cual debemos hacer por el hecho de que el vector de peso obtenido es igual para todos los atributos de un instrumento que se aplica a software diferentes. Con ese resultado combinado en el modelo matemático correspondiente con los valores de la variable de percepción se calcula el Vp por atributos y en general para el Software. El Valor Percibido del Software es de 3,04, muy cerca del neutro. Esto en general confirma que para los decisores este es un software con un nivel de calidad con tendencia a la baja. Una mejor visión de este resultado nos la da la Matriz de toma de decisiones W-X (Frías et.al., 2005):



Lo primero que llama la atención es el hecho de que las nubes de punto aparecen bien polarizadas al situarse en los cuadrantes II y III. Por otra parte, se observa también que el 64% de los atributos están posicionados en el cuadrante II, zona de alta determinancia (importancia) y de baja percepción, lo cual significa que este software desempeña de manera no adecuada funciones que para los especialistas y usuarios son de alta importancia. En general también se aprecia que el desempeño de los atributos es percibido en grado bajo.

Resultados obtenidos por la aplicación del instrumento al Software SUM: Estadísticos descriptivos para la variable de percepción (Xijk).

Los resultados de los valores obtenidos por esta variable aparecen reflejados en el siguiente gráfico de perfil.



El 84% de los atributos están situados en la franja de 3,50-4. Por debajo del valor de la escala se sitúa el resto, con los valores más bajos para el No.22 y el No.23. El 69% de las evaluaciones otorgadas está entre 4 y 5 puntos y la media geométrica alcanza un valor de **3,56**, es decir casi más de medio punto por encima del valor neutro lo que pudiera interpretarse como una evaluación satisfactoria para el desempeño de este software. Siguiendo también a García Luís (2005), se realizó el dimensionamiento y se obtuvo el valor medio geométrico de las mismas el que sobrepasa el nivel de 3 puntos, siendo la que más afecta al valor de percepción global la **Portabilidad** con un valor por debajo del neutro.

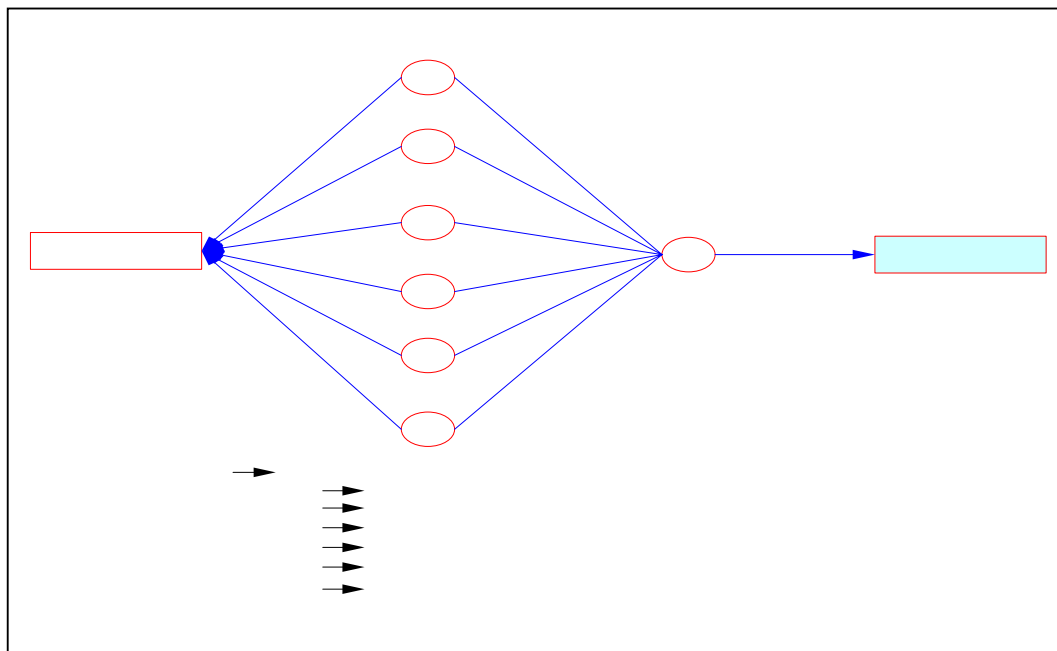
Estadísticos correlacionales para la variable de percepción (Xijk)

El primer análisis se realizó para establecer las correlaciones entre cada uno de los atributos de calidad del software SUM y la variable criterio. Para este ejercicio se utilizó el Software StatGrafic Plus en su versión para Window, aplicándose para cada atributo, en su relación con la variable criterio, un modelo de regresión simple el que arrojó que el 92 % de los atributos presenta un p-value menor que 0,01 indicando con ello la existencia de una relación estadísticamente significativa entre esa cantidad de atributos y la variable criterio a un nivel del 99% de confianza. La capacidad explicatoria de los modelos de regresión aplicados para explicar la variabilidad de la QSW SIHOTS, muestra que el estadístico R-Squared obtiene valores entre 73-85% y la intensidad de las correlaciones expresadas por su respectivo coeficiente va de relativa a moderadamente fuerte. Sólo los atributos No.22 y No.23 se quedan muy por debajo de esos parámetros. Se percibe no obstante, que para todos los casos la intensidad de la correlación posee dirección positiva, lo cual, como en los casos anteriores, quiere decir que si aumentan los valores de

percepción de los atributos, aumentará también el valor de la QSW en cuestión. Eso significa que la acción de mejora se debería incrementar en particular en esos dos atributos. Se calculó también el coeficiente Alfa utilizando para ello el Software SPSS en su versión 11.5 para Windows. Los resultados muestran que para todos los atributos el coeficiente es superior a 0,9700 y su valor global es también de 0,9806 demostrando con ello una alta consistencia interna de los ítems evaluados. Por otra parte se puede constatar que excepto en los ítems No.22 y No.23, la correlación ítem-total se sitúa en valores que se hallan en el intervalo de 0,8392-0,9228. Esto confirma de nuevo que estamos ante un instrumento válido y confiable. Siguiendo el modelo de dimensionamiento desarrollado y aplicado en el caso SIHOT, se establecieron las correlaciones entre cada una de las dimensiones y la variable criterio y dentro de cada una de ellas.

Resultados del análisis de la Dimensión No.1: Funcionalidad

Un cálculo de Alfa, dio un altísimo valor de 0,9071 confirmando la consistencia interna de los ítems dentro de la Dimensión. La aplicación de un modelo de regresión múltiple permitió describir la relación entre la ALLQ y los seis atributos de la dimensión en función de variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es la siguiente: $ALLQ = 0,394054 + 0,189658*A1 + 0,247308*A2 + 0,0994954*A3 + 0,112391*A4 + 0,108552*A5 + 0,188984*A6$. El P-value en la tabla ANOVA es menor que 0.01, evidenciando la existencia de una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de confianza del 99%. El estadístico R-Squared indica que el modelo ajustado explica el 96,58% de la variabilidad en la ALLQ.

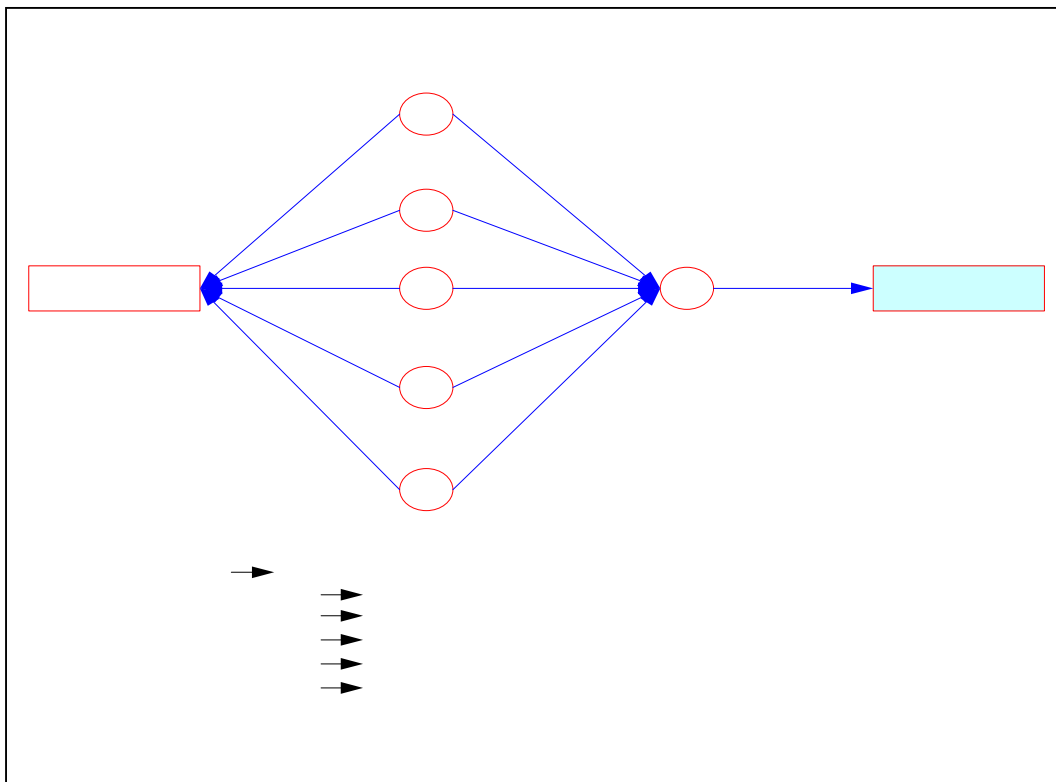


Este estadístico ajustado, es 95,2975. La aplicación de modelos de regresión simple determinó la capacidad explicatoria de cada una de las variables dentro de la dimensión. En este sentido se puede apreciar que todas presentan un R-Squared por encima del 70%, con P-value menores que 0,01 lo que demuestra

que existen relaciones significativas entre ellas al nivel de confianza del 99%. El atributo que posee mayor capacidad explicatoria es el No.2 con un R-Squared del 80,9715%. El de menor capacidad es el No.5 con un R-Squared del 73,55 %. En todos los casos las correlaciones poseen intensidad con dirección positiva y con grado de moderadamente fuerte, lo que demuestra que a mayor valor de los atributos de Funcionalidad, mayor contribución al mejoramiento de QSW.

Resultados del análisis de la Dimensión No.2: Confiabilidad

Como en el caso anterior se calculó Alfa, que con un valor de 0,9385 confirmó la consistencia interna de los ítems dentro de la Dimensión. Al aplicarse el modelo de regresión múltiple se pudo describir la relación entre ALLQ y los cinco atributos de la dimensión en función de variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es la siguiente: $ALLQ = 0,790152 + 0,259822*Col_7 + 0,181122*Col_8 + 0,117751*Col_9 + 0,190448*Col_10 + 0,12411*Col_11$.



El P-value en la tabla ANOVA es menor que 0,01, existiendo entonces una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de confianza del 99%. El estadístico R-Squared indica que el modelo ajustado explica el 96,4688% de la variabilidad en la ALLQ. Este estadístico ajustado, fue de 95,4301%. Los resultados de aplicar modelos de regresión simple pudieron determinar la capacidad explicatoria de cada una de las variables (atributos) dentro de la dimensión y de la variabilidad que provocan en la QSW. Se pudo apreciar que todas las variables presentan un R-Squared mayor al 70%, con P-value menores que 0,01 demostrando la existencia de relaciones

Dimensión 2 (Confiabilidad) y Calidad de

A₇

77,63
0,88109

A₈

78,0
0,8836

Calidad de

A

75,0

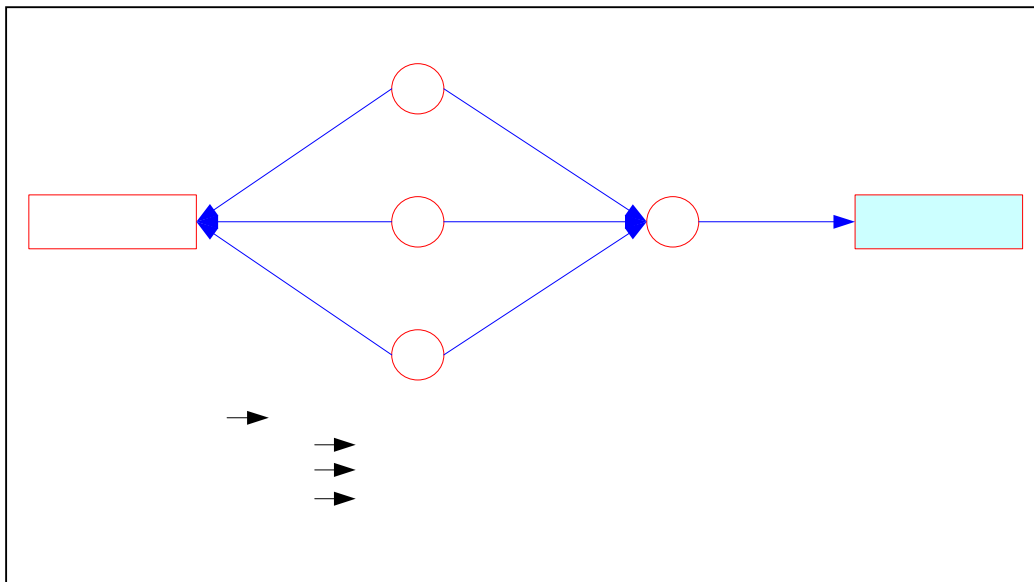
significativas entre las variables al nivel de confianza del 99%. El atributo que posee mayor capacidad explicatoria es el No.11 con un R-Squared del 82,52%. El de menor capacidad es el No.10 con un R-Squared del 74,32%. En todos los casos las correlaciones poseen intensidad con dirección positiva y grado de moderadamente fuerte, lo que permite asegurar que a mayor valor de los atributos de Confiabilidad, mayor contribución al mejoramiento de la QSW.

Resultados del análisis de la Dimensión No.3: Usabilidad

El calculo de Alfa, dio un valor de 0,8942 confirmando la consistencia interna de los ítems dentro de la Dimensión. La aplicación del modelo de regresión múltiple describió la relación entre ALLQ y los tres atributos de la dimensión en función de variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es la siguiente:

$$ALLQ = 0,606661 + 0,242746*A_{12} + 0,283817*A_{13} + 0,359215*A_{14}$$

El P-value en la tabla ANOVA es menor que 0.01, existiendo una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de confianza del 99%.



El estadístico R-Squared indicó que el modelo ajustado explica el 89,2326% de la variabilidad en la ALLQ. Este estadístico ajustado, fue de 87,5325%. Los resultados de aplicar modelos de regresión simple permitieron determinar la capacidad explicatoria de cada una de las variables dentro de la dimensión y la variabilidad que provocan en la QSW. Se pudo apreciar que todas las variables presentan un R-Squared superior al 70%, y con P-value menores que 0,01 demostrando que existen relaciones significativas entre las variables al nivel de confianza del 99%. Se constató, que el atributo que posee mayor capacidad explicatoria es el No.14 con un R-Squared del 76,63%. El de menor capacidad es el No.12 con un R-Squared del 73,68 %. Todas las correlaciones poseen intensidad con dirección positiva y con grado de moderadamente fuerte, lo que permite asegurar que a mayor valor de los atributos de Usabilidad, mayor contribución al mejoramiento de la calidad global del software.

Dimensión 3 (Usabilidad) y Calidad de

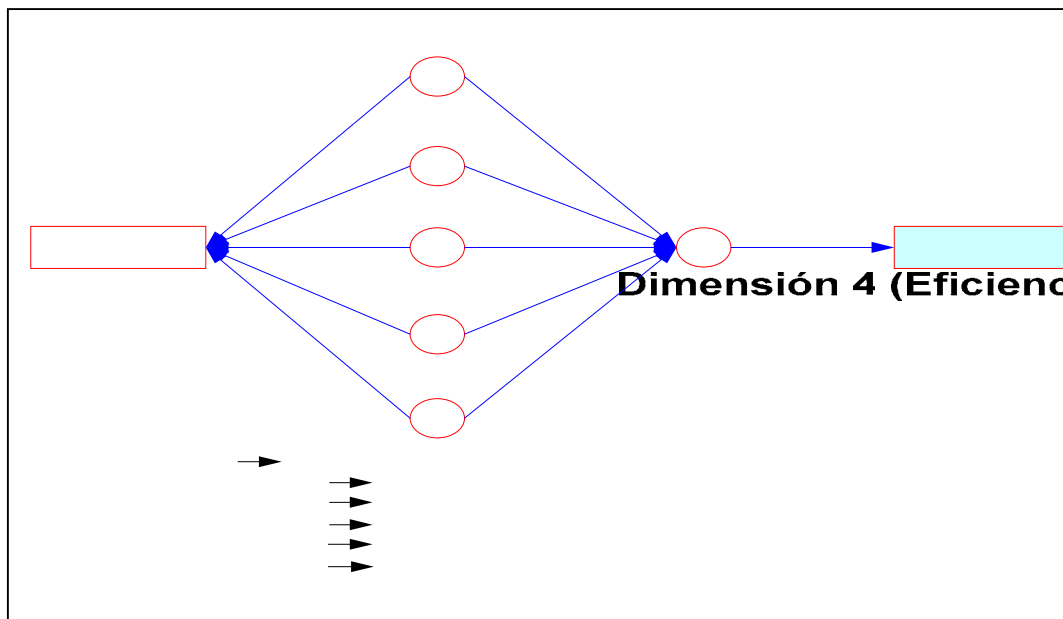
A₁₂

73,68
0,852

Calidad de

73,68

Resultados del análisis de la Dimensión No.4: Eficiencia



El coeficiente Alfa obtuvo un valor de 0,9348 confirmando la consistencia interna de los ítems dentro de la Dimensión. Al aplicar el modelo de regresión múltiple se describió la relación entre ALLQ y los cinco atributos de la dimensión en función de variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es la siguiente:

$$ALLQ = 0,789947 + 0,122196 \cdot A_{15} + 0,185035 \cdot A_{16} + 0,185041 \cdot A_{17} + 0,197562 \cdot A_{18} + 0,188412 \cdot A_{19}$$

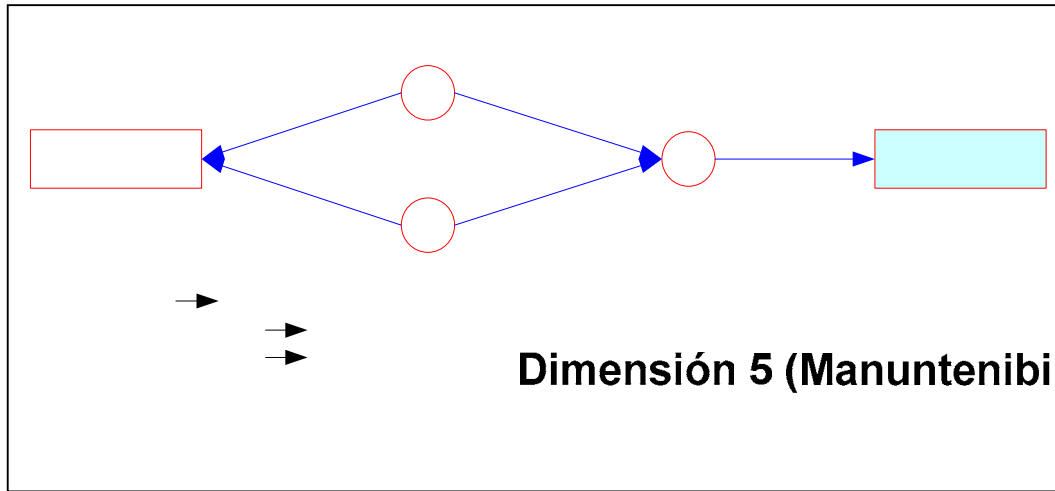
El P-value en la tabla ANOVA es menor que 0,01, existiendo una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de confianza del 99%. El estadístico R-Squared indica que el modelo ajustado explica el 97,3073% de la variabilidad en ALLQ. Este estadístico ajustado, es 96,5154%. Los resultados de la aplicación de modelos de regresión simple se usaron para determinar la capacidad explicatoria de cada una de las variables (atributos) dentro de la dimensión y la variabilidad que provocan en QSW. Todas las variables presentan un R-Squared superior al 70 %, y con P-value menores que 0,01 lo que demuestra que existen relaciones significativas entre las variables al nivel de confianza del 99%. El atributo que posee mayor capacidad explicatoria es el No.17 con un R-Squared del 81,75%. El de menor capacidad es el No.18 con un R-Squared del 74,86%. Todas las correlaciones poseen intensidad con dirección positiva y con grado de probabilidad no 0,01, lo que permite asegurar que a mayor valor de los atributos de Eficiencia, mayor contribución al mejoramiento de QSW.

Resultados del análisis de la Dimensión No.5: Manutención

En valor de Alfa fue de 0,8293 confirmando la consistencia interna de los ítems dentro de la Dimensión. El modelo de regresión múltiple aplicado permitió

describir la relación entre ALLQ y los atributos de la dimensión en función de variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es la siguiente:

$$ALLQ = 1,12026 + 0,421369 \cdot A_{20} + 0,364477 \cdot A_{21}$$



A_{20}

84,
0,92

El ajustado es de 90,4574%. Los resultados de aplicar modelos de regresión simple permitieron determinar la capacidad explicatoria de cada una de las variables dentro de la dimensión y de la variabilidad que provocan en QSW. Todas las variables presentan un R-Squared por encima del 70%, con P-value menores que 0,01 demostrando que existen relaciones significativas entre las variables al nivel de confianza del 99%. El atributo que posee mayor capacidad explicatoria es el No.20 con un R-Squared del 84,98%. Todas las correlaciones poseen intensidad con dirección positiva y grado de moderadamente fuerte, lo que permite asegurar que a mayor valor de los atributos de Mantenibilidad, mayor contribución al mejoramiento de la QSW.

A_{21}

74,0
0,86

Leyenda

D_5

Manutenibilidad

Resultados del análisis de la Dimensión No.6: Portabilidad

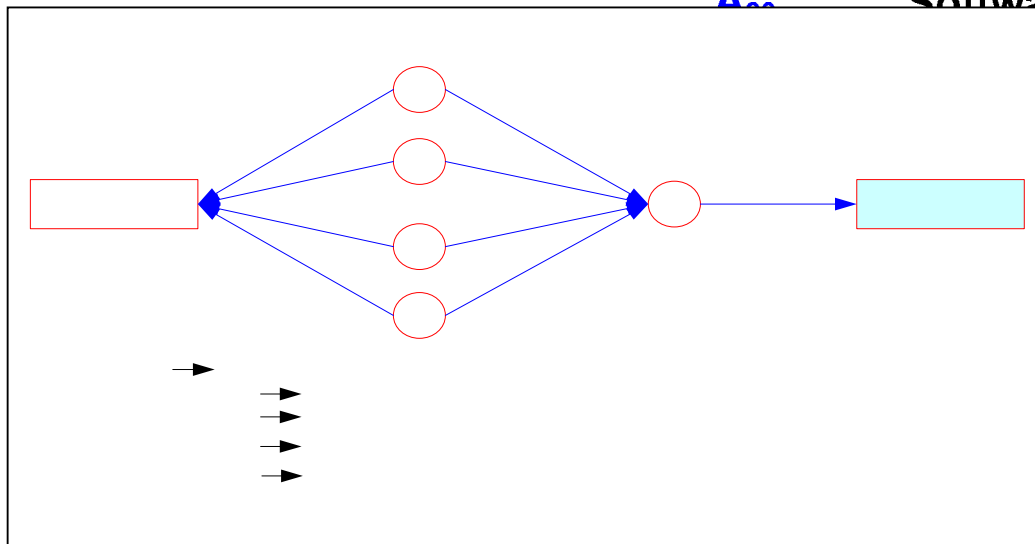
A_{22}

Software fácil de modificar

ta grandes riesgos

ncia : Nivel de co

t Visio



El P-value en la tabla ANOVA es menor que 0.01, existiendo entonces una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de

confianza del 99%. El estadístico R-Squared indica que el modelo ajustado explica el 91,3249% de la variabilidad en ALLQ. El valor de Alfa para esta dimensión fue 0,8631 confirmando la consistencia interna de los ítems dentro de ella. Al aplicarse el modelo de regresión múltiple se describió la relación entre ALLQ y los atributos de la dimensión en función de variables independientes, obteniéndose la siguiente ecuación:

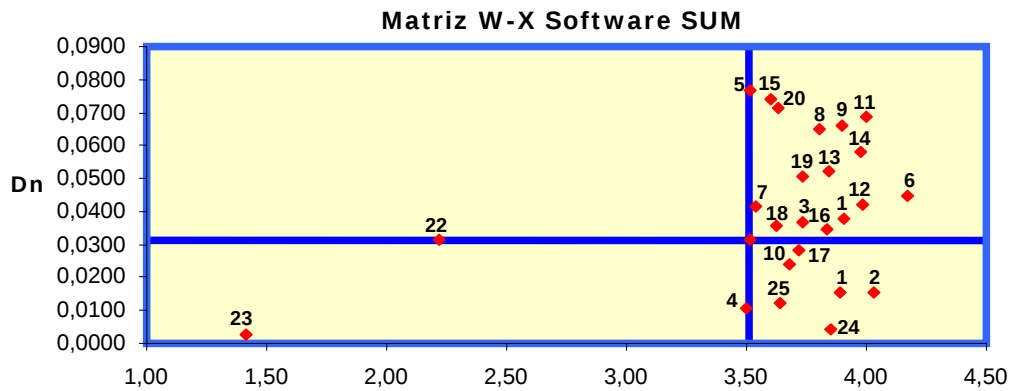
$$ALLQ = 0,724312 + 0,100673*A22 - 0,0604831*A23 + 0,437933*A24 + 0,422392*A25$$

El P-value en la tabla ANOVA es menor que 0.01, existiendo una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de confianza del 99%. El estadístico R-Squared indica que el modelo ajustado explica el 88,0499% ALLQ. El estadístico ajustado, es 85,3943%. Los resultados de aplicar modelos de regresión simple permitieron determinar la capacidad explicatoria de cada una de las variables y la variabilidad que provocan en QSW. Cuatro de las variables presentan un R-Squared ajustado, que explican más del 70 % de la variabilidad de ALLQ, con P-value menores que 0,01, o sea con relaciones significativas al nivel de confianza del 99%. No ocurre así con los atributos No.22 y No.23, aunque el primero posee nivel de significación al 95 %, pero en ambos casos la capacidad explicatoria es muy baja. A pesar de ello las correlaciones poseen intensidad con dirección positiva y grado moderadamente fuerte, por lo que a mayor valor de los atributos de Portabilidad, mayor contribución al mejoramiento de la QSW.

Como resumen podemos señalar que en general el grado de presencia percibido de los atributos definitorios de la calidad del software en el producto SUM es satisfactorio, los atributos que peor comportamiento tienen son el No.22 y el No.23, dentro de la Dimensión de Portabilidad y se refieren a facilidad de adaptación e instalación en otros ambientes, la Dimensión de mayor capacidad explicatoria de la variabilidad de QSW SUM es la No.4 (Eficiencia), mientras que el atributo que lo hace es el No.4 (El software que utilizo interactúa con los sistemas especificados) de la Dimensión No.1 (Funcionalidad).

Obtención del Valor Percibido (Vp) para el Software SUM:

Una vez obtenidos los valores de las variables de peso y percepción, y siguiendo a Frías et.al. (2005), combinamos ambos valores de modos diferentes: uno a través del correspondiente constructo matemático y otro de modo gráfico. Antes será necesario realizar el cálculo de la D_n , por la razón que ya se explicó anteriormente. El **Vp** se calculó por atributos y general, arrojando un resultado de 3,73, muy cerca del valor cuatro de la escala. Ello confirma que para los decisores este es un software con un nivel de calidad con tendencia al alta. Una mejor visión de este resultado nos la da la Matriz de toma de decisiones W-X (Frías et.al. 2005):



Observar que las nubes de punto aparecen bien polarizadas al situarse en los cuadrantes I y IV. Por otra parte, se observa también que el 64% de los atributos están posicionados en el cuadrante I, zona de alta determinancia (importancia) y de alta percepción, lo cual significa que este software desempeña de manera adecuada funciones que para los especialistas y usuarios son de alta importancia. En general también se aprecia que el desempeño de los atributos es percibido en grado alto.

Análisis comparativo:

En este epígrafe se realizará la evaluación comparativa de los dos software estudiados. Los aspectos más relevantes de esta comparación son los siguientes: **primero**: como muestra la tabla resumen,

Software	Resultado comparativo de las variables analizadas					Atributos
	media geométrica	moda	fortaleza	debilidad	Vp	débiles
SUM	3,5603807	5	64%		3,7298973	22;23
SIHOT	2,9122884	4		64%	3,0407499	22;23

SUM aventaja a SIHOT en todas las variables existiendo diferencias marcadas entre ambos softwares. Para demostrar si las mismas son o no significativas se aplicaron varios estadísticos tales como **t tests de comparación de medias**, **F-tests de comparación de la desviación estándar** y el **Test de Kolmogorov-Smirnov**.

Todas estas pruebas indicaron la existencia de diferencias significativas entre ambos softwares, con amplia ventaja para el SUM; **segundo**: los atributos No.22 (El software que utilizo es fácil de adaptar a otros ambientes) y No.23 (El software que utilizo es fácil de instalar en otros ambientes) presentan un comportamiento similar en ambos softwares, con valores de percepción bajos en su desempeño, y, **tercero**: de los 25 atributos evaluados SIHOT sólo aventaja a SUM en 2, que son precisamente, el No.22 y el No.23, pero los valores no son exageradamente altos.

Bibliografía:

1. Barbacci, M. (2005). Atributos de Calidad del Software.

2. Bertoa, Manuel F. y Antonio Vallecillo (2005). Calidad de Componentes Software, Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación Universidad de Málaga.
3. Callaos, N. y Callaos, B. (1996), "Designing with Systemic Total Quality", in International Conference on Information Systems, N. Callaos and B. Sánchez (eds.), International Institute of Informatics and Systemics, Orlando, pp. 548-560.
4. Carrillo Domingo, J. (2005). La Calidad del Software, asignatura pendiente en España. Foro de las nuevas tecnologías de CIBERNOS, Actualidad, 7-13 de septiembre del 2001, COMPUTERWORLD.
5. Castro Fuertes J. L. (2005). Medidas y Calidad de Software.
6. Dromey, R. (1996). Concerning the Chimera. *IEEE Software* (13:1), January, pp. 33-43.
7. Estivill-Castro, V. (2005). Calidad total en informática. <http://www.lania.mx/biblioteca/newlwtter>.
8. Fernández Sanz, L. (2005). La Calidad del Software, asignatura pendiente en España. Foro de las nuevas tecnologías de CIBERNOS, Actualidad, 7-13 de septiembre del 2001, COMPUTERWORLD.
9. Fernández Carrasco, O.M., García Leon, D. y Beltrán Benavides, A. (2005). Un enfoque actual sobre la medición de la calidad del software: http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol.3_3_95.
10. Fernandes Antunes R. y Tania Mara Vostoupal (2005). Avaliação de Produto de Software: as aplicações da NBR 13596 (ISO 9126) na CELEPAR.
11. Frías Jiménez, R.A. y otros (2005). Gestión de la Calidad, publicado en CD-R, ISBN: 959 – 16 – 0364 – 9.
12. Granja Alvarez, Juan Carlos (2005). Un horizonte en el ámbito de la Calidad del Software. NOVATICA / may.-jun. 2000 / Especial 25 aniversario.
13. García, Luis (2005). Calidad de SW Parte 2 – Calidad del Producto (ISO 9126).
14. Humphrey, W. (1997). *Introduction to the Personal Software Process*, Addison Wesley Longman, Inc., Cambridge, Massachusetts.
15. http://en.wikipedia.org/wiki/ISO_9126.
16. IEEE, Std. 610-1990. Calidad del Software.
17. info@bowneglobal.es y www.bowneglobal.es (2005). Software sin errores. Garantía de calidad.
18. ISO/IEC 9126 [International Organization for Standardization. "Information technology - Software product evaluation- Quality characteristics and guidelines for their use", *JTC 1 Organization*, Montreal, Québec, 1991.
19. ISO/IEC 15504. International Organization for Standardization, "Software Process Assessment", *TR 15504*, on-line, WG 10: Software Process Assessment, <http://www.sqi.gu.edu.au/spice/>, 1999.
20. Kitchenham, B., Linkman S., and Law D. "DESMET: A methodology for evaluating software engineering methods and tools". *IEEE Computing & Control Engineering Journal* (8:3), June 1997, pp.120-126.
21. Mendoza, L., María Pérez, Anna Grimán, Maryoly Ortega (2005). Análisis del Impacto del Proceso de Desarrollo en las Características de Calidad del Software.

22. Mendoza, L.; Pérez, M.; Grimán, A. y Rojas, T. (2002). "Algoritmo para la Evaluación de la Calidad Sistémica del Software". Actas de las 2as. Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Salvador de Bahía, Brasil, Noviembre.
23. Ortega, M., Pérez, M. A., and Rojas, T. (2000). "A Model for Software Product Quality with a Systemic Focus", in 4th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics SCI 2000 and The 6th International Conference on Information Systems, Analysis and Synthesis ISAS 2000, N. Callaos and B. Sánchez (eds.), International Institute of Informatics and Systemics, Orlando, 2000, pp. 395-401.
24. Pérez, M. A., Rojas, T., Mendoza, L., and Grimán, A. (2001). "Systemic Quality Model for System Development Process: Case Study", in Seventh Americas Conference on Information Systems – AMCIS, D. Strong and D. Straub (eds.), Association for Information Systems, Boston, 2001, pp. 1297-1304.
25. Pressman, R. (2002). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*, McGraw-Hill Interamericana, Madrid, España, p.48.
26. Voas, J. (1999). "Software Quality's Eight Greatest Myths", *IEEE Software* (16:5), September/October, pp. 740-7.