



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

TESIS DE GRADO

**“ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE CALIDAD DE SOFTWARE
EXISTENTES Y SU APOYO AL CUMPLIMIENTO DE REQUERIMIENTOS
EN EMPRESAS NO DEDICADAS AL DESARROLLO DE SOFTWARE”**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN COMPUTACIÓN
ESPECIALIZACIÓN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

Autores:

**JORGE REINOSO ESPINOSA
JORGE VIVANCO ANDRADE
CARLOS COBA MARTÍNEZ**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2008

DEDICATORIA

La dedicatoria de este proyecto va para Dios y mi familia, ya que gracias a su apoyo incondicional he logrado culminar con éxito mi desarrollo profesional y también para todas aquellas personas que han contribuido de alguna u otra manera a mi formación, tanto como persona y profesionalmente.

Jorge Reinoso E.

Agradezco principalmente a Dios. A mi madre y a mi padre por su amor, ejemplo y apoyo incondicionales en cada momento de mi vida que me han hecho crecer como persona. Por haberme brindado la oportunidad de esta gran experiencia, la ESPOL. A mi familia, abuelos, tíos, hermanos, primos, y los que están en el cielo, a todos ustedes que amo, gracias. A mi Mamita Ruth que me crió, me vio crecer dándome todo su amor y sabiduría. A mis amigos, amigas y personas que para bien han estado a mi lado apoyándome y aconsejándome en cada faceta de mi vida. A todos mis profesores de la carrera por sus enseñanzas principalmente a la Ing. Verónica Macías por todo el conocimiento, tiempo y apoyo que me brindo para el buen desarrollo de este trabajo.

Jorge Vivanco A.

Dedico este trabajo a mis padres y hermanos quienes siempre me brindaron su invaluable apoyo en todas las etapas de mi vida y contribuyeron a que pueda alcanzar mis metas y a ser un mejor hombre cada día.

Carlos Coba M.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento más sincero a todos aquellos que contribuyeron con la realización de esta tesis, a la ING. Verónica Macías, por guiarnos en el desarrollo de este trabajo, y a los vocales, ING. Galo Valverde y la ING. Mónica Villavicencio por sus valiosas guías que nos ayudaron a concluir satisfactoriamente la presente tesis.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Gustavo Bermúdez
DECANO DE LA FIEC
PRESIDENTE

Ing. Verónica Macías
DIRECTORA DE TESIS

Ing. Galo Valverde
VOCAL PRINCIPAL

Ing. Mónica Villavicencio
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Jorge A. Reinoso Espinosa
Tesista

Jorge A. Vivanco Andrade
Tesista

Carlos R. Coba Martínez
Tesista

RESUMEN

El presente estudio se enfocó en determinar el grado de conocimiento que poseen las empresas contratantes de software acerca de las metodologías y técnicas para aseguramiento de la calidad en un producto de software. A partir de los resultados obtenidos se desarrolló un modelo de aseguramiento de calidad. Nuestro estudio se orientó también a conocer que aspectos intervienen dentro de los procesos de compra de tecnología.

Capítulo I

El capítulo uno se refiere a los antecedentes y justificación de esta tesis, en este primer capítulo se hace referencia a la situación de la industria de software en Ecuador, México y Argentina. Posteriormente se finaliza el presente capítulo explicando la importancia del estudio.

Capítulo II

En el capítulo II, también denominado como marco teórico, se presenta toda la teoría sobre la cual se construyó esta tesis, la misma que ha sido obtenida de muchos textos revisados previos a la realización de este estudio.

Capítulo III

En el capítulo III, también denominado diseño del estudio, se formulan las hipótesis, se plantean los objetivos, se explica la metodología utilizada para recopilar información, se presenta la población objetivo y las razones de selección de la muestra. Finalmente se detalla y explica el plan seguido para el levantamiento de información.

Capítulo IV

En el capítulo cuatro, se muestran los resultados obtenidos luego de la aplicación de la encuesta y su análisis. Posteriormente se realiza la verificación de las hipótesis y se explica el modelo de aseguramiento de calidad desarrollado en base a los resultados que se obtuvieron.

En conclusión, a través de la realización de este estudio, se determina el nivel de conocimiento y el grado de importancia que dan las empresas del sector de vendedores de licencia de software y hardware a todos aquellos aspectos concernientes a la calidad de los productos de software que adquieren. Este resultado será mostrado ampliamente en el apartado de conclusiones y vendrá acompañado de las respectivas recomendaciones.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VVI
ÍNDICE GENERAL	VVIII
ABREVIATURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
CAPÍTULO I	1
1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS	1
1.1. Industria del software en Latino América.....	1
1.1.1. Industria del Software en Argentina	1
1.1.2. Industria del Software en México	6
1.1.3. Industria del Software en Ecuador	9
1.2. Justificación de la tesis.	14
CAPÍTULO II	14
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Calidad de Software	16
2.1.1. Concepto de calidad de Software	17
2.1.2. Sistema de calidad.....	19
2.2. Estándares de calidad de Software.....	21
2.2.1. ISO 9000.....	22
2.2.2. ISO 9001	22
2.2.3. ISO 9126.....	29
2.2.4. Otros Estándares	31
2.3. Métricas	31
2.3.1. Concepto de métricas	31
2.3.2. Clasificación de métricas.....	33
2.3.3. Ejemplo de métricas.....	35
2.4. Técnicas y Modelos de Aseguramiento de calidad de software	37

2.4.1.	Modelo de Boehm	37
2.4.2.	Modelo de McCall	39
2.4.3.	Paradigma GQM	43
2.4.4.	FURPS	44
2.4.5.	Modelo de Dromey	45
2.4.6.	CMMI	47
2.4.7.	SPICE	51
2.5.	Investigaciones realizadas a nivel local.	54
CAPÍTULO III	61
3.	DISEÑO DEL ESTUDIO	62
3.1.	Hipótesis	62
3.2.	Objetivos	63
3.3.	Metodología para recopilación de la información	64
3.4.	Población Objetivo	65
3.5.	Definición de muestra de empresas	67
3.6.	Instrumento de medición	68
3.7.	Plan de levantamiento de información.	69
CAPÍTULO IV	69
4.	ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO.	72
4.1.	Presentación de estadísticas.....	72
4.2.	Pruebas de verificación de hipótesis.....	112
4.3.	Modelo Construido	119
4.3.1.	Introducción.....	119
4.3.2.	Aspectos del modelo.....	120
CONCLUSIONES	124
RECOMENDACIONES	130
BIBLIOGRAFÍA	132
ANEXO 1: Encuesta aplicada al estudio	137
ANEXO 2: Carta de Confidencialidad	148
ANEXO 3: Análisis de Confiabilidad	149

ABREVIATURAS

Las abreviaturas presentadas en la tesis son las siguientes:

TI: Tecnologías de la Información.

SPICE: Software Process Improvement and Capability Determination (Mejora del Proceso de Software y Capacidad de Determinación).

CASE: Computer Aided Software Engineering (Ingeniería de Software Asistida por Ordenador).

CMM: Capability Maturity Model (Modelo de Capacidad y Madurez).

CMMI: Capability Maturity Model Integration (Modelo de Capacidad y Madurez Integrado).

GQM: Goals Questions Metrics (Metas Preguntas Métricas).

ISO: International Organization for Standardization (Organización Internacional para la Estandarización).

IEC: International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional).

MSF: Microsoft Solution Framework (Solución de Marco de Trabajo de Microsoft).

SEI: Software Engineering Institute (Instituto de Ingeniería de Software).

VLIR: Vlaamse Interuniversitaire Raad (Red de Universidades Flamencas).

AESOFT: Asociación Ecuatoriana de Software.

PYMES: Pequeñas y Medianas empresas.

ERP: Enterprise Resource Planning (Planeación de Recursos de la Empresa).

TPS: Transactional Processing Systems (Sistemas de Procesamiento Transaccional).

CRM: Customer Relationship Management (Administración de la Relación con los Clientes).

MIS: Management Information Systems (Sistemas de Información Gerencial).

DSS: Decisions Support Systems (Sistemas de Soporte a Decisiones).

SAP: Sistemas, Aplicaciones y Productos.

ABAP: Advanced Business Application Programming (Programación de Aplicación de Negocios Avanzados).

FoxPro: FoxBASE Profesional.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Distribución geográfica de las firmas encuestadas	4
Tabla 1.2. Mercado de IT en Argentina 1995-2001 (millones de US\$).....	5
Tabla 1.3. Indicadores de calidad por tamaño de empresa en Argentina.....	6
Tabla 1.4. Clasificación total por tamaño de empresa de la industria mexicana de software.....	7
Tabla 1.5. Ventas de software totales(millones de pesos)	8
Tabla 1.6. Exportaciones de software	8
Tabla 1.7. Índices de madurez (CMMI) en las empresas de México	9
Tabla 1.8. Empresas según ciudad y tamaño.....	11
Tabla 1.9. Familiaridad y Estado de Uso de estándares de calidad según Tamaño de las empresas desarrolladoras	13
Tabla 1.10. Presencia nacional e internacional según tamaño de empresas desarrolladoras	14
Tabla 2.1. Controles realizados	55
Tabla 3.1. Empresas según tamaño y tipo de producto que brindan.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura 2.1. Modelo de Boehm	39
Figura 2.2. Modelo de calidad de McCall (también llamado triángulo de McCall) organizado en base a los tres tipos de características antes mencionados.....	41
Figura 2.3. Modelo de McCall ilustrado a través de la jerarquía de factores de calidad (parte izquierda de la figura) y relacionado con los criterios de calidad (parte derecha de la figura)	42
Figura 2.4. Diagrama del Paradigma GQM.....	44
Figura 2.5. Principios del modelo de calidad de Dromey	46
Figura 2.6. Representación continua del modelo CMMI.....	49
Figura 2.7. Representación escalonada del modelo CMMI	50
Figura 2.8. Diagrama del modelo SPICE	52
Figura 2.9. Perfil de la industria de Software en el Ecuador	57
Gráfico 2.1. Antigüedad de las empresas.....	58
Gráfico 2.2. Barreras de la industria de software	59
Figura 2.10. Mapa del sector de los desarrolladores de software en el Ecuador	60
Gráfico 4.1.1. Estadísticas de la pregunta 1 de la encuesta	73
Gráfico 4.1.2. Estadísticas de la pregunta 2 de la encuesta	74
Gráfico 4.1.3. Estadísticas de la pregunta 3 de la encuesta	75
Gráfico 4.1.4. Estadísticas de la pregunta 4 de la encuesta	76
Gráfico 4.1.5. Estadísticas de la pregunta 5 de la encuesta	77
Gráfico 4.1.6. Estadísticas de la pregunta 6 de la encuesta	78
Gráfico 4.1.7. Estadísticas de la pregunta 7 de la encuesta	79
Gráfico 4.1.8. Estadísticas de la pregunta 8 de la encuesta	80
Gráfico 4.1.9. Estadísticas de la pregunta 9 de la encuesta	81
Gráfico 4.1.10. Estadísticas de la pregunta 10 de la encuesta	82
Gráfico 4.1.11. Estadísticas de la pregunta 11 de la encuesta	83
Gráfico 4.1.12. Estadísticas de la pregunta 12 de la encuesta	84

Gráfico 4.1.13. Estadísticas de la pregunta 13 de la encuesta	85
Gráfico 4.1.14. Estadísticas de la pregunta 14 de la encuesta	86
Gráfico 4.1.15. Estadísticas de la pregunta 15 de la encuesta	87
Gráfico 4.1.16. Estadísticas de la pregunta 16 de la encuesta	88
Gráfico 4.1.17. Estadísticas de la pregunta 17 de la encuesta	89
Gráfico 4.1.18. Estadísticas de la pregunta 18 de la encuesta	90
Gráfico 4.1.19. Estadísticas de la pregunta 19 de la encuesta	91
Gráfico 4.1.20. Estadísticas de la pregunta 20 de la encuesta	92
Gráfico 4.1.21. Estadísticas de la pregunta 21 de la encuesta	93
Gráfico 4.1.22. Estadísticas de la pregunta 22 de la encuesta	94
Gráfico 4.1.23. Estadísticas de la pregunta 23 de la encuesta	95
Gráfico 4.1.24. Estadísticas de la pregunta 25 de la encuesta	96
Gráfico 4.1.25. Estadísticas de la pregunta 26 de la encuesta	97
Gráfico 4.1.26. Estadísticas de la pregunta 27 de la encuesta	98
Gráfico 4.1.27. Estadísticas de la pregunta 28 de la encuesta	99
Gráfico 4.1.28. Estadísticas de la pregunta 29 de la encuesta	99
Gráfico 4.1.29. Estadísticas de la pregunta 30 de la encuesta	100
Gráfico 4.1.30. Estadísticas de la pregunta 31 de la encuesta	101
Gráfico 4.1.31. Estadísticas de la pregunta 32 de la encuesta	102
Gráfico 4.1.32. Estadísticas de la pregunta 33 de la encuesta	103
Gráfico 4.1.33. Estadísticas de la pregunta 34 de la encuesta	104
Gráfico 4.1.34. Estadísticas de la pregunta 35 de la encuesta	105
Gráfico 4.1.35. Estadísticas de la pregunta 36 de la encuesta	106
Gráfico 4.1.36. Estadísticas de la pregunta 37 de la encuesta	107
Gráfico 4.1.37. Estadísticas de la pregunta 38 de la encuesta	108
Gráfico 4.1.38. Estadísticas de la pregunta 39 de la encuesta	108
Gráfico 4.1.39. Estadísticas de la pregunta 40 de la encuesta	109
Gráfico 4.1.40. Estadísticas de la pregunta 41 de la encuesta	110
Gráfico 4.1.41. Estadísticas de la pregunta 42 de la encuesta	111
Gráfico 4.1.42. Estadísticas de la pregunta 43 de la encuesta	112

INTRODUCCIÓN

Luego de haber analizado cuidadosamente la situación actual de los estudios realizados en el campo de la ingeniería de software, nos hemos dado cuenta de que la mayor parte de dichos estudios están encaminados hacia las empresas desarrolladoras de software, ya que existe una gran cantidad de investigaciones que nos han permitido conocer todos los aspectos que son tomados en cuenta por estas empresas al momento de desarrollar sus productos.

En vista de esto, nos pareció importante que se le dé un enfoque más amplio y más exhaustivo a los estudios realizados acerca de los clientes de estas empresas. Consideramos que para tener una idea clara de la constante evolución que está sufriendo el mercado de los productos de software en nuestro país es importante tener en cuenta ambas partes, la parte que oferta los productos (proveedores) y la parte que demanda los productos (compradores o clientes).

Es por esta razón, que nos hemos enfocado en obtener información relevante acerca de los aspectos relacionados con las empresas clientes de los desarrolladores de software, principalmente en el proceso de decisión de compra y en el nivel de conocimiento que poseen acerca de las metodologías existentes y avances en el campo del aseguramiento de la calidad de software.

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS

1.1. Industria del software en Latino América

Este apartado se enfoca en dar a conocer la situación en la que se encuentra la industria de software en Ecuador, México y Argentina en esta industria. En el caso de los de México y Argentina, son países que poseen un mercado de TI muy desarrollado dentro de Latino América, y en el caso de Ecuador porque es el país en el cual se desarrolló nuestra investigación.

1.1.1. Industria del Software en Argentina

Se han realizado muchos estudios sobre la industria de software en Argentina en los últimos años, muchos de estos se basan en encuestas dirigidas hacia el conjunto del sector de proveedores de Software y Servicios Informáticos. Nos enfocaremos en el estudio realizado por Daniel Chudnovsky, Andrés López y Silvana Melitsko, titulado “El sector de software y servicios informáticos en la Argentina: Situación actual y perspectivas de desarrollo”.

Acorde a dicho estudio, en el período 1998-2000, predominantemente recesivo en la economía argentina, las firmas de proveedores de Software y Servicios Informáticos incrementaron su facturación en un 40%, en tanto su empleo creció en una proporción similar (43%),

aunque este desempeño puede haber estado asociado al denominado "efecto Y2K". El desempeño fue bastante heterogéneo, ya que crecieron relativamente más los proveedores de servicios y las firmas que comercializan software extranjero, así como las de mayor tamaño relativo. [1]

En cuanto al sector de proveedores de Software y Servicios Informáticos en Argentina, se incluyen alrededor de 500 empresas, con una facturación estimada en alrededor de U\$S 2000 millones y un empleo total en torno a las 15 mil personas. [1]

De acuerdo a estos datos se puede caracterizar al sector como dominado por un número relativamente pequeño de firmas de gran tamaño, muchas de ellas de capital extranjero, dedicadas principalmente a la comercialización de productos extranjeros y la prestación de servicios informáticos –esencialmente asociados a la implementación de paquetes de software complejos para grandes clientes, incluido el Estado-, las cuales, a su vez, fueron las de mejor desempeño relativo en el período reciente. Este grupo coexiste con un muy numeroso conjunto de empresas locales, muchas de ellas relativamente jóvenes, de tamaño pequeño, que se dedican tanto al desarrollo de productos de software local como a la provisión de servicios informáticos diversos y que tienen una orientación relativamente mayor al sector PYMES. [1]

También se encontró que las empresas de mayor tamaño utilizan herramientas de programación más sofisticadas y disponen de más cantidad de personal calificado. Asimismo, son las que realizan mayores esfuerzos en materia de calidad. De todos modos, sólo 14 empresas implementaron un programa de calidad, incluyendo en este número a 3 empresas de hardware y telecomunicaciones. **[1]**

Con respecto a la distribución geográfica, la mayor parte de las firmas encuestadas (casi el 75% de la muestra) está localizada en Capital Federal. A continuación se muestra la información completa acerca la distribución geográfica. **[1]**

Tabla 1.1. Distribución geográfica de las firmas encuestadas [1]

Provincia	Numero de empresa
Capital Federal	72
Provincia de Buenos Aires	7
Santa Fe	7
Córdoba	6
San Juan	2
Mendoza	1
Jujuy	1
Chubut	1
Salta	1
TOTAL	98

También se observó entre los desarrolladores locales de productos de software un alto grado de concentración en las áreas de contabilidad y gestión empresarial. En el caso de los proveedores de servicios se observó un patrón de especialización similar, aunque para este grupo el e-commerce, que ha tenido un crecimiento importante durante los últimos años en Argentina, es el área de aplicación predominante. En cuanto a las industrias o sectores económicos abastecidos, la mayoría de las empresas que desarrollan software en Argentina comercializan principalmente aplicaciones orientadas al sector bancario y financiero, comercios y supermercados, salud, telecomunicaciones y administración pública. [1]

Tabla 1.2. Mercado de IT en Argentina 1995-2001 (millones de US\$)[1]

Año	Hardware	Software	Servicios	Insumos	Total
	U\$S mil	U\$S mil	U\$S mil	U\$S mil	U\$S mil
1995	829	273	730	118	1950
1996	995	340	910	155	2400
1997	1165	417	1118	200	2900
1998	1330	530	1370	240	3470
1999	1370	630	1580	260	3840
2000	1610	790	1510	310	4220
2001	1820	960	1720	360	4860

En cuanto a la calidad de software, son las empresas grandes las que realizan mayores esfuerzos en materia de calidad. Entre el 55% y el 60% de las mismas elabora planes estratégicos con actualización periódica, incluye metas de calidad en los planes y elabora indicadores de calidad de productos y servicios en forma sistemática. En contraste, la proporción de empresas pequeñas y medianas que llevan acabo dichas prácticas de calidad regularmente oscilan entre el 20% y el 30%. [1]

Sólo 14 empresas del total de 98 que participaron en este estudio realizado en Argentina, han implantado un programa de calidad. De estas 14 empresas, 8 fueron certificadas bajo las normas ISO 9001/2000 y una implantó un programa propio de calidad, mientras

que las restantes no indicaron el tipo de programa implementado. Ninguna contestó haber implantado un programa de acuerdo al modelo CMMI. [1]

Tabla 1.3. Indicadores de calidad por tamaño de empresas en Argentina [1]

Elaboración de planes estratégicos	Grandes		Medianas		Pequeñas		Total	
	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.
Con actualización sistemática	13	60%	10	22%	4	23%	27	31%
Sin actualización periódica	5	25%	18	40%	9	41%	32	37%
En implantación	2	10%	14	31%	5	23%	21	24%
No se elaboran	0	5%	3	7%	4	14%	7	8%
TOTAL	20	100%	45	100%	22	100%	87	100%
Inclusión de metas o directrices para la calidad	Grandes		Medianas		Pequeñas		Total	
	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.
Si, con actualización sistemática	12	55%	10	22%	8	41%	30	34%
Si, sin actualización periódica determinada	7	35%	17	38%	4	18%	28	32%
En implantación	1	10%	16	36%	6	23%	23	26%
No se elaboran	0	0%	2	4%	4	18%	6	7%
TOTAL	20	100%	45	100%	22	100%	87	100%
Indicadores de calidad de productos y servicios	Grandes		Medianas		Pequeñas		Total	
	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.
Si, con actualización sistemática	12	55%	11	24%	5	27%	28	32%
Si, sin actualización periódica determinada	6	30%	17	38%	10	45%	33	38%
En implantación	2	10%	13	29%	2	9%	17	20%
No se elaboran	0	5%	4	9%	5	18%	9	10%
TOTAL	20	100%	45	100%	22	100%	87	100%

1.1.2. Industria del Software en México

Para hablar acerca de la industria de software en México, nos centraremos en un estudio realizado por La Secretaría de Economía de México, el cual tuvo el propósito de evaluar el estado actual del

nivel de madurez y capacidad de procesos de las empresas de software y servicios relacionados en el Área Metropolitana de Monterrey, Nuevo León y la Zona Metropolitana del distrito federal. **[2]**

En lo relativo al tamaño de las empresas encuestadas, este estudio demostró que el 92% de las empresas encuestadas son micro, pequeña y medianas empresas. Esta clasificación por tamaño de empresas es similar a la composición que presenta la estructura industrial de México. **[2]**

Tabla 1.4. Clasificación total por tamaño de empresa de la industria mexicana de software [2]

Tamaño	Número de empleados	Resultados	Porcentaje
Micro	1 – 10	48	39.0
Pequeña	11 – 50	53	43.0
Mediana	51 – 100	12	9.8
Grande	101 en adelante	10	8.2
Total		123	100

En cuanto a las ventas, tomando en cuenta exclusivamente las ventas correspondientes a los productos de software, el estudio muestra que el 76% de las empresas tienen ingresos anuales promedio por ese concepto de menos de 2.5 millones de pesos y sólo el 4% de las empresas encuestadas facturan anualmente más de \$30 millones de pesos (Tasa de conversión: 1 peso = 0.09 dólares). **[2]**

Tabla 1.5. Ventas de software totales (millones de Pesos) [2]

Ventas	Empresas	Porcentaje %	Acumulado (menos a más)	Acumulado (más a menos)
Menos de 2.5	85	76	76	100
2.5 – 7	14	13	88	23
7 – 15	5	4	93	11
15 – 30	3	3	96	6
30 – 50	3	3	98	4
50 – 150	1	1	100	1
Total	112	100		

Los resultados correspondientes a las exportaciones exclusivamente de software muestran que 15 empresas realizan dicha actividad, esta cifra representa sólo el 12% del total de empresas encuestadas. Además es importante señalar que 8 empresas se ubican en la Zona Metropolitana del distrito federal y 7 en el Área Metropolitana de Monterrey. [2]

Tabla 1.6. Exportaciones de software [2]

Tamaño	Exportación de ventas totales (millones de pesos)						Total
	Menos 2.5	2.5 - 7	7 - 15	15 - 30	30 - 50	50 – 150	
Micro	2	2	0	0	0	0	4
Pequeña	2	3	2	0	0	0	7
Mediana	0	0	0	0	1	0	2
Grande	0	1	0	0	1	1	2
Total	4	6	2	0	2	1	15

Este estudio determinó que el 66% de las empresas analizadas requieren mejorar sus procesos para alcanzar un nivel satisfactorio en la calidad de sus productos de software. La tabla 1.7 muestra que la

gran mayoría de las empresas encuestadas en México se encuentran en niveles inferiores al índice agregado general de 0.9 en CMMI, lo que significa que estas empresas están realizando los procesos de manera “incompleta”. [2]

Tabla 1.7. Índices de madurez (CMMI) en las empresas de México [2]

Nivel total de Madurez CMMI	Empresas Pequeñas	Empresas Grandes	Total
0 a 0.9	61	5	66
0.91 a 1.9	14	2	16
2 a 2.9	8	2	10
3 a 5	9	0	9

1.1.3. Industria del Software en Ecuador

No hay dudas respecto a que en los últimos años ha existido una creciente penetración de la tecnología en todos los ámbitos de la sociedad en nuestro país, así como tampoco hay duda alguna sobre el hecho de que el sector de TI es uno de los que más rápidamente ha crecido en la economía en años anteriores, tendencia que, en principio, continuaría observándose en los próximos años. Este crecimiento del sector de TI se lo puede observar en varios aspectos como el incremento que se ha evidenciado recientemente en las exportaciones de productos de software que produce Ecuador, y que

por supuesto ha generado que nuestro país obtenga un reconocimiento en mercados internacionales.

Un punto de gran importancia que se debe tener en cuenta dentro de este mercado es que los ingresos generados por el desarrollo de productos de software provienen, en su gran mayoría, de la venta de licencias para uso de un determinado software dentro de una organización o a nivel individual.

Se puede dividir al segmento de productos de software en dos grandes grupos: soluciones empresariales y productos empaquetados de mercado masivo. La gran diferencia entre ambos grupos va más allá del mercado al cual se dirigen, la diferencia sustancial entre un producto de mercado masivo y una solución empresarial radica en que esta última siempre exige, en mayor o menor medida de acuerdo a su complejidad, algún grado de personalización o adaptación a los requerimientos específicos de la organización en la cual va a ser implementada. En este último caso la “puesta en marcha” de la aplicación suele implicar una inversión importante en términos de tiempo y dinero.

En este apartado analizaremos un estudio realizado por La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) a través del proyecto VLIR-ESPOL en el año 2003, el cual consistía en un proyecto de

investigación y desarrollo tecnológico, el mismo que estuvo orientado hacia el trabajo con la industria del software en el Ecuador para la difusión, uso y evaluación de diferentes técnicas que garanticen la calidad en el proceso de desarrollo de software. [3]

En el Ecuador existen aproximadamente 160 empresas distribuidas de la siguiente manera: 36 en Guayaquil, 98 en Quito y 26 en Cuenca; y en esta investigación se entrevistaron a 13 empresas en Guayaquil, 47 en Quito y 17 en Cuenca. Las cuales fueron clasificadas según su tamaño. [3]

Tabla 1.8. Empresas según Ciudad y Tamaño [3]

	Total		Emp. Pequeñas		Emp. Medianas		Emp. Grandes	
	No. emp.	%	No. emp.	%	No. emp.	%	No. emp.	%
Guayaquil	13	16.9	8	61.5	4	30.7	1	7.8
Cuenca	17	22	15	88.2	2	11.8	0	0
Quito	47	61.1	19	40.4	24	51	4	8.6
Total	77	100.0	42	54.7	30	38.9	5	6.4

Acerca del conocimiento y uso de estándares de calidad en el desarrollo de software. En esta investigación se obtuvo que el 94.8% de las empresas encuestadas dijeron conocer acerca de ISO 9001, el 48% acerca de MSF y el 29.8% acerca de CMM. Los indicadores más importantes en este estudio son los vinculados a la utilización de normas de calidad en las empresas. El 36.3% de las empresas encuestadas utilizan estándares de calidad en el desarrollo de software de los cuales sólo el 24.6% corresponde a estándares internacionalmente reconocidos. También se encontró que el 37.6% de las empresas estudiaban la posibilidad de implantar estándares o normas de calidad. La norma ISO 9001 es la más conocida por las empresas ya que dicho estándar asegura que actividades tales como el compromiso de la dirección, evaluación del estado actual, planeación cuidadosa, diseño, desarrollo, operación, monitoreo del progreso y buena administración del proyecto sean realizados en el proceso integral del desarrollo de software. Y finalmente el 48% de las empresas conocen los múltiples beneficios proporcionados por las normas MSF. **[3]**

Tabla 1.9. Familiaridad y Estado de Uso de estándares de calidad según

Tamaño de las empresas desarrolladoras [3]

	Total		Emp. Pequeñas		Emp. Medianas		Emp. Grandes	
	No. Emp	%	No. Emp	%	No. Emp	%	No. Emp	%
Conocimiento								
ISO 9001	73	94,8	39	92,8	30	100	4	80
CMM	23	29,8	7	16,6	13	43,3	3	60
MSF	37	48	18	42,8	16	53,3	3	60
Estado de Uso								
Son utilizados	28	36,3	12	28,5	13	43,3	3	60
En el pasado se utilizaron	2	2,5	0	0	2	6,6	0	0
Actualmente en estudio	29	37,6	16	38	11	36,6	2	40
En el pasado estuvo en estudio	3	3,8	2	4,7	1	3,3	0	0
Nunca han utilizado	18	23,3	12	28,5	6	20	0	0

La tabla 1.9 muestra que 28 empresas utilizan alguna norma de calidad para el desarrollo de software, de las cuales sólo una empresa grande usa ISO 9001 y el resto CMM, MSF y otras normas no catalogadas en el cuestionario, como son: Personal Software Process, Rational Unified Process, entre otros. Son pocas las empresas que utilizan, utilizaron o piensan utilizar estándares de calidad para el desarrollo de software. [27]

En cuanto al nivel de exportaciones, este estudio presentó los siguientes resultados:

Tabla 1.10. Presencia nacional e internacional según tamaño de empresas desarrolladoras. [3]

	Nacional	%	Nacional e Internacional	%	Nivel de exportación
Pequeña	33	78,5	9	21,5	25,5
Mediana	14	46,7	16	53,3	22,06
Grande	2	40	3	60	88,3
	49	63,6	28	36,4	

En la tabla 1.10 se puede observar que son las empresas grandes las que más exportan sus productos. Mientras que las empresas pequeñas tienen un nivel de exportación ligeramente mayor al de las empresas medianas.

1.2. Justificación de la tesis.

Hemos enfocado esta tesis a los clientes, para conocer más a fondo a esta parte primordial del mercado de software, pero también hemos caído en cuenta de que se está presentando un gran fenómeno en torno a las metodologías de aseguramiento de calidad para productos de software, lo que ha provocado que cada vez más, estas metodologías sean más importantes en la búsqueda de productos de software de calidad.

Además de esto, los clientes no tienen buenas referencias acerca de las empresas desarrolladoras de software, se tiene una imagen de que éstas en su gran mayoría incumplen con los contratos, al no entregar sus productos a tiempo y que estos productos no se ajustan a los

requerimientos establecidos por el cliente. Es por esto que hemos creído importante centrar nuestra investigación hacia el análisis de los modelos de calidad de software que actualmente se encuentran disponibles y orientar esta información hacia la obtención de un conocimiento relativo desde el punto de vista de los clientes. Además otro objetivo muy importante de este estudio es evaluar el nivel de conocimiento que poseen las empresas sobre aseguramiento de calidad de software, ya que información sobre esto existe en grandes cantidades y cada vez cobra más importancia dentro del desarrollo de software.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Calidad de Software

Dado que el software es inmaterial, entonces la calidad de software es intangible, pero a pesar de esto se tienen ciertas pautas para determinar la calidad de un software; entre estas pautas tenemos: **[4]**

- Que el software en cuestión, se acerque a tener cero defectos.
- Que se haya cumplido con todos los requisitos intrínsecos y expresos.
- Que se logre alcanzar la satisfacción del cliente.

Aunque la calidad es un objetivo importante para cualquier producto, no debemos olvidar que todos los productos, y también los productos de software, se construyen para ser utilizados. Por tanto, el principal objetivo de un producto es satisfacer una necesidad (o varias) de un usuario y, por consiguiente, ofrecer al usuario algún beneficio por su utilización. Es decir, la calidad no es el objetivo último del producto, sino satisfacer las necesidades de un cliente. También es importante señalar que esto implica que la calidad de un producto software no se puede referir únicamente a obtener un producto sin errores.

A la hora de abordar la calidad en productos de software, hay que tener en cuenta un conjunto de características que hace que el software sea un producto peculiar: **[4]**

- El software se desarrolla, no se fabrica en el sentido clásico del mismo.
- Se trata de un producto lógico, sin existencia física.
- No se degrada con el uso.
- Por la complejidad del software y la ausencia de controles adecuados, se suele entregar el software conscientemente con defectos (incluso públicamente declarados).
- Un gran porcentaje de la producción se hace aún a medida en vez de emplear componentes existentes y ensamblar.
- Es muy flexible. Se puede cambiar con facilidad e incluso reutilizar fragmentos.

2.1.1. Concepto de calidad de Software

Basándonos en lo antes mencionado se puede decir que, la calidad de software es el conjunto de cualidades que lo caracterizan y que determinan su utilidad y existencia. La calidad es sinónimo de eficiencia, flexibilidad, corrección, confiabilidad, mantenibilidad, portabilidad, usabilidad, seguridad e integridad.

La calidad del software es medible y varía de un sistema a otro o de un programa a otro. Un software elaborado para el control de naves espaciales debe ser confiable al nivel de "cero fallas", un software hecho para ejecutarse una sola vez no requiere el mismo nivel de calidad, mientras que un producto de software para ser explotado

durante un largo período (10 años o más), necesita ser confiable, mantenible y flexible para disminuir los costos de mantenimiento y perfeccionamiento durante el tiempo de explotación. [4]

La calidad del software puede medirse después de elaborado el producto. Pero esto puede resultar muy costoso si se detectan problemas derivados de imperfecciones en el diseño, por lo que es imprescindible tener en cuenta tanto la obtención de la calidad como su control durante todas las etapas del ciclo de vida del software.

Otros autores definen la calidad de software como la concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, y con las características implícitas que se esperan del software. [4]

A partir de esta definición vale la pena señalar que la calidad es afectada por el incumplimiento de los requisitos del cliente y por la no consideración de los requisitos implícitos. Hay que tomar en cuenta que pocas veces el cliente está en condiciones reales de explicitar todo lo que se puede esperar del producto, muchas veces por desconocimiento y otras por la asunción tácita de muchas funcionalidades.

Hay que aclarar que los requisitos establecidos explícitamente se reflejan en el documento de especificación de requisitos del sistema, mientras que los requisitos implícitos no aparecen en el documento de especificación de requisitos del sistema. Si se cumplen los explícitos y no los implícitos, la calidad del software queda en entredicho.

2.1.2. Sistema de calidad

El trabajo para la mejora de la calidad tiene distintos ámbitos de actuación: **[5]**

- Nivel individual.
- Nivel de empresa u organización.
- Nivel de proyecto.

La gestión de la calidad a nivel de empresa u organización consiste en la creación de una estructura organizativa apropiada para fomentar el trabajo por la calidad de todas las personas y departamentos de la empresa. Hay que tener en cuenta que para ser útil, un sistema de calidad debe: **[5]**

- Ser eficaz, comprendido por todos.
- Ofrecer confianza en satisfacer las necesidades de los clientes.
- Poner énfasis en prevenir en lugar de detectar.

Un sistema de calidad consta de dos partes: **[5]**

1. **Documentación:** En la que se describe el sistema, procedimientos, etc. ajustándose a una norma:

a. Manual de calidad: Descripción del sistema que sirve de referencia permanente en la aplicación del sistema. También se debe describir el sistema de gestión de calidad para servir como referencia al implantar el sistema.

b. Procedimientos de calidad: Instrucciones específicas para ciertas actividades o procesos.

c. Registros de datos sobre calidad: Pretenden almacenar datos sobre las actividades relacionadas con la calidad o sobre la evaluación de los productos.

2. **Parte práctica:** Que tiene dos vertientes:

a. Aspectos físicos (locales, herramientas, ordenadores,...)

b. Aspectos humanos: formación del personal a todos los niveles, creación y coordinación de equipos de trabajo.

El desarrollo del software se suele organizar en proyectos. En cada proyecto de desarrollo se deben aplicar las directrices de calidad fijadas a nivel de la organización. Para ello es imprescindible la adaptación de las mismas a las condiciones de cada proyecto. Las directrices contenidas en el sistema de calidad deben adecuarse a cada uno de los proyectos. Para adaptar las directrices marcadas por los sistemas de calidad a cada proyecto particular, hay que generar un

plan específico de calidad: Plan de aseguramiento de la calidad. El plan de aseguramiento debe contener: **[5]**

- Objetivos de calidad del proyecto y enfoque para su consecución.
- Documentación referenciada en el plan.
- Gestión del aseguramiento de la calidad.
- Documentación de desarrollo y de control o de gestión.
- Estándares, normas y prácticas que hay que cumplir.
- Actividades de revisión y auditorías.
- Gestión de la configuración del software.
- Informes de problemas.
- Herramientas, técnicas y métodos de apoyo.
- Control del código, de los equipos y de los suministradores.
- Recolección, mantenimiento y almacenamiento de datos sobre la documentación de las actividades de aseguramiento de la calidad realizadas.

2.2. Estándares de calidad de Software

La obtención de un software con calidad implica la utilización de metodologías o procedimientos estándares para el análisis, diseño, programación y prueba del software que permitan uniformar la filosofía de trabajo, en aras de lograr una mayor confiabilidad, mantenibilidad y facilidad de prueba, a la vez que eleven la productividad, tanto para la labor de desarrollo como para el control de la calidad del software. En

este contexto, la gestión de la calidad se puede entender como el conjunto de actividades y medios necesarios para definir e implementar un sistema de la calidad, y responsabilizarse de su control, aseguramiento y mejora continua. [5]

2.2.1. ISO 9000

Con el objetivo de estandarizar los sistemas de calidad de las diferentes empresas y sectores, se publican las normas ISO 9000, que son un conjunto de normas editadas y revisadas periódicamente por la Organización Internacional de Estandarización (ISO) sobre la garantía de calidad de los procesos.

La serie de normas de ISO 9000 consta de requisitos y directrices que permiten establecer y mantener un sistema de calidad en la compañía. En lugar de dictar especificaciones para el producto final, ISO 9000 se centra en los procesos sustantivos, es decir, en la forma en que se produce. Las normas ISO 9000 requieren de sistemas documentados que permitan controlar los procesos que se utilizan para desarrollar y fabricar los productos. Estos tipos de normas se fundamentan en la idea de que hay ciertos elementos que todo sistema de calidad debe tener bajo control, con el fin de garantizar que los productos y servicios se fabriquen en forma consistente y a tiempo. Cabe recalcar que ISO 9000 no normaliza el sistema de gestión de calidad, ya que esto depende del tipo de sector, tamaño de la empresa, organización

interna, etc. sino que normaliza las verificaciones que se han de realizar sobre el sistema de calidad. **[6]**

La serie ISO 9000 fue creada por comités integrados por representantes de 27 países, los cuales a su vez se encargan de revisarlas y mantenerlas actualizadas. Ha sido adoptada por más de 90 países alrededor del mundo como la norma de mayor aceptación que establece requisitos para los sistemas de calidad. De esta manera, se consolida a nivel internacional la normativa de la gestión y control de calidad. **[6]**

A continuación se presentan las ventajas de aplicar el estándar ISO 9000 dentro de una organización: **[6]**

- Es un factor competitivo para las empresas.
- Proporciona confianza a los clientes.
- Ahorra tiempo y dinero, evitando re-certificar la calidad según los estándares locales o particulares de una empresa.
- Se ha adaptado a más de 90 países e implantado a todo tipo de organizaciones industriales y de servicios, tanto sector privado como público.
- Proporciona una cierta garantía de que las cosas se hacen tal como se han dicho que se han de hacer.

A continuación se presentan las desventajas de aplicar el estándar ISO 9000 dentro de una organización: **[6]**

- Es costoso.
- Muchas veces se hace por obligación.
- Es cuestión de tiempo que deje de ser un factor competitivo.
- Hay diferencias de interpretación de las cláusulas del estándar.
- No es indicativa de la calidad de los productos, procesos o servicio.
- Hay mucha publicidad engañosa.

2.2.2. ISO 9001

La norma ISO 9001 elaborada por la Organización Internacional para la Estandarización, especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, para certificación o con fines contractuales. Se centra en la eficacia de la gestión de la calidad para dar cumplimiento a los requisitos del cliente. Esta norma internacional no incluye requisitos específicos de otros sistemas de gestión, tales como aquellos particulares para la gestión ambiental, gestión de la seguridad y salud ocupacional, gestión financiera o gestión de riesgos. Sin embargo esta norma internacional permite a una organización integrar o alinear su propio sistema de gestión de la calidad con requisitos de sistemas de gestión relacionados. **[7]**

Otra novedad que presenta es el concepto de mejora continua. Se insiste en que el sistema de gestión de la calidad tiene que ser algo dinámico que se va enriqueciendo continuamente alimentado por la satisfacción e insatisfacción de los clientes y por sus diferentes demandas a lo largo del tiempo. Ya no habrá sitio para sistemas de gestión estáticos que, aun hoy en día, abundan. [7]

Este estándar tiene aplicación en aquellas compañías que diseñan, fabrican y dan servicios sobre sus productos. Consta de 20 "cláusulas", cada una de las cuales establecen los requisitos para las diferentes áreas de su sistema de calidad. [8]

1. Responsabilidad de la Dirección

La dirección es la principal responsable de una organización. La dirección de la organización debe revisar en forma regular los resultados del sistema de calidad.

2. Sistema de Calidad

La dirección deberá definir y documentar su política y objetivos de calidad para asegurar el compromiso con la calidad y con los requerimientos mínimos de ISO 9000. Es necesario tener un manual que incorpore la norma ISO 9000 y así mismo haga referencia a los procedimientos que se emplean para cumplir con la norma.

3. Revisión del contrato

Es preciso contar con un sistema documentado que define como se comunicarán y ejecutarán los cambios al cliente y a la propia organización interna.

4. Control de diseño

Es preciso tener procedimientos documentados que aseguren que los diseños de los productos cumplen con los requerimientos de los clientes.

5. Control de los documentos y de los datos

Todos los documentos y datos requerirán de la aprobación de una persona autorizada. Es necesario autorizar de manera formal a tales personas y estas deberán ser capaces de evaluar la validez del documento.

6. Compras

Llevar a cabo las operaciones de compra de forma sistemática para asegurar que se obtienen los materiales apropiados para los requerimientos específicos de la organización.

7. Control de los productos suministrados por los clientes

Se deberán establecer procedimientos para la inspección, almacenamiento, manejo y mantenimiento de los materiales que el cliente proporciona.

8. Identificación y rastreabilidad de los productos

La evaluación de un producto deberá incluir un método de revisión documentado y formal, la organización deberá mantener los registros

de evaluación de un producto y un listado formal de aquellos que satisfacen este proceso documentado.

9. Control de los procesos

Se refiere al proceso global de producir un artículo y el método por el cual se controla y asegura que se siguen los procesos. El equipo y herramientas que utilicen los empleados deberán contar con las instrucciones de operación y planes de mantenimiento apropiados.

10. Inspección y ensayos

Abarca las pruebas de los materiales que se desplazan por los procesos, así como la inspección final del producto. Las operaciones de prueba deberán realizarse de acuerdo con los procedimientos documentados y apoyarse con registros que indiquen el estado del material y la condición satisfactoria de todos los requerimientos antes del lanzamiento del producto.

11. Control de los equipos de inspección, medición y ensayo

Es preciso asegurar el mantenimiento, revisión y control de todos los equipo de prueba, calibración y cualquier otro, incluyendo moldes, accesorios, plantillas, patrones y programas de computación. Se deberán cumplir los puntos: Identificar la medición a realizar, identificar y calibrar todos los equipos de pruebas a intervalos regulares de tiempo o uso.

12. Estado de inspección y ensayo

A medida que los productos recorren las diversas áreas de prueba, el material y los productos deberán portar la identificación referente a su estado.

13. Control de los productos no conformes

Se debe realizar una lista de los productos que no han logrado una respuesta correcta por parte del cliente, y enfocarse a la mejora de dichos productos.

14. Acciones correctivas y preventivas

La norma pide que las personas involucradas enfrenten los problemas de manera sistemática.

15. Manipulación, almacenamiento, embalaje, preservación y entrega

La norma exige revisar los pedidos de los clientes antes de aceptarlos. La norma dicta que es preferible un pedido por escrito. Independientemente de la revisión de un pedido de cliente por parte de una persona autorizada, es preciso mantener un registro del pedido y de su revisión. La norma exige realizar una inspección y una prueba completa del producto final, deberán verificar que los datos estén conformes con las especificaciones del producto según las define el plan de calidad. También se exige retener el producto y posponer el envío de este hasta haber concluido todas las inspecciones y verificar que el producto cumple con todas las especificaciones. El registro deberá indicar quien autorizó el envío del producto.

16. Control de los productos

Consiste en llevar un control completo de todos los productos que se encuentran a disposición de los clientes.

17. Auditorías internas de la calidad

La dirección deberá mantener una verificación interna para el propósito primario de realizar una auditoría interna. El personal de la auditoría deberá contar con la capacitación apropiada para las actividades de verificación. Es necesario realizar estas auditorías al menos una vez al año.

18. Adiestramiento

Es necesario identificar una autoridad capaz de administrar y verificar que los trabajos que influyen en la calidad se realizan en la forma que los documenta el sistema de calidad.

19. Servicios posventa

Consiste en todos aquellos servicios que se les proporciona a los clientes una vez que han adquirido algún producto.

20. Técnicas estadísticas

Es importante llevar estadísticas completas y detalladas acerca de todos los aspectos relacionados con los productos que fueron puestos a disposición de los clientes.

2.2.3. ISO 9126

Denominado Evaluación de Productos Software: Características de calidad y guías para su uso. Este estándar descompone la calidad en seis factores o atributos claves que son los siguientes: **[9]**

- **Funcionalidad:** Grado en que el software satisface las necesidades. Está referida por los siguientes sub atributos: idoneidad, corrección, interoperabilidad, conformidad y seguridad.
- **Confiabilidad:** Cantidad de tiempo que el software está disponible para su uso. Está referido por los siguientes sub atributos: madurez, tolerancia a fallos y facilidad de recuperación.
- **Usabilidad:** Grado en que el software es fácil de usar. Viene reflejado por los siguientes sub atributos: facilidad de comprensión, facilidad de aprendizaje y operatividad.
- **Eficiencia:** Grado en que el software hace óptimo el uso de los recursos del sistema. Está indicado por los siguientes sub atributos: tiempo de uso y recursos utilizados.
- **Facilidad de mantenimiento:** La facilidad con que una modificación puede ser realizada. Está indicada por los siguientes sub atributos: facilidad de análisis, facilidad de cambio, estabilidad y facilidad de prueba.
- **Portabilidad:** La facilidad con que el software puede ser llevado de un entorno a otro. Está referido por los siguientes sub atributos: facilidad de instalación, facilidad de ajuste, facilidad de adaptación al cambio.

2.2.4. Otros Estándares

Otros estándares relevantes para la industria del software son: **[9]**

ISO 9000-3: Éste es un documento específico que interpreta el ISO 9001 para el desarrollador de software.

ISO 9004-1: Gestión de la calidad y elementos del sistema de calidad.

ISO 9004-2: Este documento proporciona las directrices para el servicio de facilidades del software, como soporte de usuarios.

ISO 8402: Gestión de la calidad y garantía de la calidad.

ISO 12207: Procesos del ciclo de vida del software.

ISO/IEC 9126: Características de la calidad de un producto de software.

ISO/IEC 12119: Productos de software: Evaluación y prueba.

ISO/IEC 14102: Guía para la evaluación y selección de herramientas CASE.

2.3. Métricas

2.3.1. Concepto de métricas

Para controlar la calidad del software es necesario, ante todo, definir los parámetros, indicadores o criterios involucrados dentro de un proceso de medición.

Por término general, para la evaluación de la calidad, es más habitual centrarse en medidas del producto que en medidas del proceso. Una métrica es una asignación de un valor a un atributo (tiempo,

complejidad, etc.) de una entidad software, ya sea un producto (por ejemplo el código) o un proceso (por ejemplo las pruebas). **[10]**

Las cualidades para medir la calidad del software son definidas por innumerables autores, los cuales las denominan y agrupan de formas diferentes. Otros autores identifican la calidad con el nivel de complejidad del software y definen dos categorías de métricas: de complejidad de programa o código, y de complejidad de sistema o estructura.

Una vez seleccionados los índices de calidad, se debe establecer el proceso de control, que requiere los siguientes pasos:

- Definir el software que va a ser controlado: Clasificación por tipo, esfera de aplicación, complejidad, etc. de acuerdo con los estándares establecidos para el desarrollo del software.
- Seleccionar una medida que pueda ser aplicada al objeto de control. Para cada clase de software es necesario definir los indicadores y sus magnitudes.
- Crear o determinar los métodos de valoración de los indicadores: Métodos manuales como cuestionarios o encuestas estándares para la medición de criterios periciales y herramientas automatizadas para medir los criterios de cálculo.

- Definir las regulaciones organizativas para realizar el control: Quiénes participan en el control de la calidad, cuándo se realiza, qué documentos deben ser revisados y elaborados, etc.

Basado en lo antes mencionado podemos concluir que si se quiere obtener calidad, entonces no se puede dejar de lado la medición, es por este motivo que en el campo de la calidad de software, la definición de métricas es esencial si se desea entregar un producto de calidad acorde a la necesidades de los clientes y sobretodo un producto con alto grado de fiabilidad.

2.3.2. Clasificación de métricas.

Las métricas pueden clasificarse de la siguiente manera: **[10]**

- **Métricas de producto.**

Este tipo de métricas se enfocan en los aspectos presentes en el producto final y son aplicables una vez que se ha finalizado el proceso de desarrollo del producto en cuestión.
- **Métricas de proceso.**

Son aquellas que van encaminadas a la medición de los procesos, y nos proporcionan resultados que mejorarán la calidad de los procesos para que nos conduzcan a un mejor resultado.
- **Métricas basadas en atributos internos del producto.**
 - Métricas de estructuración de un programa.

- Métricas de complejidad.
- Métricas de cobertura de pruebas.
- Métricas de calidad del diseño.
- **Métricas basadas en atributos externos del producto.**
 - Métricas de portabilidad.
 - Métricas de defectos.
 - Métricas de usabilidad.
 - Métricas de mantenibilidad.
 - Métricas de fiabilidad.
- **Métricas basadas en código fuente.**
 - Número de líneas de código.
 - Número de líneas de comentario.
 - Número de instrucciones.
 - Densidad de documentación.
- **Métricas basadas en estructura de diseño.**
 - Relacionadas con el control intramodular.
 - Relacionadas con el acoplamiento entre clases.
- **Métricas para sistemas orientados a objetos.**
 - Acoplamiento.
 - Herencia.
 - Cohesión.

2.3.3. Ejemplo de métricas

En este punto hemos querido presentar un ejemplo concreto de métricas, que sirva para tener una referencia de hacia dónde deben ir orientadas las métricas, o dicho de otra manera hacia qué aspectos se debe enfocar la medición.

Un ejemplo de métricas son las que McCall definió en su modelo: McCall propone para las métricas asociadas al software un nivel de evaluación entre cero (0) y diez (10) como medidas. Además, aclara que las métricas y la evaluación son procesos subjetivos. Los elementos que se pueden tener en cuenta para la evaluación son: **[11]**

- **Auto documentación** – Que el archivo ejecutable entregue documentación significativa.
- **Compleitud** – Implementación de las funciones requeridas.
- **Concisión** – Programa deber ser compacto en líneas de código.
- **Consistencia** – Uso de métodos de diseño y técnicas de documentación a través del desarrollo.
- **Eficiencia en la ejecución** – Medida del tiempo de ejecución.
- **Estandarización de los datos** – Manejar tipos abstractos de datos (TAD) a través del programa.
- **Exactitud** – Precisión en cálculos y control.
- **Facilidad de auditoría** – Comprobar la conformidad con los estándares.

- **Facilidad de expansión** – Facilidad de ampliar diseños arquitectónicos, de datos o procedimientos.
- **Facilidad de operación** – Facilidad con la que el usuario puede operar el sistema.
- **Facilidad de seguimiento** – Realizar ingeniería en reversa. Facilidad de regresar a los requerimientos.
- **Formación** – Debe poseer un buen sistema de ayudas para que los nuevos usuarios apliquen el sistema.
- **Generalidad** – Amplitud de aplicación potencial de los componentes del programa. Es decir, que los módulos creados puedan ser útiles en otras aplicaciones del mismo tipo, o aplicaciones que manejen tipos de datos semejantes.
- **Independencia del hardware** – Que los diseños sean independientes de la máquina o máquinas que se tienen destinadas para el software.
- **Independencia del sistema de software** – Hasta donde el programa es independiente de la plataforma de desarrollo.
- **Instrumentación** – En qué grado el programa muestra funcionamiento e identifica errores.
- **Modularidad** – División del programa en componentes funcionales.
- **Normalización de las comunicaciones** – Que tanto se usen estándares, interfaces, protocolos, entre otros elementos que pueden ser de importancia.

- **Seguridad** – Protección contra usuarios no registrados.
- **Simplicidad** – El sistema de información debe ser fácil de entender.
- **Tolerancia de errores** – Que tanto se pierde al ocurrir un daño grave.

2.4. Técnicas y Modelos de Aseguramiento de calidad de software

Antes de pasar a la descripción de cada uno de los modelos y técnicas de aseguramiento de calidad de software, hay que decir que un modelo de calidad de software está formado por un conjunto de prácticas que son beneficiosas para el ciclo de vida del software, y que además dichas prácticas se enfocan a los procesos de gestión y desarrollo de los proyectos. Pero a pesar de que los modelos y técnicas de aseguramiento de calidad nos dicen qué hacer y cómo hacer para garantizar la calidad del sistema, hay que tener en cuenta que también existe dependencia de los objetivos propios del negocio, habiendo dicho todo esto, he aquí los modelos y técnicas para aseguramiento de calidad de software:

2.4.1 Modelo de Boehm

En esencia este modelo define a la calidad de software de manera cualitativa a través de un conjunto de atributos y métricas dadas. También presenta una estructura jerárquica que gira en torno a las características de alto nivel, de nivel intermedio y de nivel primitivo, cada una de las cuales contribuye a la calidad. **[12-13]**

Las características de alto nivel representan a los requerimientos básicos de alto nivel. Estas características direccionan tres importantes preguntas que los compradores de software tienen:

[12-13]

Utilidad: ¿Cuán bien se puede utilizar el sistema?

Mantenimiento: ¿Cuán fácil es entender, modificar y volver a probar el sistema?

Portabilidad: ¿Puedo seguir usando este sistema aún si cambio de ambiente?

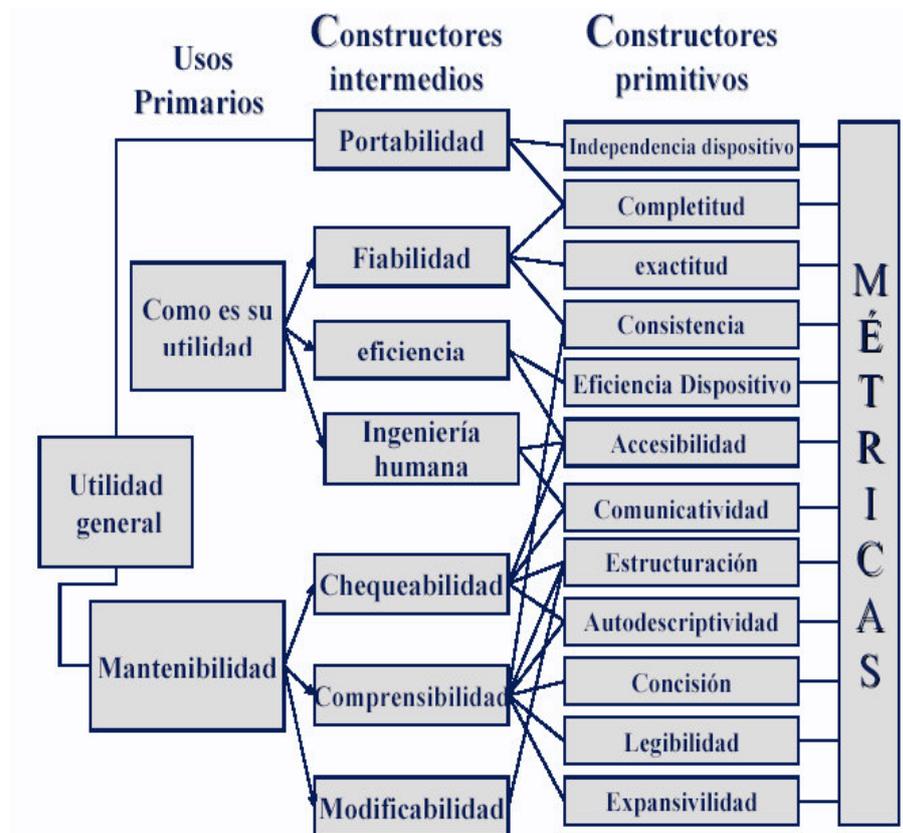
Las características de nivel intermedio representan los siete factores de calidad de Boehm, que juntos representan la calidad que se espera del sistema: **[12-13]**

Portabilidad, Confiabilidad, Eficiencia, Usabilidad, Fácil de entender, Fácil de probar, Flexibilidad.

Las características del nivel más bajo de la jerarquía de Boehm hacen referencia a las características primitivas, las cuales proveen de fundamento para definir las métricas de calidad. **[12-13]**

Los componentes o constructores del modelo se centran en el producto final. Se identifican características de calidad desde el punto de vista del usuario. **[12-13]**

Figura 2.1. Modelo de Boehm [12-13]



2.4.2 Modelo de McCall

Similar al modelo Boehm, pero en éste se ha introducido un mayor grado de descomposición en cada nivel. Este modelo une a los usuarios con los desarrolladores a través del enfoque en un número de factores que influyen en la calidad de software y que a su vez estos factores reflejan las prioridades de ambos, usuarios y desarrolladores.

[14-16]

Descompone el concepto de calidad en tres usos o capacidades importantes para un producto de software: [14-16]

- Operación.

- Revisión.
- Transición.

Cada capacidad se descompone en una serie de factores que determinan la calidad en cada una de ellas: **[14-16]**

- Operación del Producto.
 - Facilidad de Uso, por parte de los usuarios del sistema.
 - Integridad, para proteger al programa de accesos que no han sido autorizados.
 - Eficiencia, en la ejecución del programa y en la utilización de recursos por parte del mismo.
 - Corrección o exactitud.
 - Fiabilidad, es decir que el sistema no falle.
- Revisión del producto.
 - Facilidad de prueba, para asegurar que el programa se encuentra libre de errores y conoce las especificaciones de los usuarios.
 - Facilidad de Mantenimiento, que consiste en el esfuerzo requerido para localizar y arreglar una falla que se presente en el programa dentro del ambiente operacional.
 - Flexibilidad. Consiste en la facilidad de realizar cambios requeridos.
- Transición del Producto.

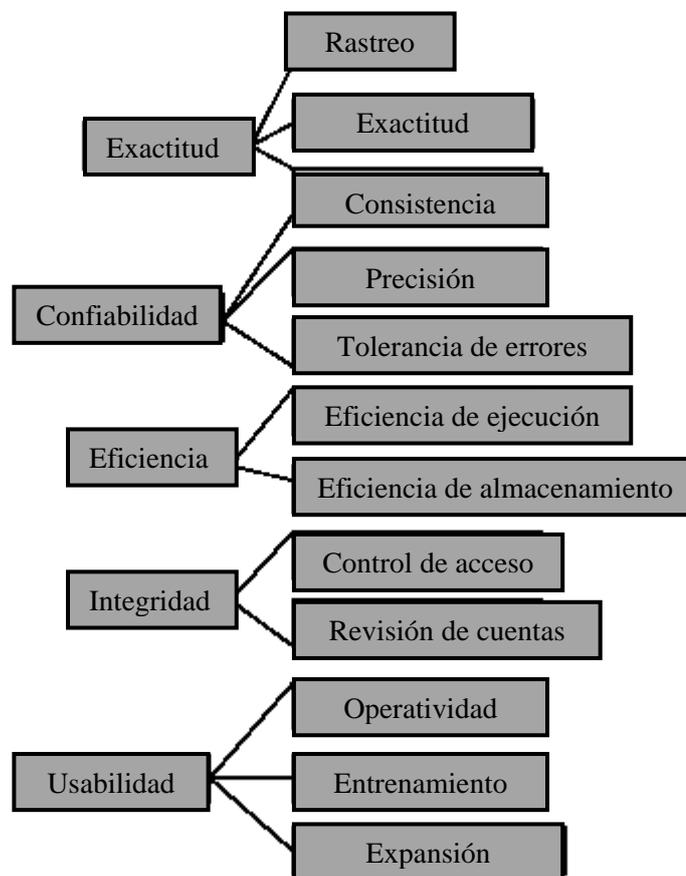
- Reusabilidad, para volver a usar un software en un contexto diferente.
- Portabilidad, consiste en el esfuerzo requerido para transferir un programa de un ambiente a otro.
- Interoperabilidad, consiste en el esfuerzo requerido para unir a un sistema con otro.

Cada factor determinante de la calidad se descompone, a su vez, en una serie de criterios o propiedades que determinan su calidad. Los criterios pueden ser evaluados mediante un conjunto de métricas. Para cada criterio deben fijarse unos valores máximo y mínimo aceptables para cada criterio. [14-16]

Figura 2.2. Modelo de calidad de McCall (también llamado triángulo de McCall) organizado en base a los tres tipos de características antes mencionados. [14-16]

Este modelo también puede ser detallado en base a la jerarquía de factores criterios y métricas. [14-16]

Figura 2.3. Modelo de McCall ilustrado a través de la jerarquía de factores de calidad (parte izquierda de la figura) y relacionado con los criterios de calidad (parte derecha de la figura) [14-16]



Los factores de calidad describen los diferentes tipos de características de comportamiento del sistema, y los criterios de calidad son los atributos de uno o más factores de calidad. Las métricas de calidad en cambio apuntan a capturar algunos de los aspectos de los criterios de calidad. [14-16]

La idea detrás de este modelo es que los factores de calidad deben de proveer una figura completa de la calidad de software. Las métricas pueden ser sintetizadas por criterio de calidad, por factor de calidad o por producto o servicio. **[14-16]**

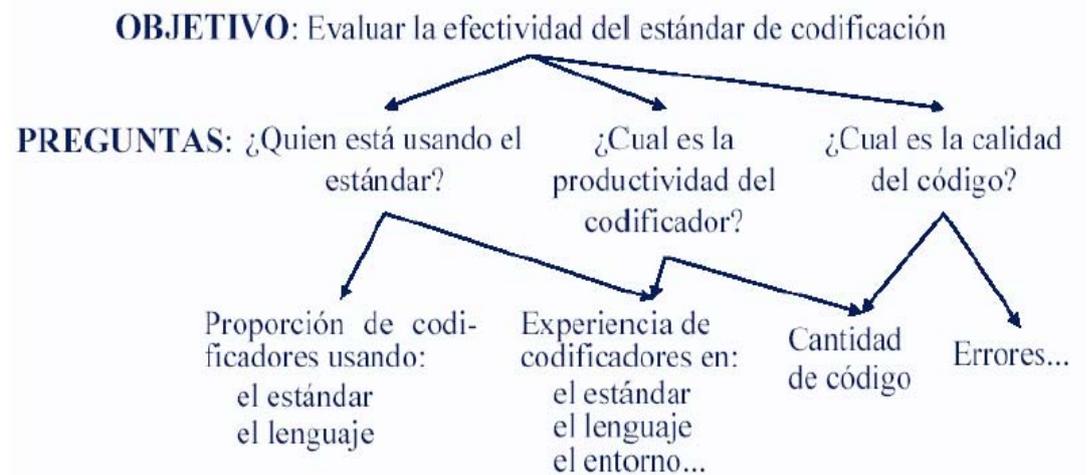
2.4.3 Paradigma GQM

Se basa en la mejora de la definición clara de procesos y productos. Proporciona la estructura para obtener los objetivos cruciales del proyecto. El paradigma GQM tiene como principal objetivo obtener mediciones específicas acerca de los objetivos del negocio. En la figura 2.4 se observa la estructura del paradigma GQM. **[17]**

Consta de tres etapas: **[17]**

- Lista de objetivos principales en el desarrollo y mantenimiento del proyecto. Para cada objetivo se debe obtener las preguntas que deben contestarse para saber si se están cumpliendo los objetivos. Aquí es donde se debe identificar los objetivos del negocio, y estos objetivos deben ser divididos en objetivos más pequeños y fáciles de manejar a los cuales se les va a aplicar las preguntas.
- Decidir qué medir para poder contestar las preguntas de forma adecuada.
- Las medidas individuales obtenidas se relacionan para poder ser utilizadas en el contexto del proyecto completo.

Figura 2.4. Diagrama del Paradigma GQM [17]



2.4.4 FURPS

El modelo de FURPS fue presentado por Robert Grady, y su nombre viene dado por lo siguiente: [18-20]

Funcionalidad: Lo cual incluye conjuntos, capacidades y seguridad.

Usabilidad: Incluye factores humanos, consistencia en la interfaz, ayuda en línea y sensitiva al contexto, material de entrenamiento, documentación del usuario y agentes.

Reliability (Confiabilidad): Incluye frecuencia y severidad de fallos, capacidad de recuperación, capacidad de predecir fallos, exactitud y tiempo entre fallos.

Performance (Rendimiento): Impone condiciones sobre los requerimientos funcionales como velocidad, eficiencia, disponibilidad, tiempo de respuesta, tiempo de recuperación, uso de recursos, exactitud y salidas.

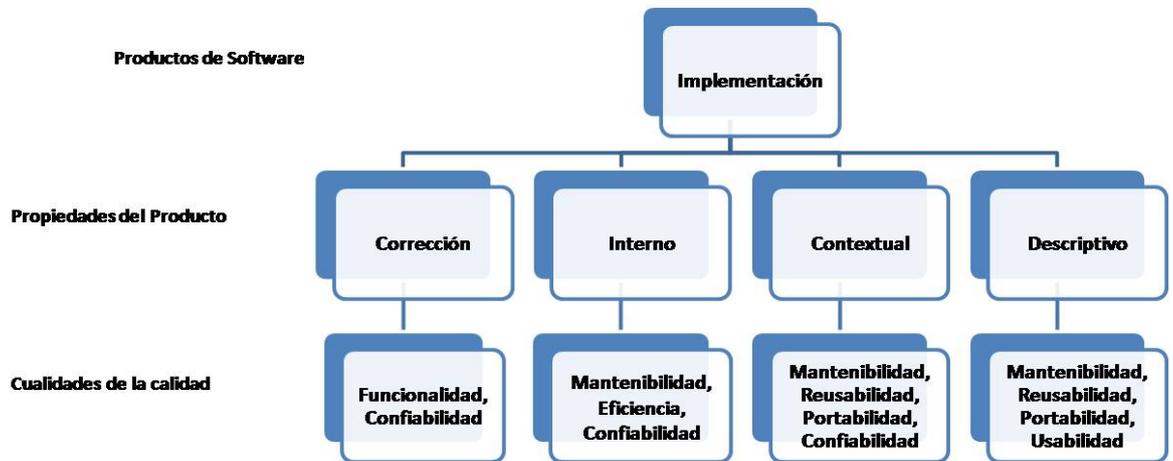
Soporte: Incluye las capacidades de prueba, de extensión, de adaptación, de mantenimiento, de compatibilidad, de configuración, de servicio, de instalación y de internacionalización.

Las categorías de este modelo son de dos tipos: Funcionales y No Funcionales. Estas categorías pueden ser usadas tanto como requerimientos del producto, como obligaciones de la calidad del producto. **[18-20]**

2.4.5 Modelo de Dromey

Este modelo es el más reciente hasta este punto, propone un producto basado en un modelo de calidad, el cual reconoce que la calidad de evaluación difiere entre cada producto, y ésta es una idea más dinámica que las anteriores. Dromey se enfoca en la relación entre los atributos de la calidad y los sub-atributos, a la vez que intenta conectar las propiedades del software con los atributos de calidad del software. **[21-22]**

Figura 2.5. Principios del modelo de calidad de Dromey [21-22]



Como lo ilustra la figura 2.5 existen tres elementos principales del modelo de Dromey que son: [21-22]

- a. Propiedades del producto que influyen en la calidad.
- b. Cualidades o atributos de calidad de alto nivel.
- c. Unión de las propiedades del producto con las cualidades o atributos de la calidad (Productos de Software).

Además este modelo tiene una estructura que gira en torno a 5 pasos:

[21-22]

- a. Escoger un conjunto de cualidades o atributos de alto nivel necesarios para la evaluación.
- b. Listar los componentes y módulos del sistema.
- c. Identificar las propiedades que llevan a la calidad.
- d. Determinar cómo cada propiedad afecta.
- e. Evaluar el modelo e identificar debilidades.

2.4.6 CMMI

Durante los años 90 el SEI desarrolló modelos para la mejora y medición de la madurez, específicos para varias áreas: **[23-25]**

- **CMM-SW:** CMM para software.
- **P-CMM:** People CMM (CMM de la gente).
- **SA-CMM:** Software Acquisition CMM (CMM de Adquisición de Software).
- **SSE-CMM:** Security Systems Engineering CMM (CMM para Ingeniería de Sistemas de Seguridad).
- **T-CMM:** Trusted CMM (CMM Confiable).
- **SE-CMM:** Systems Engineering CMM (CMM para Ingeniería de Sistemas).
- **IPD-CMM:** Integrated Product Development CMM (CMM para Desarrollo de Productos Integrados).

A finales de la década era habitual que una organización implantara de forma simultánea el modelo CMM-SW (CMM para software) y SE-CMM (CMM para Ingeniería de Sistemas de Seguridad). **[23-25]**

El modelo CMMI es un conjunto de modelos elaborados por el SEI que permiten obtener un diagnóstico preciso de la madurez de los procesos relacionados con las tecnologías de la información en una organización, y describen las tareas que se tienen que llevar a cabo para mejorar esos procesos. Este modelo fue desarrollado por el SEI

de la Universidad Carnegie Mellon, y fue publicado en su primera versión en enero de 2002. **[23-25]**

En la actualidad todavía sigue en vigencia y es muy utilizada la versión 1.1 de este modelo, y si analizamos las estadísticas del SEI podemos observar que del total de empresas que aplican CMMI, el 81% se encuentra en el nivel 1, el 12% en el nivel 2 y el 7% en el nivel 3, mientras que ninguna de estas empresas ha alcanzado los niveles 4 y 5. **[23-25]**

El proceso necesario para alcanzar cualquiera de estos niveles dura entre 12 y 18 meses, y requiere una revisión exhaustiva de los procedimientos operativos y la documentación generada, así como entrevistas individuales con personas de todos los niveles de la organización por parte de certificadores independientes y reconocidos por el SEI. **[23-25]**

Existen dos representaciones de CMMI: continuo, que se muestra en la figura 2.6 y por etapas o también llamada escalonada, que se muestra en la figura 2.7. La representación de CMMI por etapas está enfocada en la mejora de la capacidad de los procesos que una empresa quiere lograr; esta capacidad esperada, se encuentra dentro de los niveles de madurez. Cada nivel provee de los fundamentos para mejoras futuras. **[23-25]**

La representación de CMMI continua, tiene la misma información básica que la representación por etapas, pero organizada de forma diferente. En este caso, la representación se centra en la mejora de procesos sobre acciones a completar dentro de las áreas de proceso. Los niveles son niveles de capacidad. **[23-25]**

La visión continua de una organización mostrará la representación de nivel de capacidad de cada una de las áreas de proceso del modelo, mientras que la visión escalonada definirá a la organización dándole en su conjunto un nivel de madurez del 1 al 5. **[23-25]**

Figura 2.6. Representación continúa del modelo CMMI [23-25]

Figura 2.7. Representación escalonada del modelo CMMI [23-25]

Además de estos tipos de representaciones, el modelo CMMI puede aplicarse desde dos puntos de vista diferentes: [23-25]

- **Vista de evaluación:** Búsqueda de lo mínimo exigido para satisfacer el modelo.
- **Vista de la mejora de proceso:** Búsqueda de lo mejor para la organización y la mejor manera de mejorarla.

Las áreas de proceso que ayuda a mejorar o evaluar CMMI son 22 en la versión que integra desarrollo de software e ingeniería de sistemas (CMMI-SE/SW) y 25 en la que cubre también integración de producto (CMMI-SE/SW/IPPD). [23-25]

Vistas desde la representación continua del modelo, se agrupan en 4 categorías según su finalidad: Gestión de proyectos, Ingeniería, Gestión de procesos y Soporte a las otras categorías. Vistas desde la representación escalonada o también conocida como por etapas, se clasifican en los 5 niveles de madurez. Al nivel de madurez 2 pertenecen las áreas de proceso cuyos objetivos debe lograr la organización para alcanzarlo, pasa igual con los niveles 3, 4 y 5.

[23-25]

2.4.7 SPICE

Es un modelo de valoración de la arquitectura que define los procesos y prácticas aconsejables. Desarrollado por el WG10 de la ISO, inspirado en el ISO 9000. **[26]**

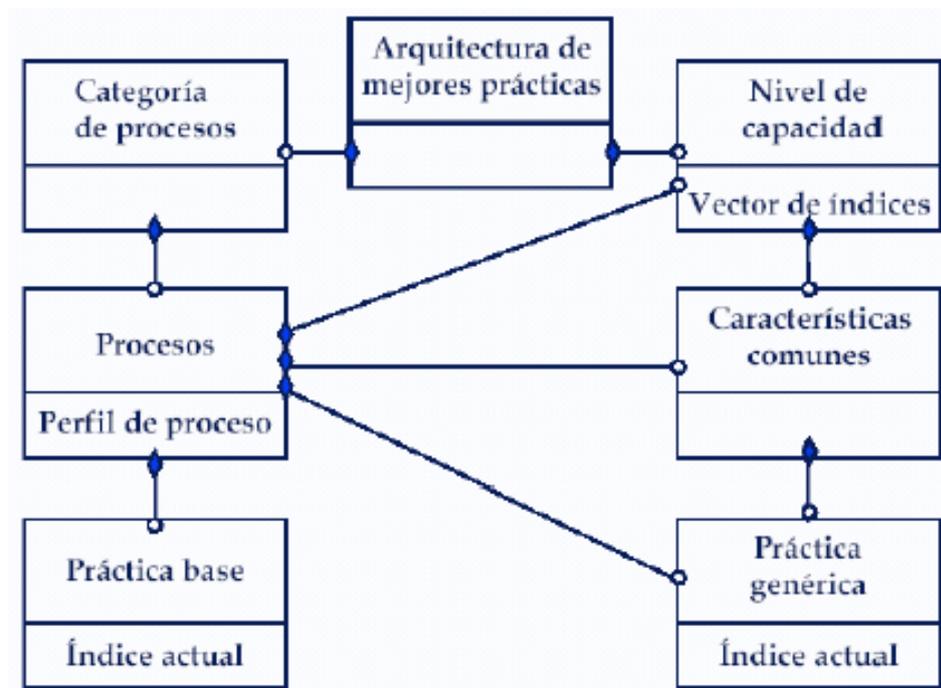
El modelo de referencia SPICE describe los procesos que una organización puede realizar para comprar, suministrar, desarrollar, operar, mantener y soportar el software, así como los atributos que caracterizan la capacidad de estos procesos y proporcionan una base para medir la capacidad de los procesos, en función del grado de consecución de sus atributos. **[26]**

Usa dos tipos de prácticas: **[26]**

- Prácticas base.

- Prácticas genéricas.

Figura 2.8. Diagrama del modelo SPICE [26]



El modelo SPICE consta de dos vistas. La vista funcional del modelo SPICE consta de: [26]

- **Suministro al cliente:** Procesos que afectan al cliente directamente.
- **Ingeniería:** Procesos que especifican, implementan o mantienen el sistema y su documentación.
- **Proyecto:** Procesos que establece el proyecto.
- **Soporte:** Procesos de apoyo a la realización de los otros procesos.

- **Organización:** Procesos relacionados con los objetivos de negocio.

La vista de gestión consta de prácticas genéricas, las cuales se sitúan en seis niveles: **[26]**

- **Nivel 0:** No realizada. No hay productos de trabajo identificables. Si un proceso está en este nivel se dice que está incompleto, porque el proceso no ha sido implementado o porque no ha logrado conseguir su objetivo.
- **Nivel 1:** Realizada informalmente. Planificación y seguimiento dependientes del conocimiento individual. Productos de trabajo identificables. Si un proceso se encuentra en este nivel se dice que está realizado.
- **Nivel 2:** Planificada. Verificada de acuerdo a los procedimientos especificados. Si un proceso se encuentra en este nivel se dice que dicho proceso es gestionado, porque es en este nivel en el que se gestiona la ejecución del proceso para obtener productos en los tiempos y plazos establecidos.
- **Nivel 3:** Bien definida. Procesos bien definidos y documentados. Si un proceso se encuentra en este nivel se dice que está establecido.
- **Nivel 4:** Controlada cuantitativamente. Medidas detalladas de realización, predicción, etc. Productos de trabajo evaluados cuantitativamente. Si un proceso está en este nivel se dice que

es previsible, es decir que el proceso está dentro de los límites de control definidos para lograr sus objetivos.

- **Nivel 5:** Mejorada continuamente. Objetivos cuantitativos de eficiencia basados en los objetivos del negocio. Si un proceso está en este nivel se dice que aquel proceso está optimizado.

2.5. Investigaciones realizadas a nivel local.

Para el desarrollo de esta tesis se han tomado en cuenta las siguientes investigaciones realizadas dentro del campo de la Ingeniería de Software:

“Análisis Estadístico exploratorio de las empresas desarrolladoras de software asentadas en Guayaquil, Quito y Cuenca”.

La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) a través del proyecto VLIR-ESPOL realizó en el año 2003, un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico, el mismo que estuvo orientado hacia el trabajo con la industria del software en el Ecuador para la difusión, uso y evaluación de diferentes técnicas que garanticen la calidad en el proceso de desarrollo de software. [3]

Cabe recalcar que muchos de los datos de esta investigación fueron expuestos en el apartado 1.3 (Industria de software en el Ecuador), por lo que en este punto simplemente completaremos la información correspondiente a este estudio.

En lo relacionado con las actividades de control en el desarrollo de software, en la investigación se obtuvo que las compañías ecuatorianas sí desarrollan actividades para controlar los proyectos en desarrollo. El 92.2% realiza reuniones periódicas para analizar el estado y avance de los proyectos. Las reuniones informales son muy utilizadas pero en todas existe una interacción entre los desarrolladores y el jefe. En Europa, el 81% de las compañías envían un reporte al jefe del proyecto para que él tome las acciones correctivas, también realizan revisiones periódicas al estatus del proyecto y manejan un estándar de codificación común entre los proyectos. [3]

Tabla 2.1. Controles realizados [3]

Actividades de control	No. Emp.	%
Realizar reuniones periódicas para analizar el estado y avance del proyecto	71	92,2
Evaluar los resultados de todas las revisiones realizadas en el proceso de desarrollo del proyecto	52	67,5
Identificar si las tareas se han alcanzado en las fechas programadas	51	66,2
Realizar reuniones informales con los miembros del equipo para conocer sus valoraciones subjetivas u objetivas sobre los avances del proyecto	59	76,6

En la medición de la satisfacción del cliente, la investigación arrojó los siguientes resultados: El 95.9% de las empresas desarrolladoras de software miden la satisfacción del cliente a través de encuestas, siendo

las más frecuentes las de tipo presencial que se realizan con el personal de la compañía. Otras alternativas son menos utilizadas. [3]

“Primer Estudio de las empresas de software en el Ecuador”

La AESOFT realizó en Junio del 2005 un estudio en el cual se logró obtener un perfil de la industria del software de Ecuador, el mismo que logró identificar 223 empresas con un total en ventas de 62 millones de dólares generando 2600 empleos directos fijos, 633 empleos directos a destajo y 3988 empleos indirectos aportando fiscalmente con 21.6 millones de dólares y con exportaciones de 10.7 millones. (Figura 2.9)

[27]

Figura 2.9. Perfil de la industria de Software en el Ecuador [27]



La Aesoft realizó este estudio en búsqueda de la obtención de una herramienta de gestión para el sector privado, gobierno y académico que permita incorporar planes de largo plazo en esta industria clave para el desarrollo del país. Actualmente el sector se encuentra en una etapa de consolidación.

Pero a pesar de lo antes mencionado, la industria del software en Ecuador genera ventas que equivalen al 0.35% del Producto Interno Bruto (PIB), las mismas que corresponden al 2.1% de los ingresos no petroleros. Sus ventas al exterior representan el 1.1% de las

exportaciones no petroleras. Finalmente la industria del software contrata al 0.12% de la fuerza laboral de nuestro país. [27]

En cuanto a la calidad de software, en el Ecuador, este estudio de la AESOFT reveló que en Ecuador no se reportan evaluaciones de CMMI y que apenas tres empresas están certificadas con ISO 9000:2000. [27]

Además, en la siguiente figura este estudio se muestra la antigüedad que poseen las empresas desarrolladoras de software en el país.

Grafico 2.1. Antigüedad de las empresas [27]



Además en este estudio también se presentan datos interesantes concernientes a las barreras existentes en la industria de software en la actualidad.

Grafico 2.2. Barreras en la industria de software [27]



Figura 2.10. Mapa del sector de los desarrolladores de software en el Ecuador [27]



Las conclusiones principales que se obtuvieron de este estudio fueron las siguientes: [27]

- La industria del software ecuatoriano consta de 223 empresas que en total facturan 62 millones de dólares anuales.
- Un 30 % de las empresas han prestado servicios al exterior.
- La ausencia o carencia de fuentes de financiamiento, la falta de política de estado para la industria del software y la falta de protección contra la piratería son los principales problemas que enfrenta la industria de desarrollo del software nacional.

Basados en las conclusiones que dejan ambos estudios, se puede decir que en la actualidad las empresas de software del país se encuentran enfrentando una dura competencia por parte de las empresas extranjeras, y las empresas de nuestro país se encuentran en desventaja porque son pocas las que poseen certificaciones de calidad, a diferencia de las empresas extranjeras que poseen certificaciones de calidad reconocidas mundialmente como certificaciones ISO y CMMI.

Teniendo en cuenta esto muchas empresas de software ecuatorianas han puesto la mira en obtener certificaciones de calidad pero los costos que esto implican son elevados, y a algunas se les torna imposible lograrlo. En este momento la AESOFT es la encargada de brindar apoyo y ayuda a las empresas de nuestro país para que logren el objetivo de certificarse y poder ser más competitivas.

Estas investigaciones que hemos citado en este apartado corroboran el hecho de que en el país existen muchas investigaciones sobre las empresas desarrolladoras de software, pero no existe información relevante acerca de las empresas clientes de los desarrolladores de software.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL ESTUDIO

En el presente capítulo se procederá a definir las hipótesis que serán verificadas posterior al levantamiento de la información, así como también presentaremos los objetivos planteados en el presente estudio, además se procederá a realizar una descripción completa de la metodología para recopilación de la información que usaremos, así como también se presentarán todos los aspectos relacionados con la población objetivo, de la misma manera se dará a conocer el tamaño de la muestra escogida para el estudio, también se explicará de manera detallada los instrumentos de medición a usarse y finalmente se realizará una explicación de manera detallada del plan de levantamiento de información.

3.1. Hipótesis.

Enfocándonos en nuestro tema hay que recalcar que muchas investigaciones realizadas en el campo de la ingeniería de software indican que los nuevos avances en cuanto a metodologías de aseguramiento de calidad, logran que se produzca software de mejor calidad y que se minimice el incumplimiento en cuanto a tiempos de entrega a los clientes.

Las hipótesis a probar en este estudio son las siguientes:

- “Las empresas basan su decisión de compra de productos de software, en aspectos no relacionados con la calidad de software, como el precio y/o el prestigio de la empresa desarrolladora”.
- “La metodología utilizada en el proceso de desarrollo del software, no tiene una importancia relevante en la decisión de compra de los clientes”.
- “Las empresas no investigan de manera adecuada acerca de las metodologías y técnicas de aseguramiento de la calidad existentes”.
- “Los clientes prefieren a las empresas desarrolladoras internacionales sobre las nacionales”.

3.2. Objetivos

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

1. Cuantificar el uso de los modelos de calidad de software.
2. Evaluar el nivel de conocimiento que poseen las empresas acerca de las diferentes técnicas y metodologías para aseguramiento de calidad de software.
3. Determinar la importancia que le asignan las empresas a las metodologías para aseguramiento de la calidad que se hayan utilizado en el desarrollo de un producto de software, el cual está siendo evaluado dentro de un proceso de compra.

4. Determinar el nivel de satisfacción del cliente, en cuanto a cumplimiento de requerimientos, con un producto de software utilizando una determinada metodología de aseguramiento de calidad.
5. Identificar las herramientas, bases de datos y plataformas más utilizadas en el desarrollo de software.
6. Determinar el nivel de integración de los sistemas presentes en las empresas encuestadas.
7. Identificar la diversidad de sistemas y metodologías utilizados.
8. Identificar las empresas desarrolladoras de software nacionales contratadas.
9. Determinar la participación de los sistemas empaquetados versus los sistemas desarrollados a medida.
10. Determinar si la empresa posee un equipo de desarrollo interno e identificar la metodología para aseguramiento de la calidad que aplican en sus proyectos.
11. Realizar un modelo con las características más exitosas encontradas en los modelos investigados y ponerlo a consideración de las empresas encuestadas.

3.3. Metodología para recopilación de la información.

En el estudio se decidió realizar una encuesta para obtener la información necesaria, ésta provee de un mecanismo muy práctico y fácil de comprender.

Esta encuesta se la realizó de manera presencial, para supervisar y aclarar cualquier duda que tuviera el encuestado, garantizando de esta forma mayor precisión en cuanto a la información obtenida.

Las razones que nos llevaron a aplicar una encuesta presencial fueron:

- Garantizar un alto porcentaje de respuestas, eliminando el envío de encuestas por email que no ha dado resultados favorables.
- Obtener resultados claros y precisos mediante la explicación de cada pregunta en caso de ser necesario.
- Brindar confianza al encuestado llevándole personalmente una carta de compromiso de confidencialidad.

3.4. Población Objetivo

Al empezar el proceso de selección de la población objetivo, se analizó en primer lugar la ubicación geográfica de las empresas, aquí se procedió a definir que nos enfocaríamos en empresas asentadas en la ciudad de Guayaquil. Esta decisión se la tomó en base a que Guayaquil es el segundo mercado más grande de productos de software en el país, y ésta es una investigación preliminar, ya que en un futuro existe la posibilidad de ampliar este estudio a la ciudad de Quito, que posee el mercado más grande de productos de software en el país.

Posteriormente definimos que el estudio iba a ser realizado en el sector privado y que las características básicas que debían tener las empresas era que no sean empresas netamente desarrolladoras de software y que pertenezcan al mismo sector, que para nuestro estudio sería el sector de vendedores de licencias de software y hardware.

En cuanto a la primera característica, la definición de la misma se la hizo en base a que habiendo conversado con profesionales del área, nos dimos cuenta de que en la actualidad no se tienen muchos estudios que se hayan enfocado en la parte cliente del mercado de software, y que por tanto sería una contribución importante al área de investigación de calidad de software, enfocar nuestro estudio a dicho sector del mercado.

La segunda característica se basó en que al final del estudio se iba a realizar una comparación de datos para así poder obtener conclusiones válidas, y para que los datos fueran correctos el estudio debería basarse en empresas con similares características, es decir que pertenecieran a un mismo sector, ya que en caso contrario, las diversas características entre las empresas haría complicada la comparación de los datos obtenidos y no obtendríamos resultados precisos que nos conduzcan a conclusiones válidas.

Una vez definidas las características que debían tener las empresas se procedió a establecer el sector específico hacia el cual nos íbamos a

enfocar, y en este caso será el sector de vendedores de licencias de software y hardware.

3.5. Definición de muestra de empresas

En cuanto a la muestra a la cual se le iba a aplicar el instrumento de medición, logramos obtener una base de datos, la cual constaba de un listado de 90 empresas pertenecientes a este sector, pero en base a investigaciones realizadas previamente, pudimos conocer que la cantidad de empresas de este sector que se encuentran actualmente en la ciudad de Guayaquil es de 194, esta información la obtuvimos en base a que la empresa, que nos facilitó la base de datos conoce que el tamaño de empresas que se encuentran en el sector de vendedores de licencias de software y hardware en la ciudad de Guayaquil es cercana a las 200. Por tanto este es el tamaño de nuestra población objetivo. Cabe recalcar que la empresa que colaboró con nosotros nos pidió absoluta reserva y permanecer en el anonimato.

Posteriormente se procedió a determinar el tamaño de la muestra, para esto se aplicaron conocimientos y principios estadísticos que indican que basta con aplicar el instrumento de medición al 10% de la población, para poder obtener resultados válidos en este tipo de pruebas. Por tanto el tamaño de nuestra población sería de 20 empresas.

Tabla 3.1. Empresas según tamaño y tipo de producto que brindan.

Número de Empresas Pequeñas	Número de Empresas Medianas	Número de Empresas Grandes	Empresas que solo venden licencias de Software	Empresas que venden Hardware y licencias de Software
14	5	1	3	17

Finalmente el tamaño de la muestra fue el apropiado ya que la tendencia que siguieron los datos fue suficiente para llegar a conclusiones válidas, si se hubiera ampliado el tamaño de la muestra no hubiera habido variaciones en la tendencia de los datos y si se hubiera tomado una muestra más pequeña, se hubiera perdido exactitud.

3.6. Instrumento de medición

Primero cabe decir que el instrumento de medición es la herramienta fundamental para poder alcanzar los objetivos propuestos. Como hemos mencionado con anterioridad se utilizó la encuesta, ya que ésta proporciona un mecanismo para obtención de información, el cual es muy práctico y fácil de comprender.

El tipo de encuesta que se ha escogido es la de encuesta por muestreo, que consiste en elegir a una parte representativa de la población objetivo y trabajar con esta porción.

Este instrumento de medición fue escogido para este estudio por las siguientes razones: **[29]**

- Proporciona mayor rapidez en cuanto a la obtención de resultados.
- Brinda una gran capacidad para estandarización de datos, lo que nos permite realizar un tratamiento informático y análisis estadístico.
- Permite obtener información de cualquier tipo de población.

La encuesta que se aplicó en este estudio puede ser consultada en el **ANEXO 1**

3.7. Plan de levantamiento de información.

Lo primero que tuvimos que definir fue la lista de preguntas que iban a conformar la encuesta, para luego hacer correcciones a la misma en base a opiniones de personas con experiencia en este tema, hasta finalmente obtener la versión final de nuestra encuesta.

Para poder cumplir con el número necesario de empresas a encuestar, que este caso era de 20, hubo que realizar contacto con un total de 33 empresas pertenecientes a la población objetivo. Al final, los resultados de estos contactos fueron los siguientes:

Del total de las 33 empresas contactadas, al iniciar el proceso de encuesta se contactó a 9 empresas a través de emails, pero solamente 2 empresas nos dieron respuesta, de estas 2 empresas que nos dieron respuesta no se pudo concretar una fecha, lugar y hora específica para la entrevista, ya que no hubo buena predisposición por parte de las mismas. Al ver que no dio resultado establecer como vía de contacto con las empresas el correo electrónico, decidimos cambiar de estrategia y realizar el contacto de manera personal, allí se estableció contacto con 24 empresas, de las cuales en 20 de ellas se pudo obtener la encuesta, y en las 4 restantes no concretaron su participación.

Enfocándonos en el proceso seguido, primero se procedió a la realización del plan piloto, que consistía en encuestar al menos a cinco empresas, y una vez hecho esto, proceder a realizar el respectivo análisis estadístico, esto era muy importante ya que era necesario comprobar que la encuesta nos iba a proporcionar resultados válidos y no resultados que a la postre no servirían para el análisis final.

Luego de haber encuestado a cinco empresas, realizamos el análisis estadístico del plan piloto, del cual se obtuvieron resultados favorables para nuestros intereses.

Posteriormente a la finalización del plan piloto, se prosiguió con la encuesta, enfocándose en un número de 20 empresas, que correspondía al tamaño de la muestra seleccionada para este estudio.

La carta de confidencialidad puede ser consultada en el **ANEXO 2**.

A las 20 empresas encuestadas se les proporcionó la encuesta impresa para que sea fácil de llenar, además de que a cada persona encuestada se le pidió que firmara una hoja de constancia de haber participado en la encuesta.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO

En este capítulo presentaremos y analizaremos los datos obtenidos en las encuestas. Posteriormente, procederemos a demostrar las hipótesis planteadas para este estudio. Finalmente presentaremos el modelo de aseguramiento de calidad de software construido a partir de los resultados de la encuesta.

4.1. Presentación de estadísticas

Una vez culminada la fase de recolección de información, se realizó el análisis estadístico de los datos con el fin de obtener información relevante para el contexto del estudio.

Para el análisis estadístico se utilizó la herramienta Excel por la familiarización y el manejo completo que se posee de esta herramienta por parte del grupo de desarrollo.

A continuación presentamos los resultados del estudio, pregunta por pregunta:

1. ¿Posee su empresa un sistema de información?

Del total de empresas encuestadas, el 90% respondió que poseía un sistema de información funcionando en su empresa, mientras que un 10%

contestó que no poseía un sistema de información en su empresa. Cabe recalcar que las empresas que no poseían sistemas de información nos comentaron que a pesar de que en este momento no tenían ningún sistema funcionando, estaban revisando la posibilidad de realizar en los próximos meses la adquisición e implantación de un sistema de información ya que sabían de la importancia de los mismos. A continuación se muestra una gráfica estadística de esta pregunta (Gráfico 4.1.1).

Gráfico 4.1.1. Estadísticas de la pregunta 1 de la encuesta



2. ¿Tiene su empresa un sistema de información por cada área funcional?

Con respecto a esta pregunta, el 44% de los encuestados respondieron que su empresa poseía un sistema de información en funcionamiento por cada área funcional que tenía la empresa, mientras que el 56% respondió que sólo ciertas áreas de su empresa poseen un sistema de información,

En la siguiente pregunta se detallan la distribución de sistemas por áreas.
Abajo se muestran las estadísticas de esta pregunta (Gráfico 4.1.2).

Gráfico 4.1.2. Estadísticas de la pregunta 2 de la encuesta



3. ¿Que áreas en su empresa tienen sistemas de información funcionando?

Los datos obtenidos de esta pregunta son los siguientes: El 29% de las empresas posee sistemas en su área de ventas, el 11% posee sistemas en su área de marketing, el 31 % posee sistemas en su área de finanzas, el 11% posee sistemas en su departamento de recursos humanos y el 18% posee sistemas en otros departamentos.

Del 18% que posee sistemas en otras áreas de la empresa se distinguen, entre las áreas, las siguientes: Servicio al cliente, área de servicio técnico para obtener reportes, consultoría, contabilidad, bodega, administración.

Las estadísticas correspondientes a esta pregunta pueden verse a continuación (Gráfico 4.1.3).

Gráfico 4.1.3. Estadísticas de la pregunta 3 de la encuesta

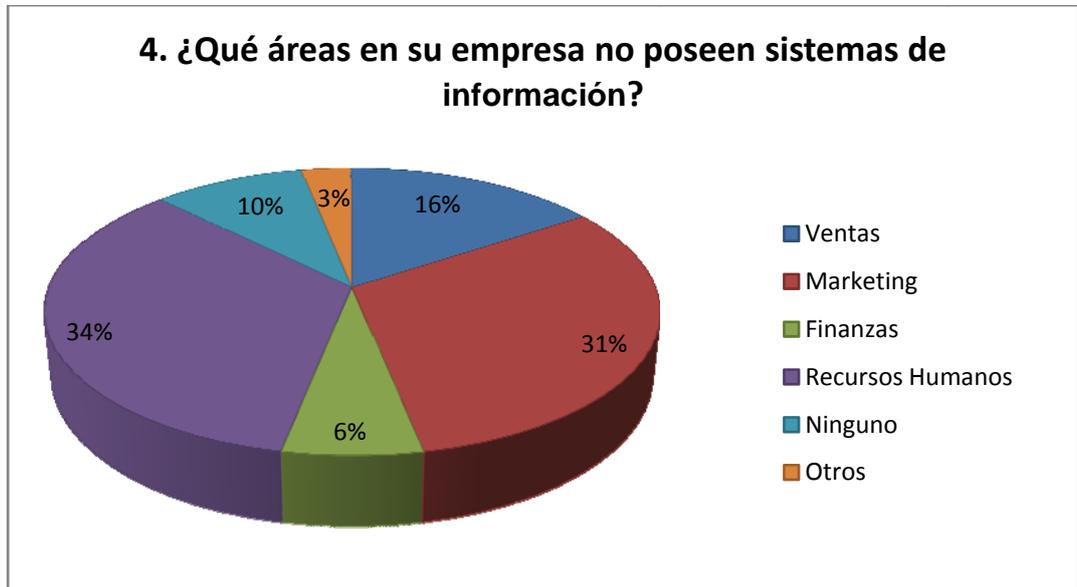


4. ¿Qué áreas en su empresa no poseen sistemas de información?

Los datos obtenidos de esta pregunta son los siguientes: El 16% de las empresas no poseen sistemas en su área de ventas, el 31% no posee sistemas en su área de marketing, el 6% no posee sistemas en su área de finanzas, el 35% no posee sistemas en su departamento de recursos humanos y el 3% no posee sistemas en otros departamentos.

Del 3% que no posee sistemas en otras áreas de la empresa se distingue, la siguiente: Área de servicio técnico para obtener reportes. Finalmente al 10% de los encuestados no le faltan sistemas en ningún área de la empresa. Abajo se muestran las estadísticas de esta pregunta (Gráfico 4.1.4).

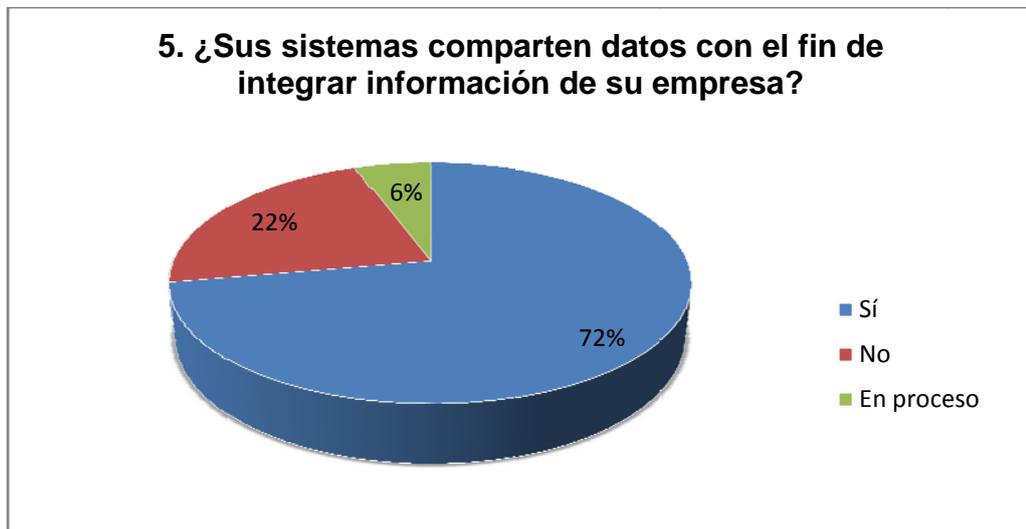
Gráfico 4.1.4. Estadísticas de la pregunta 4 de la encuesta



5. ¿Sus sistemas comparten datos con el fin de integrar información de su empresa?

En esta pregunta el 72% de los encuestados contestó, que todos los sistemas que funcionan actualmente en su empresa se encuentran integrados correctamente para intercambio de datos, el 22% contestó que sus sistemas no comparten datos entre ellos, y apenas el 6 % contestó que sus sistemas se encuentran participando en el proceso de integración de los mismos. Cabe recalcar que solamente ese 6% podía participar en la preguntas 6 y 7. A continuación se pueden observar las estadísticas de esta pregunta (Gráfico 4.1.5).

Gráfico 4.1.5. Estadísticas de la pregunta 5 de la encuesta

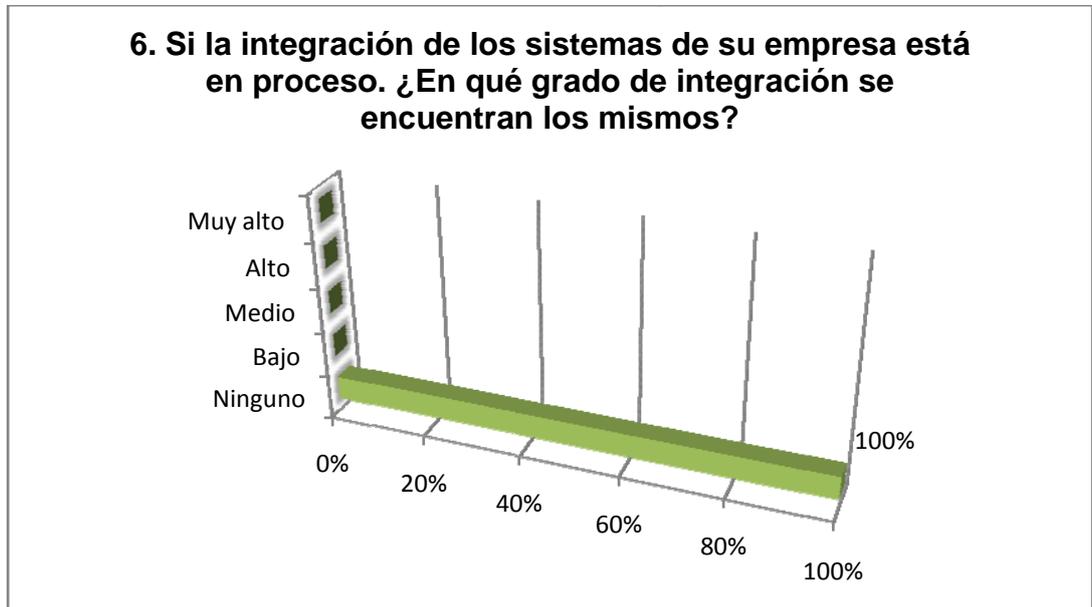


6. Si la integración de los sistemas de su empresa está en proceso.

¿En qué grado de integración se encuentran los mismos?

En esta pregunta el 100% de las empresas cuya integración de sistemas estaba en proceso, respondió que la integración estaba en un grado de ninguno, esto es debido a que la idea está en desarrollo pero recién están en la etapa de contratación del personal para que realice dicha integración. A continuación se muestran las estadísticas correspondientes a esta pregunta (Gráfico 4.1.6).

Gráfico 4.1.6. Estadísticas de la pregunta 6 de la encuesta



7. Si la integración de los sistemas de su empresa está en proceso.

¿Quiénes se encargan de la integración de estos sistemas?

En esta pregunta el 100% de las empresas cuya integración de sistemas estaba en proceso, respondió que la integración estaba a cargo del personal externo contratado por la empresa netamente para encargarse de este proceso. A continuación se muestran los resultados de esta pregunta (Gráfico 4.1.7).

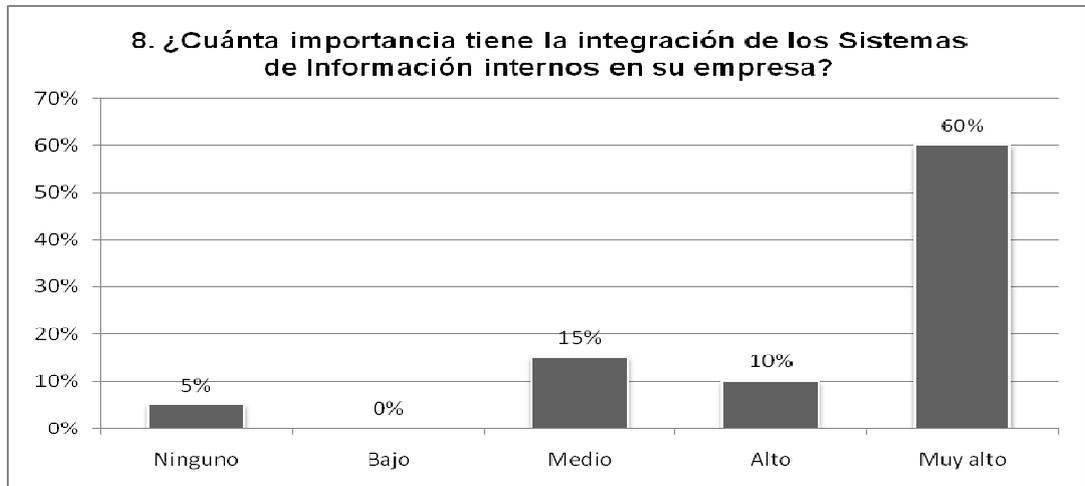
Gráfico 4.1.7. Estadísticas de la pregunta 7 de la encuesta



8. ¿Cuánta importancia tiene la integración de los sistemas de información internos en su empresa?

El 5% de los encuestados respondió que para su empresa la importancia que tenía la integración entre sus sistemas era nula, el 15% respondió que tenía un nivel medio de importancia, el 10% respondió que tenía un grado muy alto de importancia y finalmente el 60% contestó que la integración de sistemas poseía un grado muy alto de importancia. Los resultados de esta pregunta pueden ser consultados a continuación (Gráfico 4.1.8).

Gráfico 4.1.8. Estadísticas de la pregunta 8 de la encuesta

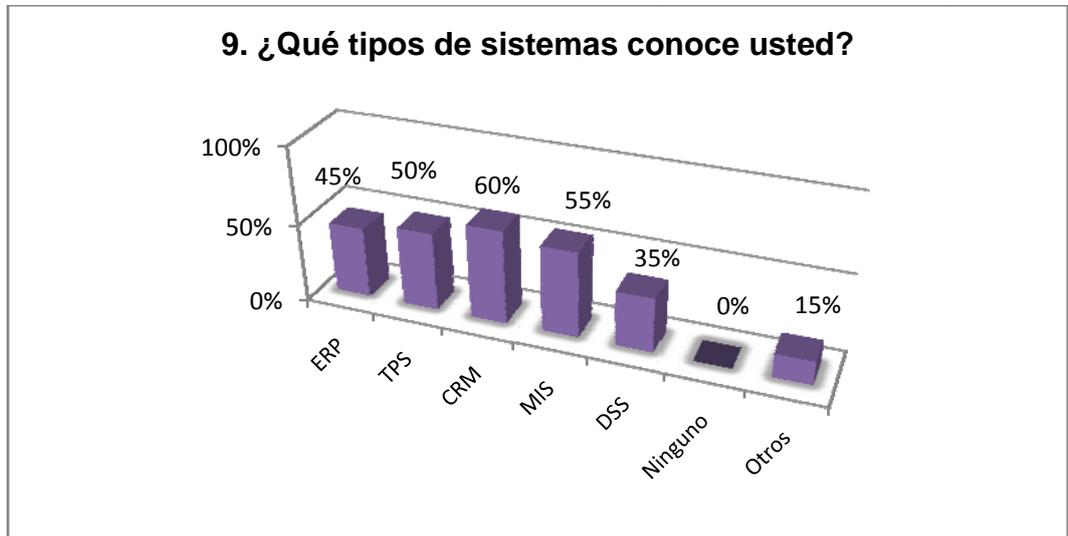


9. ¿Qué tipos de sistemas conoce usted?

Esta pregunta se enfocaba en conocer que tipos de sistemas eran los más conocidos por las personas encuestadas, los resultados se detallan a continuación: El 45% conoce lo que es un ERP, el 50% conoce los TPS, el 60% conoce los CRM, el 35% conoce los MIS, el 35% conoce los DSS y el 15% conoce otros tipos de sistemas.

De aquel 15% que dijo conocer otros tipos de sistemas se destacan los siguientes tipos: Sistemas de Oficina y Sistemas Contables. En esta pregunta hay que recalcar que la totalidad de encuestados tenía conocimiento de por lo menos un tipo de sistema de información. A continuación se muestran las estadísticas pertenecientes a esta pregunta (Gráfico 4.1.9).

Gráfico 4.1.9. Estadísticas de la pregunta 9 de la encuesta



10. ¿Qué tipos de sistemas utiliza actualmente su empresa?

Esta pregunta se enfocaba en conocer que tipos de sistemas eran los más usados actualmente por las empresas de este sector. Los resultados se detallan a continuación: El 20% usa ERP, el 32% posee TPS, el 19% usa CRM, el 19% usa MIS, el 3% posee DSS y el 7% posee otros tipos de sistemas.

De aquel 7% que dijo usar otros tipos de sistemas se destacan los siguientes tipos: Sistemas de Oficina y Sistemas Contables. En esta pregunta hay que recalcar que solamente se tomó en cuenta a los que poseían sistemas de información funcionando en la actualidad en su empresa. Las estadísticas de esta pregunta se muestran a continuación (Gráfico 4.1.10).

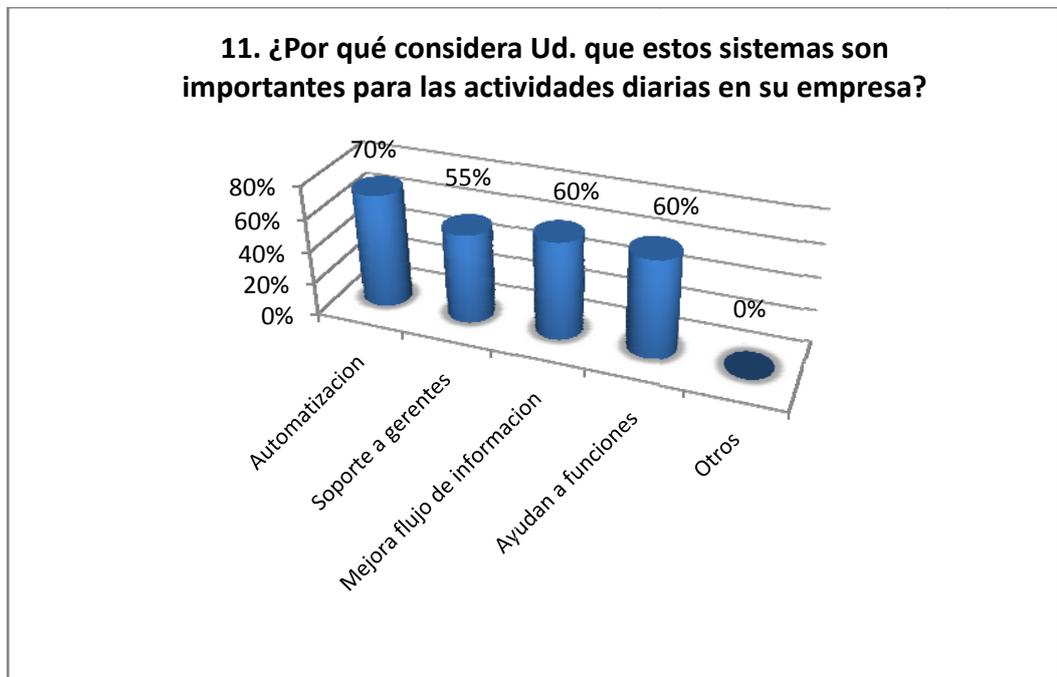
Gráfico 4.1.10. Estadísticas de la pregunta 10 de la encuesta



11. ¿Por qué considera Ud. que estos sistemas son importantes para las actividades diarias en su empresa?

El enfoque de esta pregunta estuvo orientado hacia poder conocer la opinión de los encuestados acerca de por qué razones son importantes los sistemas de información escogidos en la pregunta anterior, cuando se aplican a las actividades diarias de las empresas. El resultado de esta pregunta fue el siguiente: El 70% dijo que eran importantes porque automatizaban las actividades diarias de las empresas, el 55% dijo que eran importantes porque brindaban soporte a los gerentes para la toma de decisiones, el 60% contestó que la importancia radicaba en que mejoraban el flujo de información y el 60% respondió que eran importantes porque ayudan a las funciones de la empresa. Los resultados de esta pregunta pueden ser consultados en el siguiente gráfico (Gráfico 4.1.11).

Gráfico 4.1.11. Estadísticas de la pregunta 11 de la encuesta



12. ¿Conoce usted la diferencia entre sistemas empaquetados y sistemas desarrollados a medida?

Los resultados de esta pregunta arrojan que el 90% de las personas encuestadas conoce la diferencia entre sistemas empaquetados y sistemas desarrollados a medida, mientras que apenas el 10% no conoce la diferencia entre ambos. A continuación se muestra una gráfica estadística de esta pregunta (Gráfico 4.1.12).

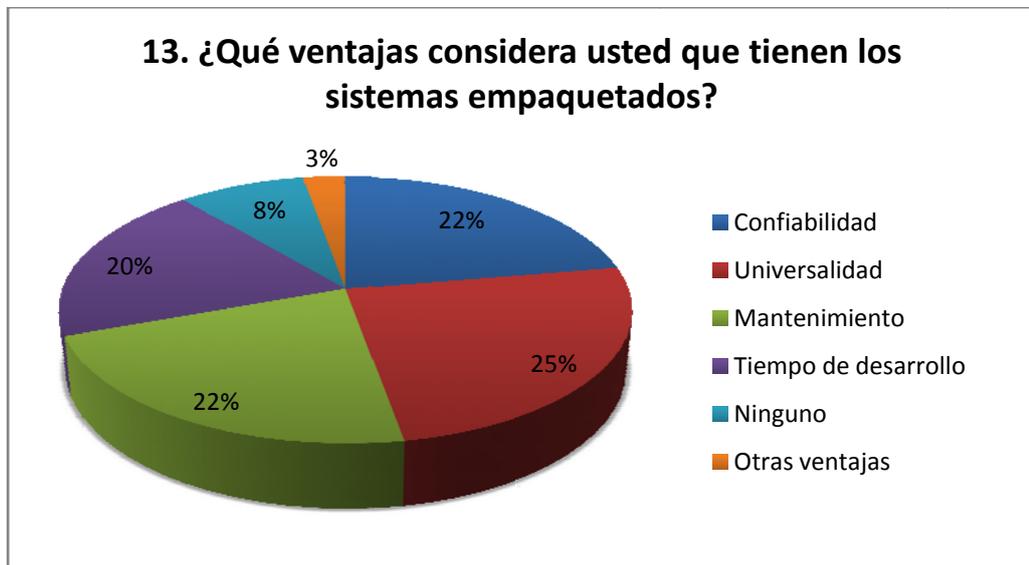
Gráfico 4.1.12. Estadísticas de la pregunta 12 de la encuesta



13. ¿Qué ventajas considera usted que tienen los sistemas empaquetados?

En esta pregunta se buscó obtener la opinión de los encuestados en base a qué ventajas consideran que poseen los sistemas empaquetados: El 22% de las personas encuestadas considera que la ventaja de estos sistemas radica en la confiabilidad de los mismos, el 25% considera que la ventaja es la universalidad de los mismos, el 22% considera que la ventaja que tienen es su facilidad de mantenimiento, un 20% considera que la ventaja es el tiempo de desarrollo, el 8% considera que no existe ninguna ventaja y apenas un 3% considera que existen otras ventajas. A continuación se pueden observar los resultados correspondientes a esta pregunta (Gráfico 4.1.13).

Gráfico 4.1.13. Estadísticas de la pregunta 13 de la encuesta



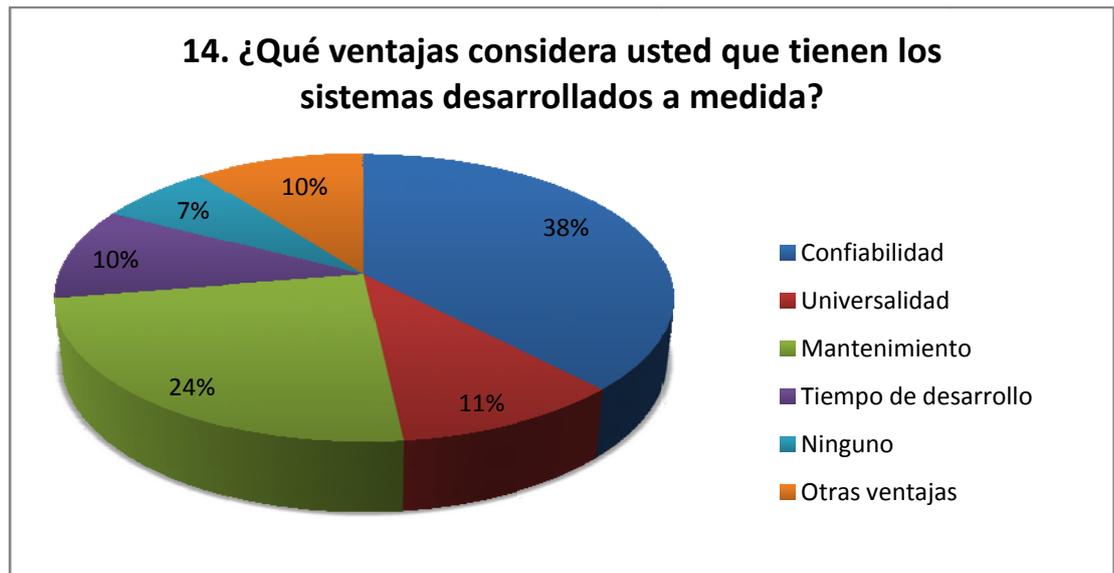
14. ¿Qué ventajas considera usted que tienen los sistemas desarrollados a medida?

En esta pregunta se buscó obtener la opinión de los encuestados en base a qué ventajas consideran que poseen los sistemas desarrollados a medida: El 38% de las personas encuestadas considera que la ventaja de estos sistemas radica en la confiabilidad de los mismos, el 11% considera que la ventaja es la universalidad de los mismos, el 24% considera que la ventaja que tienen es por su facilidad de mantenimiento, un 10% considera que la ventaja es el tiempo de desarrollo, el 7% considera que no existe ninguna ventaja y un 10% considera que existen otras ventajas.

Entre el 10% que considera que estos sistemas tienen otras ventajas, detallamos algunas de las ventajas descritas: Personalización y menos

redundancia. Los resultados de esta pregunta pueden ser verificados a continuación (Gráfico 4.1.14).

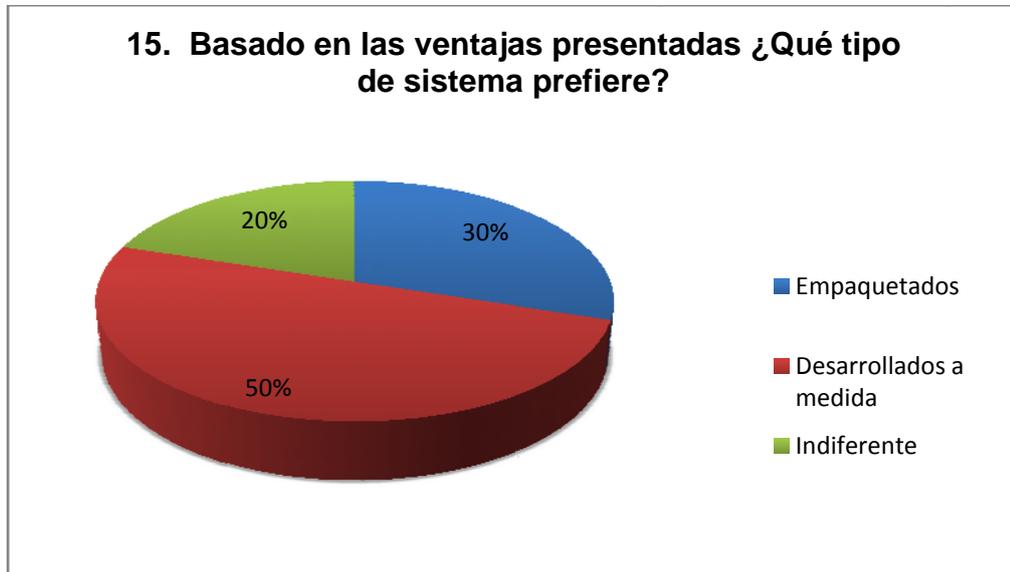
Gráfico 4.1.14. Estadísticas de la pregunta 14 de la encuesta



15. Basado en las ventajas presentadas ¿Qué tipo de sistema prefiere?

El objetivo de esta pregunta era conocer la preferencia de los encuestados acerca del tipo de desarrollo de sistema que prefieren, de esta pregunta se obtuvo que un 50% prefiere los sistemas desarrollados a medida, un 30% prefiere los sistemas empaquetados y a un 20% le es indiferente. Las estadísticas concernientes a esta pregunta pueden consultarse a continuación (Gráfico 4.1.15).

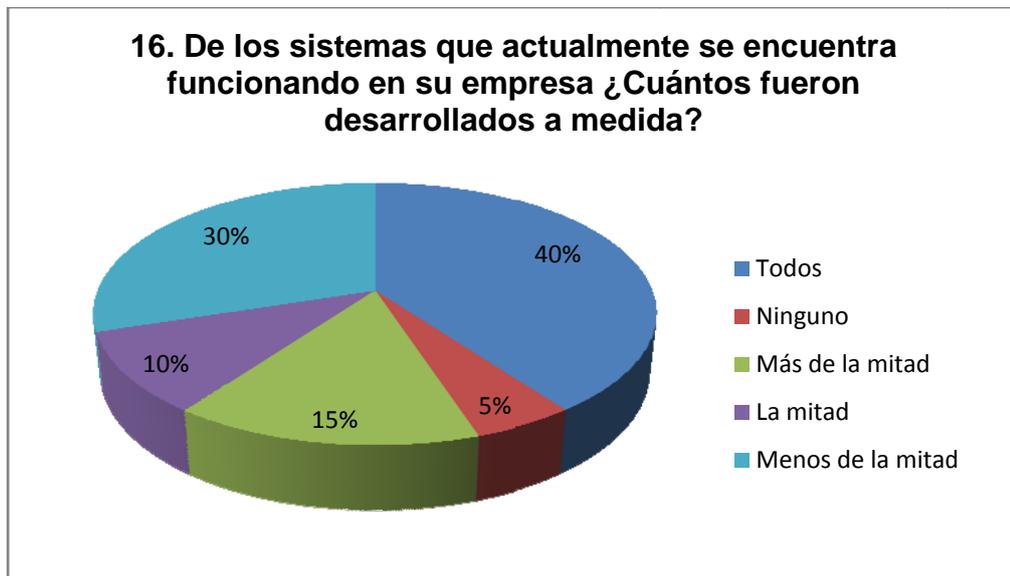
Gráfico 4.1.15. Estadísticas de la pregunta 15 de la encuesta



16. De los sistemas que actualmente se encuentran funcionando en su empresa ¿Cuántos fueron desarrollados a medida?

El objetivo de esta pregunta era conocer cuántos de los sistemas que funcionan actualmente en las empresas fueron desarrollados a medida, destacando que en un 40% de las empresas encuestadas todos sus sistemas fueron desarrollados a medida, en un 30% de empresas menos de la mitad de sus sistemas son a medida, en un 15% más de la mitad de sus sistemas son a medida, en un 10% la mitad de sus sistemas son a medida y en un porcentaje bajo, el 5% de la muestra, no tienen ningún sistema que haya sido desarrollado a medida. En el siguiente gráfico se muestran los resultados de esta pregunta (Gráfico 4.1.16).

Gráfico 4.1.16. Estadísticas de la pregunta 16 de la encuesta



17. ¿Su empresa dedica esfuerzos a informarse acerca de los avances en el campo de la calidad de software?

En esta pregunta, se consultó a los encuestados acerca de si su empresa dedicaba esfuerzos a informarse acerca del campo de calidad de software, un 60% dijo que sí, mientras un 40% dijo que no. Sólo los que contestaron que sí a esta pregunta podían responder a la pregunta 18 de la encuesta. En el siguiente gráfico se muestran las estadísticas concernientes a esta pregunta (Gráfico 4.1.17).

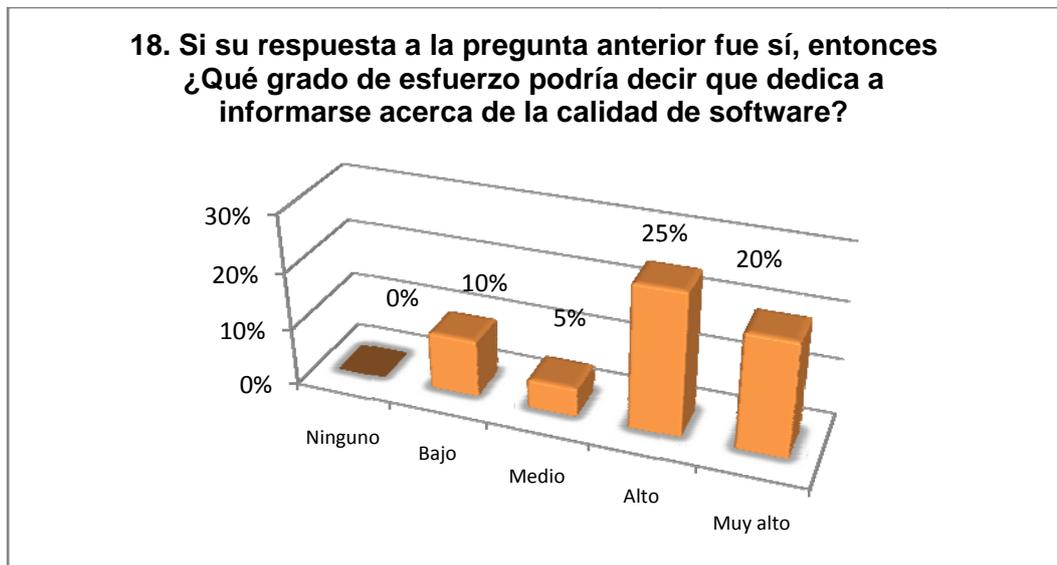
Gráfico 4.1.17. Estadísticas de la pregunta 17 de la encuesta



18. Si su respuesta a la pregunta anterior fue sí, entonces ¿Qué grado de esfuerzo podría decir que dedica a informarse acerca de la calidad de software?

Primero hay que aclarar que el máximo de esta pregunta era 60%, ya que ese es el porcentaje de empresas que afirmaron que dedican esfuerzos a informarse sobre calidad de software. De aquel 60%, los resultados indicaron que el 10% dedica poco esfuerzo, el 5% dedica un grado medio de esfuerzo, el 25% dedica un alto grado de esfuerzo y un 20% dedica mucho esfuerzo. A continuación se pueden consultar los resultados correspondientes a esta pregunta (Gráfico 4.1.18).

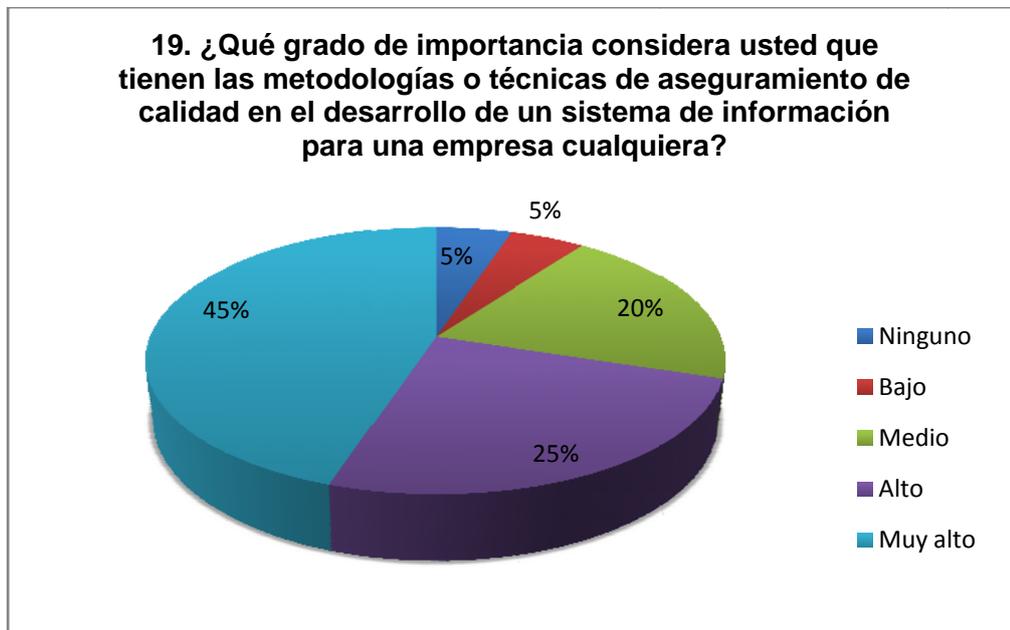
Gráfico 4.1.18. Estadísticas de la pregunta 18 de la encuesta



19. ¿Qué grado de importancia considera usted que tienen las metodologías o técnicas de aseguramiento de calidad en el desarrollo de un sistema de información para una empresa cualquiera?

Esta pregunta es de opinión personal de los encuestados y no refleja la posición de la empresa, una vez dicho esto, se obtuvo que el 45% de los encuestados considera muy importante informarse sobre técnicas de calidad de productos de software, un 25% dijo que era importante, un 20% contestó que tenía una importancia media, un 5% dijo que tenía poca importancia y un 5% contestó que no era importante. A continuación se muestra una gráfica estadística de esta pregunta (Gráfico 4.1.19).

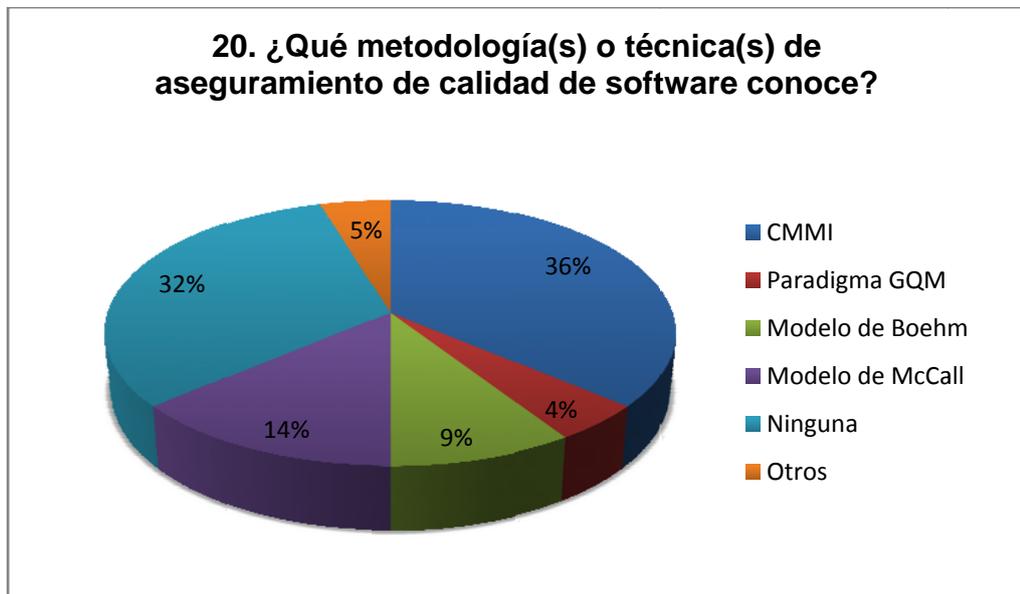
Gráfico 4.1.19. Estadísticas de la pregunta 19 de la encuesta



20. ¿Qué metodología(s) o técnica(s) de aseguramiento de calidad de software conoce?

Esta pregunta se centra en establecer el nivel de conocimiento del entrevistado en el campo de la calidad de software, específicamente en cuanto a las metodologías y técnicas de aseguramiento de calidad. El 36% de los entrevistados afirmó conocer acerca de CMMI, el 5% conocía el Paradigma GQM, el 9% conocía el modelo de Boehm, el 14% tenía conocimiento sobre el modelo de McCall, mientras el 32% no tenía conocimientos acerca de ninguna metodología o técnica de aseguramiento de calidad, y por último el 5% conocía otras metodologías. Entre este 5% se destacan los conocimientos acerca de metodologías de IBM. En el siguiente gráfico se muestran los resultados concernientes a esta pregunta (Gráfico 4.1.20).

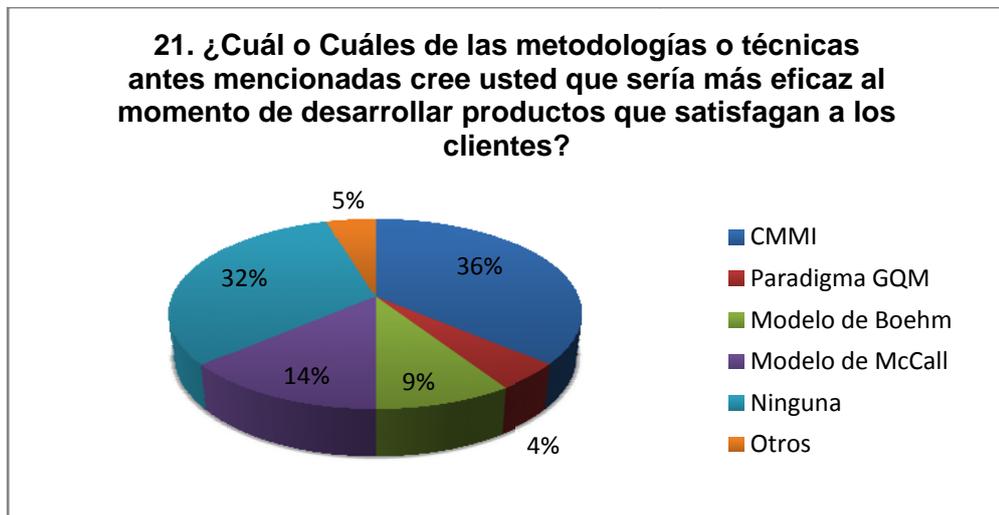
Gráfico 4.1.20. Estadísticas de la pregunta 20 de la encuesta



21. ¿Cuál o Cuáles de las metodologías o técnicas antes mencionadas cree usted que sería más eficaz al momento de desarrollar productos que satisfagan a los clientes?

Esta pregunta se enfoca en establecer cuál o cuáles de las metodologías mencionadas considera el entrevistado que es o son eficaces. El 36% de los entrevistados escogió CMMI, el 4% el Paradigma GQM, el 9% el modelo de Boehm, el 14% el modelo de McCall, mientras el 32% no escogió ninguna y el 5% escogió otras. Entre este 5% se destacan los conocimientos acerca de metodologías de IBM. A continuación se muestran los resultados pertenecientes a esta pregunta (Gráfico 4.1.21).

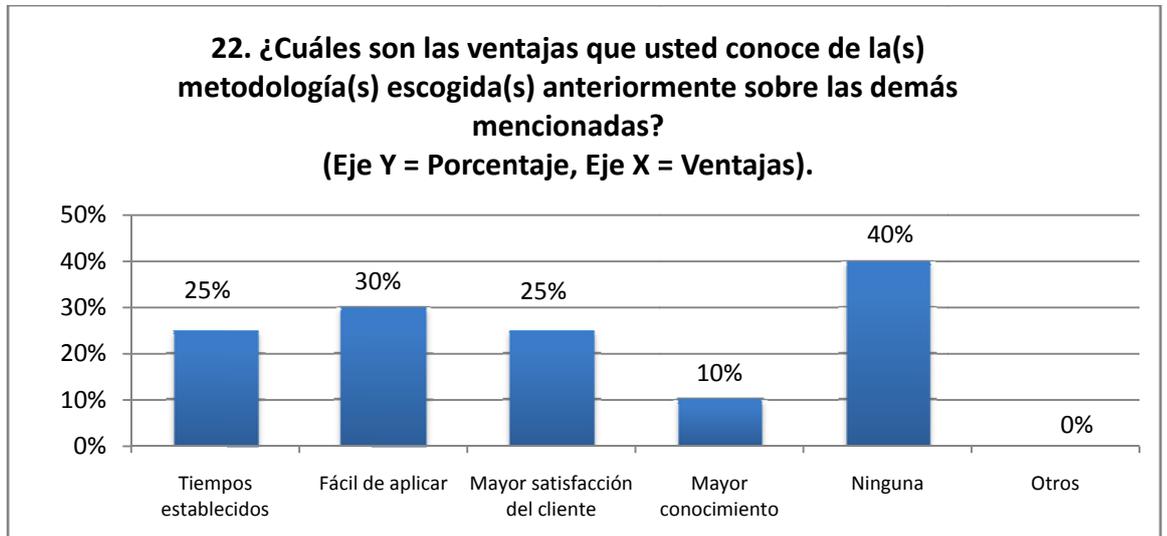
Gráfico 4.1.21. Estadísticas de la pregunta 21 de la encuesta



22. ¿Cuáles son las ventajas que usted conoce de la(s) metodología(s) escogida(s) anteriormente sobre las demás mencionadas?

Esta pregunta se enfoca en establecer cuál o cuáles son los puntos fuertes de las metodologías escogidas en la pregunta 21. El 19% de los encuestados contestaron que cumplían con los tiempos establecidos, el 23% dijo que eran fáciles de aplicar, el 19% contestó que ayudaban a alcanzar mayor satisfacción por parte de los clientes, el 8% dijo que su fuerte era que existía un mayor conocimiento de dichas metodologías, el 27% contestó que no le veía ninguna ventaja. En la siguiente gráfica se muestran los resultados de esta pregunta (Gráfico 4.1.22).

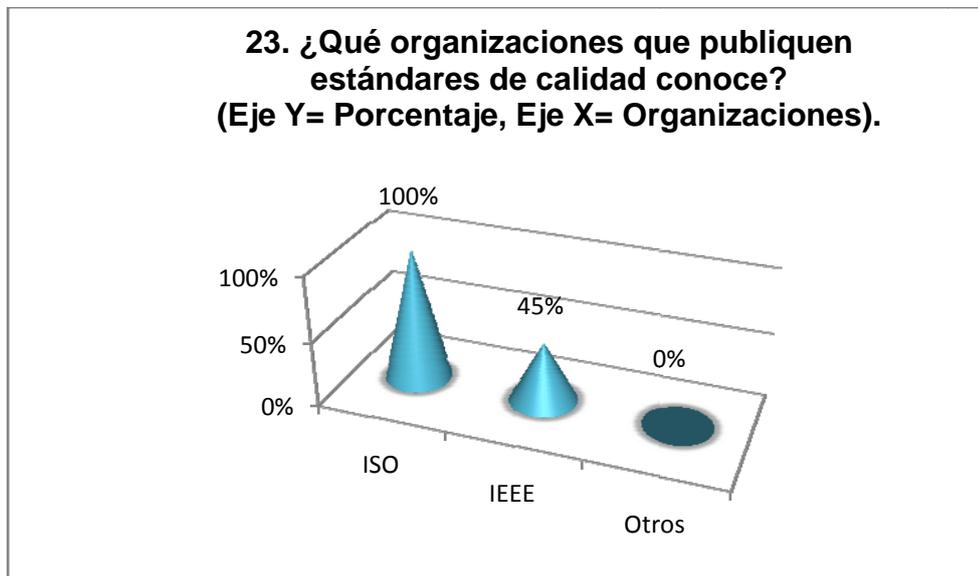
Gráfico 4.1.22. Estadísticas de la pregunta 22 de la encuesta



23. ¿Qué organizaciones que publiquen estándares de calidad conoce?

La totalidad de los encuestados respondió que conocían acerca de la ISO, mientras un 45% contestó que conocían acerca de la IEEE y ninguno de los encuestados tenía conocimiento acerca de otras organizaciones de este tipo. En el siguiente gráfico se pueden observar los resultados pertenecientes a esta pregunta (Gráfico 4.1.23).

Gráfico 4.1.23. Estadísticas de la pregunta 23 de la encuesta



24. De la organizaciones escogidas en la pregunta anterior ¿Qué estándares de calidad conoce?

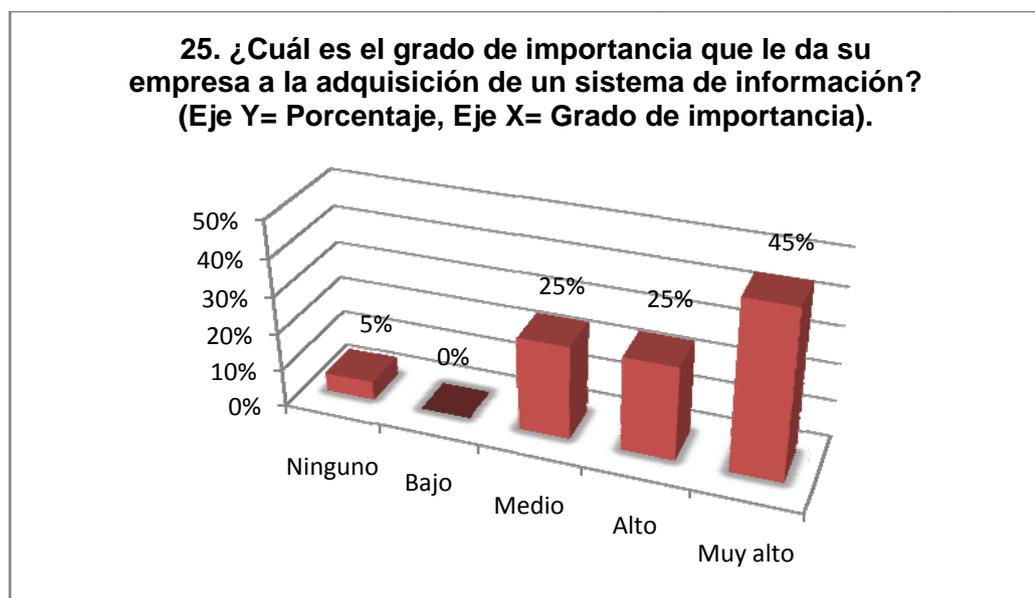
En la pregunta 24 se les consultó acerca de que estándares de calidad de las organizaciones mencionadas por ellos conocían, 8 de los 20 encuestados dijeron no conocer ningún estándar de aquellas organizaciones de las cuales tenían conocimiento, de la ISO, los encuestados conocían los estándares ISO 9000, ISO 9001, ISO 14000 e ISO 9116, mientras que de la IEEE no conocían ningún estándar.

25. ¿Cuál es el grado de importancia que le da su empresa a la adquisición de un sistema de información?

En la pregunta 25 se les consultó acerca del grado de importancia que su empresa le asigna a la adquisición de un sistema de información, el 5% dijo que el grado era nulo, el 25% dijo que la empresa asignaba un grado

medio de importancia a la implantación de sistemas, el 25% dijo que había un grado alto y un 45% dijo que para su empresa era muy importante adquirir un sistema. Abajo se muestra una gráfica estadística de esta pregunta (Gráfico 4.1.24).

Gráfico 4.1.24. Estadísticas de la pregunta 25 de la encuesta



26. ¿Cuánto esfuerzo dedica su empresa en informarse acerca de las empresas desarrolladoras de software presentes en el medio, previo a una adquisición de algún sistema de información?

En esta pregunta se les consultó acerca del grado de importancia que su empresa le da a informarse acerca de los desarrolladores previo a la adquisición de un sistema de información, el 20% contestó que dedicaban mucho esfuerzo, el 55% dijo que su empresa dedicaba el esfuerzo necesario, el 15% dijo que el esfuerzo era poco y un 10% que su

empresa no dedicaba esfuerzos en este tema. A continuación se muestran los resultados concernientes a esta pregunta (Gráfico 4.1.25).

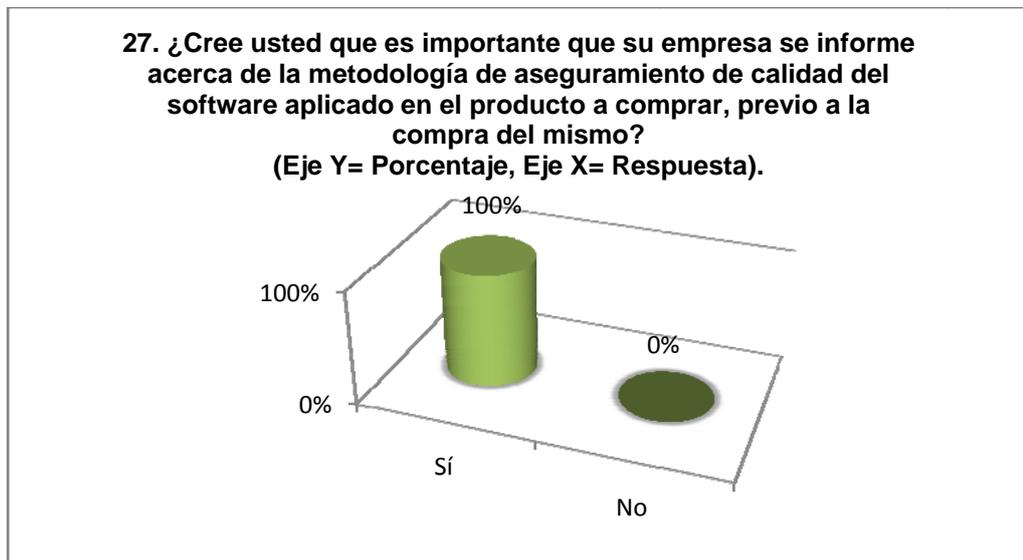
Gráfico 4.1.25. Estadísticas de la pregunta 26 de la encuesta



27. ¿Cree usted que es importante que su empresa se informe acerca de la metodología de aseguramiento de calidad del software aplicado en el producto a comprar, previo a la compra del mismo?

El 100% de las personas consultadas respondió que es importante que su empresa se informe sobre la metodología de aseguramiento de calidad usada durante un proceso de desarrollo de software previo a la adquisición del mismo. En el siguiente gráfico se muestran los resultados concernientes a esta pregunta (Gráfico 4.1.26).

Gráfico 4.1.26. Estadísticas de la pregunta 27 de la encuesta



28. ¿Compraría usted un software que no haya aplicado ninguna metodología durante su proceso de desarrollo?

El 75% de las personas consultadas respondió que sí compraría un software que no haya aplicado ninguna metodología de aseguramiento de calidad durante el proceso de desarrollo del mismo, y el 25% dijo que no lo compraría. A continuación se muestra una gráfica estadística de esta pregunta (Gráfico 4.1.27).

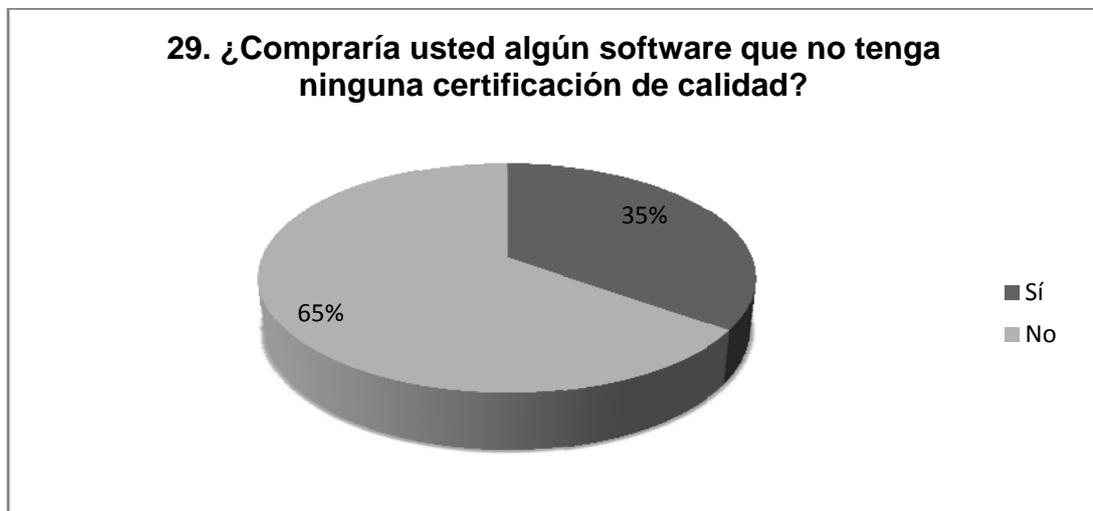
Gráfico 4.1.27. Estadísticas de la pregunta 28 de la encuesta



29. ¿Compraría usted algún software que no tenga ninguna certificación de calidad?

El 35% de las personas consultadas respondió que sí compraría un software que no tenga ninguna certificación de calidad y el 65% dijo que no lo compraría. Abajo se muestran los resultados de esta pregunta (Gráfico 4.1.28).

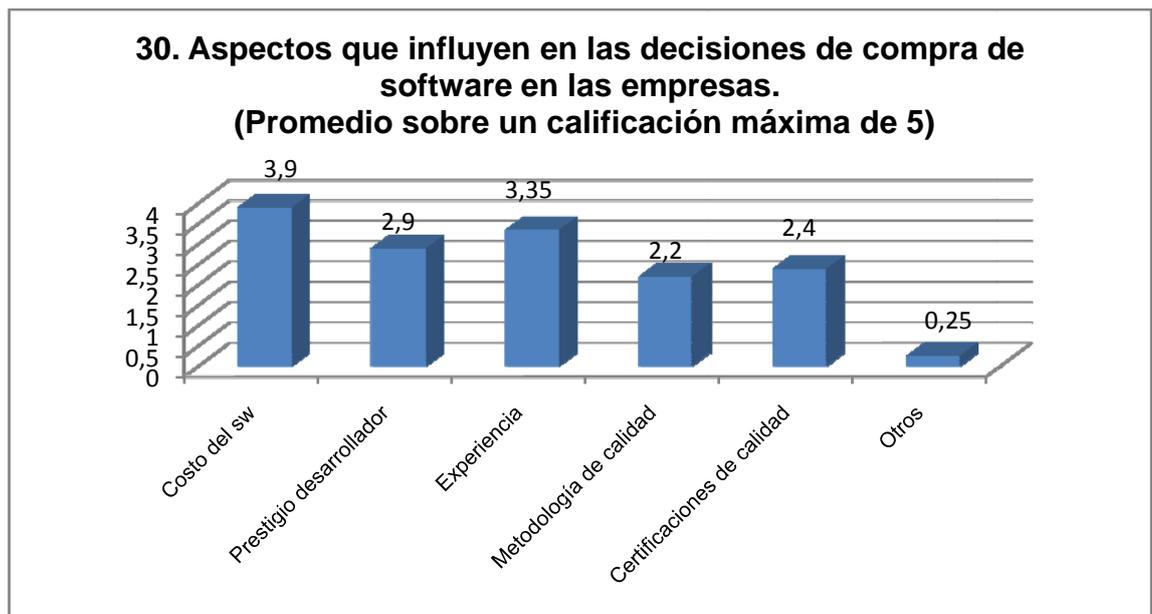
Gráfico 4.1.28. Estadísticas de la pregunta 29 de la encuesta



30. Aspectos que influyen en las decisiones de compra de software en su empresa.

La pregunta 30 se enfoca en encontrar cuáles son los aspectos que más influyen en las decisiones de compra de una empresa sobre un software, para la mayoría de las personas encuestadas, el costo es lo primordial. Seguido de la experiencia previa que se haya tenido con la empresa desarrolladora. En tercer lugar en importancia se encuentra el prestigio de la empresa desarrolladora. Luego tenemos la metodología de calidad que hayan usado los desarrolladores en el proceso de desarrollo del software y por último tenemos las certificaciones de calidad que posea la empresa desarrolladora. A continuación se muestra una gráfica estadística con los resultados pertenecientes a esta pregunta (Gráfico 4.1.29).

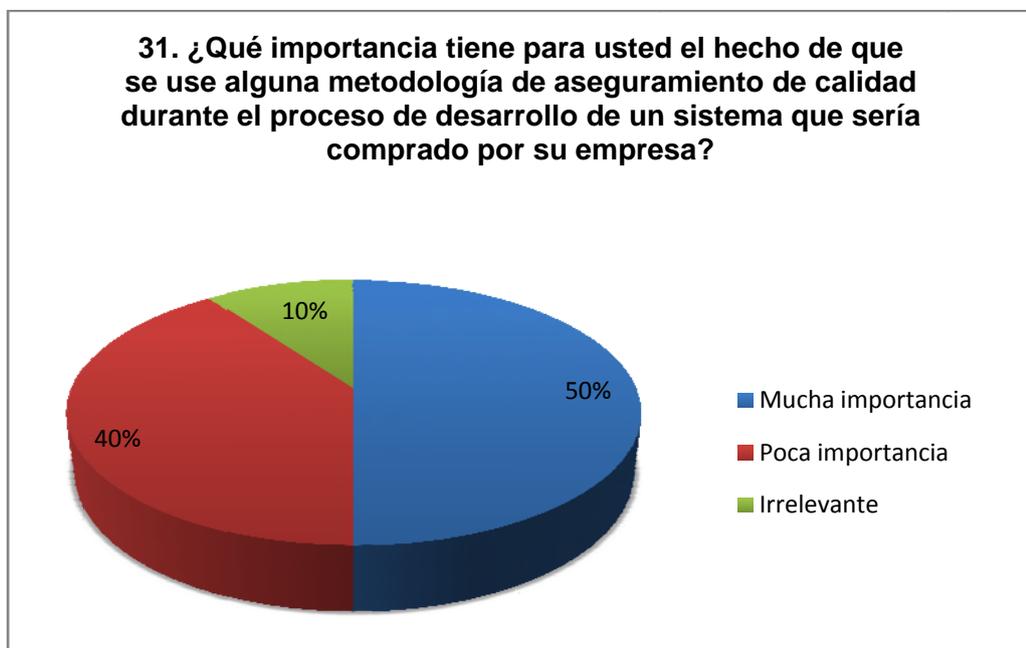
Gráfico 4.1.29. Estadísticas de la pregunta 30 de la encuesta



31. ¿Qué importancia tiene para usted el hecho de que se use alguna metodología de aseguramiento de calidad durante el proceso de desarrollo de un sistema que sería comprado por su empresa?

La pregunta 31 se basaba en la importancia que otorgaban los encuestados al uso de metodologías de aseguramiento de calidad durante el desarrollo de un software, el 50% contestó que le daba mucha importancia, el 40% dijo que le daba poca importancia y el restante 10% respondió que le era indiferente. En el siguiente gráfico se muestran las estadísticas concernientes a esta pregunta (Gráfico 4.1.30).

Gráfico 4.1.30. Estadísticas de la pregunta 31 de la encuesta



32. Al momento de solicitar el desarrollo de un sistema de información, ¿Su empresa exigió la utilización de algún lenguaje de programación específico?

Esta pregunta estuvo enfocada en conocer cuál o cuáles eran los lenguajes de programación más solicitados por las empresas cuando deciden comprar un software, los resultados arrojaron las siguientes estadísticas: El 50% no exigió ningún lenguaje de programación en específico, el 18% exigió que el software fuese desarrollado en lenguajes de .NET, el 18% exigió PHP, el 5% exigió Java y el 9% exigió otros lenguajes de programación. Entre este 9% se encuentran los lenguajes ABAP, SAP y FoxPro. Abajo se muestra una gráfica estadística con los resultados de esta pregunta (Gráfico 4.1.31).

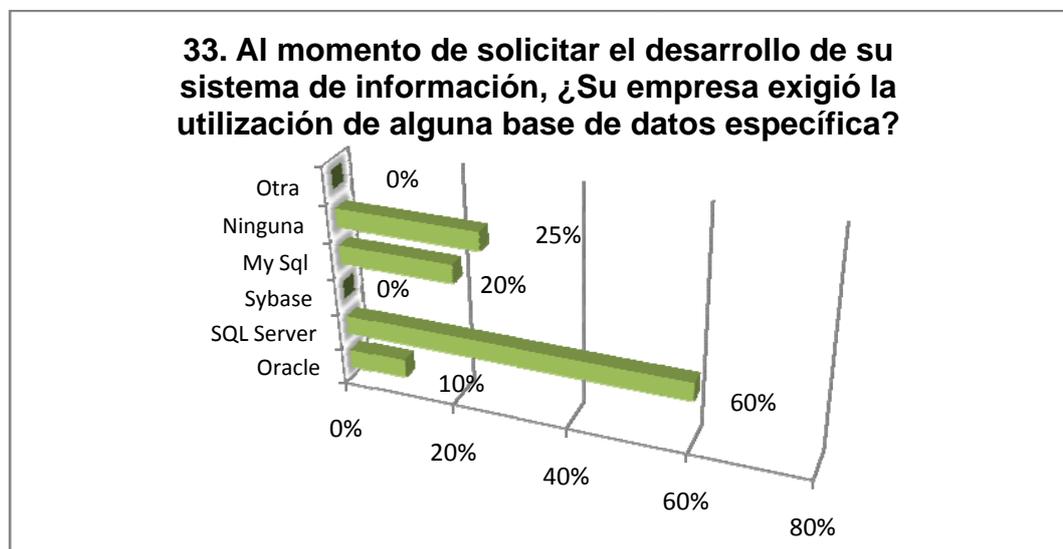
Gráfico 4.1.31. Estadísticas de la pregunta 32 de la encuesta



33. Al momento de solicitar el desarrollo de su sistema de información, ¿Su empresa exigió la utilización de alguna base de datos específica?

Esta pregunta estuvo enfocada en conocer cuál o cuáles eran las bases de datos más solicitadas por las empresas cuando deciden comprar un software, los resultados arrojaron las siguientes estadísticas: El 25% no exigió ninguna base de datos específica, el 20% exigió que el software tuviese como base de dato a MySQL, el 10% exigió Oracle y el 60% exigió SqlServer. A continuación se muestra una gráfica estadística con los resultados de esta pregunta (Gráfico 4.1.32).

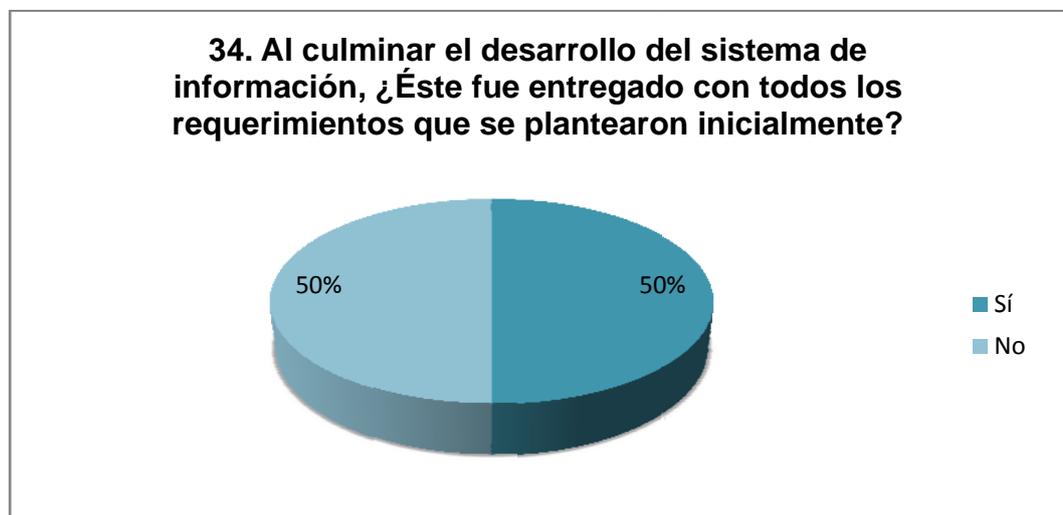
Gráfico 4.1.32. Estadísticas de la pregunta 33 de la encuesta



34. Al culminar el desarrollo del sistema de información, ¿Éste fue entregado con todos los requerimientos que se plantearon inicialmente?

La estadísticas concernientes a esta pregunta, nos indican que exactamente la mitad de las empresas participantes del estudio obtuvo sistemas con todos los requerimientos planteados al inicio del desarrollo del mismo, mientras la otra mitad no. Abajo se muestran los resultados de esta pregunta de manera gráfica (Grafico 4.1.33).

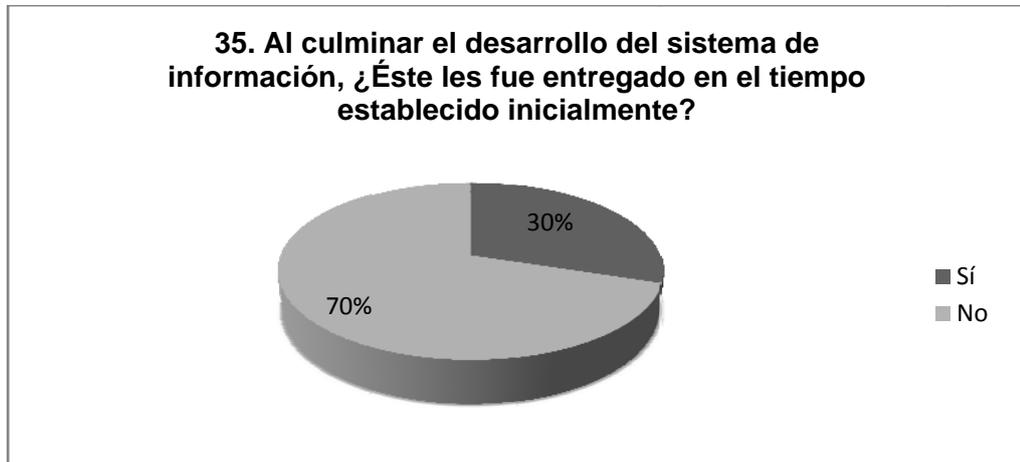
Gráfico 4.1.33. Estadísticas de la pregunta 34 de la encuesta



35. Al culminar el desarrollo del sistema de información, ¿Éste les fue entregado en el tiempo establecido inicialmente?

Las respuestas a esta pregunta fueron que apenas el 30% de las empresas en cuestión recibieron sus sistemas en el tiempo establecido al inicio del mismo, mientras el restante 70% no recibió sus sistemas a tiempo. A continuación se muestra una gráfica estadística de esta pregunta (Gráfico 4.1.34).

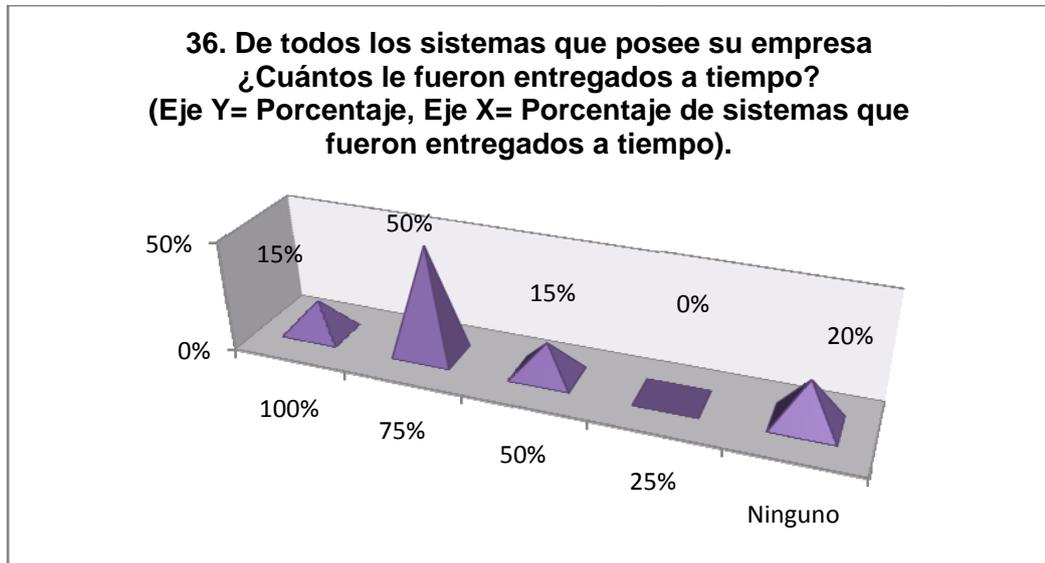
Gráfico 4.1.34. Estadísticas de la pregunta 35 de la encuesta



36. De todos los sistemas que posee su empresa ¿Cuántos le fueron entregados a tiempo?

Esta pregunta nos permitió conocer en qué porcentaje fueron entregados a tiempo los sistemas que poseían las empresas, al 15% de las empresas le entregaron la totalidad de sus sistemas a tiempo, el 50% de las empresas dijo que un 75% de sus sistemas fueron entregados a tiempo, el 15% contestó que sólo la mitad de sus sistemas le fueron entregados a tiempo y el 20% dijo que ninguno cumplió con los tiempos establecidos. En el siguiente gráfico se muestran los resultados de esta pregunta (Gráfico 4.1.35).

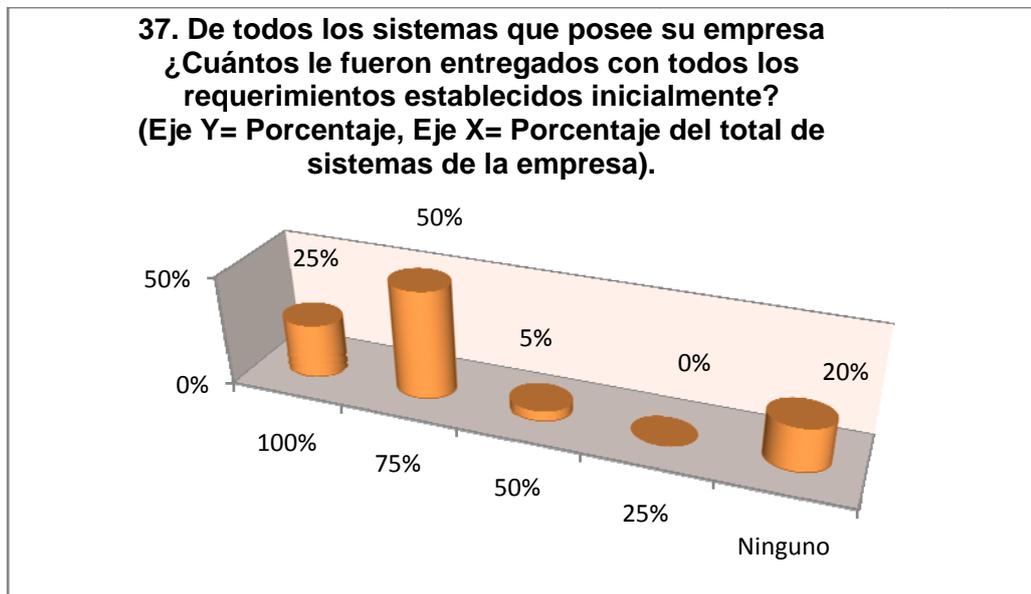
Gráfico 4.1.35. Estadísticas de la pregunta 36 de la encuesta



37. De todos los sistemas que posee su empresa ¿Cuántos le fueron entregados con todos los requerimientos establecidos inicialmente?

Esta pregunta nos permitió conocer en qué porcentaje fueron entregados con todos los requerimientos establecidos previamente los sistemas que poseían las empresas, al 25% de las empresas le entregaron la totalidad de sus sistemas completos, el 50% de las empresas dijo que un 75% de sus sistemas fueron entregados completos, el 5% contestó que solamente la mitad de sus sistemas le fueron entregados completos y el 20% dijo que ninguno fue entregado completo. A continuación se muestran los resultados de esta pregunta de manera gráfica (Gráfico 4.1.36).

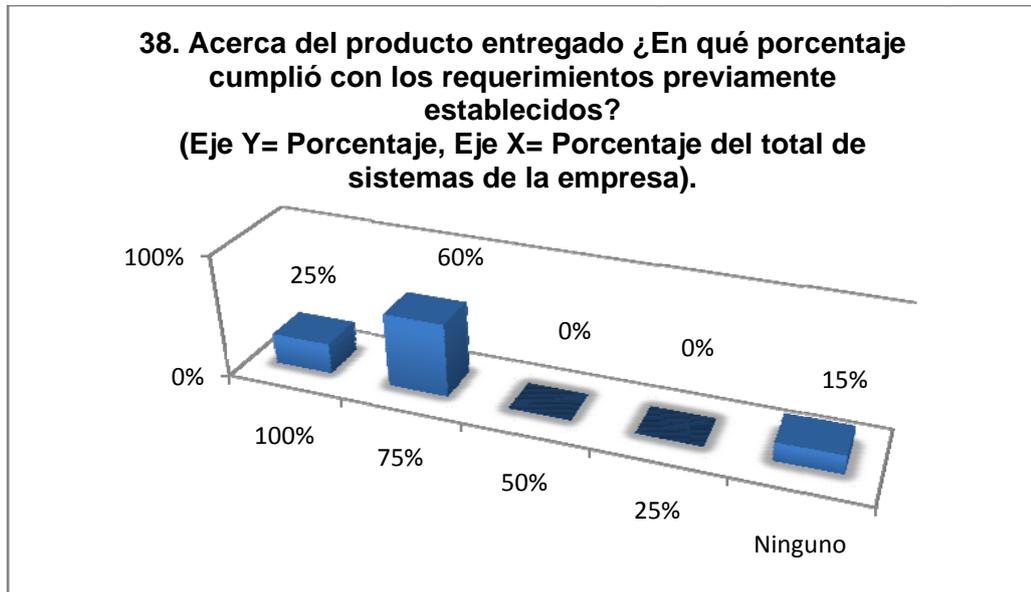
Gráfico 4.1.36. Estadísticas de la pregunta 37 de la encuesta



38. Acerca del producto entregado ¿En qué porcentaje cumplió con los requerimientos previamente establecidos?

Esta pregunta a diferencia de la anterior mide el porcentaje de los requerimientos con los que cumplían los sistemas de las empresas encuestadas, el 25% dijo que el sistema cumplió al 100% los requerimientos, el 60% contestó que el sistema cumplió con el 75% de los requerimientos y finalmente un 15% dijo que no se cumplieron con los requerimientos que habían pedido. En el siguiente gráfico se muestran las estadísticas concernientes a esta pregunta (Gráfico 4.1.37).

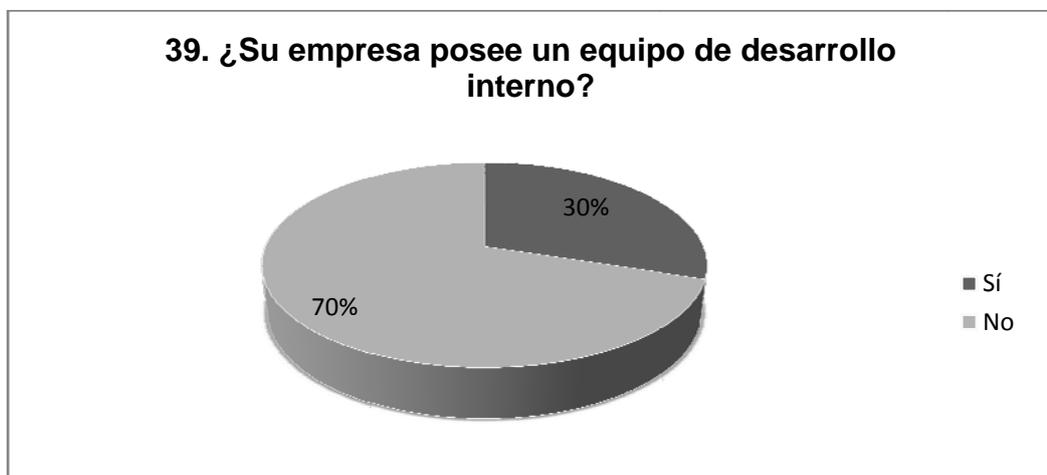
Gráfico 4.1.37. Estadísticas de la pregunta 38 de la encuesta



39. ¿Su empresa posee un equipo de desarrollo interno?

El 30% de las empresas dijeron que sí poseían un equipo de desarrollo interno y el 70% contestó que no. Abajo se muestra una gráfica estadística de los resultados de esta pregunta (Gráfico 4.1.38).

Gráfico 4.1.38. Estadísticas de la pregunta 39 de la encuesta



40. ¿Por qué motivo su empresa no posee un equipo de desarrollo?

De las empresas que no poseen equipo de desarrollo el 71% no lo necesita, el 22% no tiene presupuesto para solventarlo, y el 7% estableció otras razones, entre ellas, que no es prioritario para su negocio. A continuación se muestra una gráfica estadística de esta pregunta (Gráfico 4.1.39).

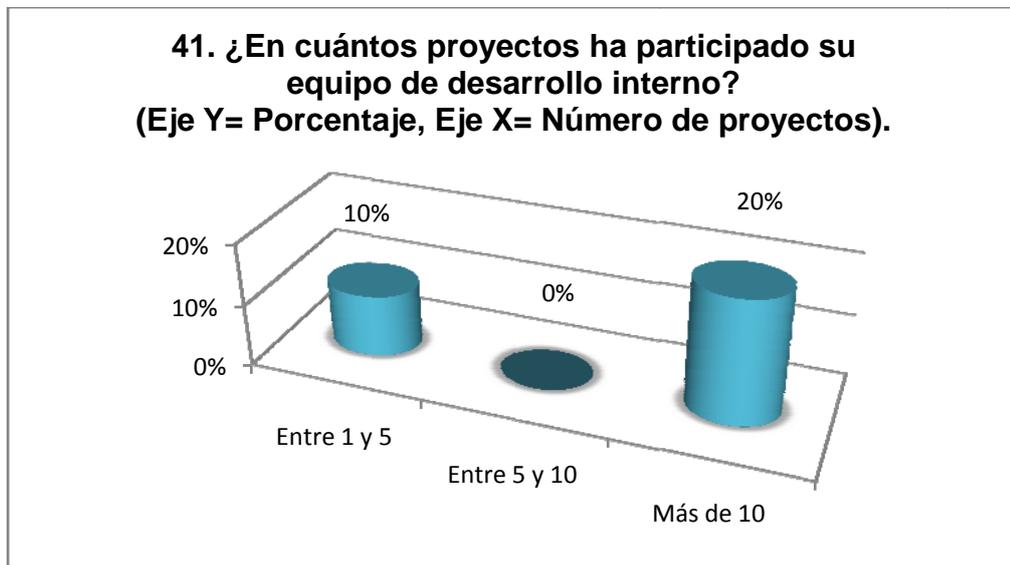
Gráfico 4.1.39. Estadísticas de la pregunta 40 de la encuesta



41. ¿En cuántos proyectos ha participado su equipo de desarrollo interno?

De las empresas que sí poseen equipo de desarrollo, el 10% dijo que su equipo ha participado entre 1 y 5 proyectos, y el 20% dijo que su equipo ha participado en más de 10 proyectos. En el siguiente gráfico se muestran los resultados de esta pregunta (Gráfico 4.1.40).

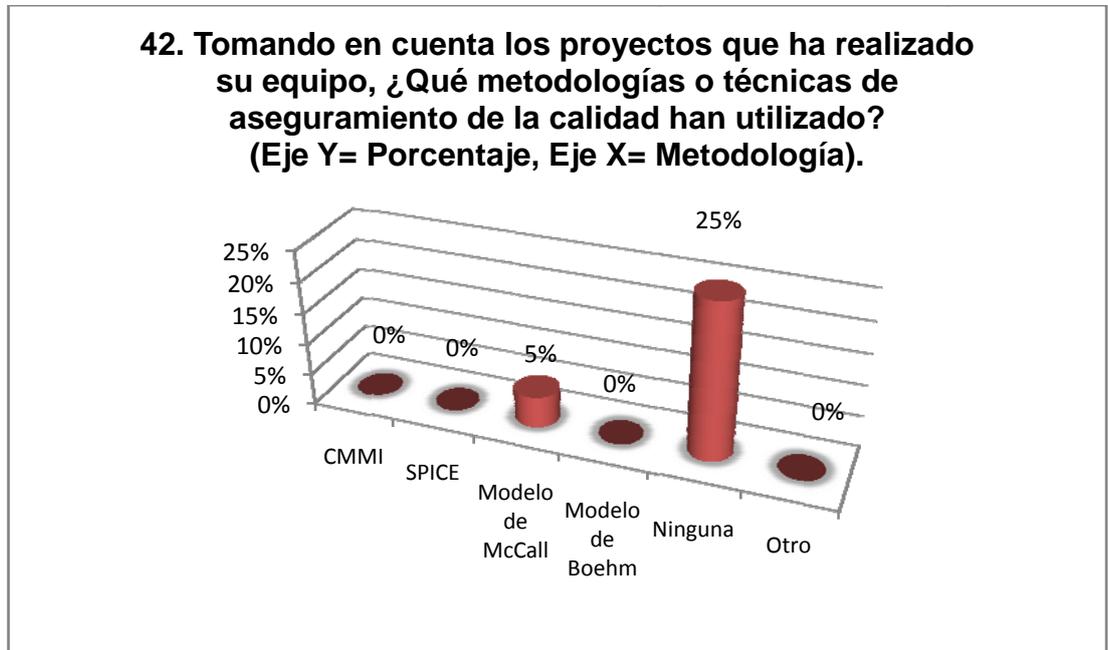
Gráfico 4.1.40. Estadísticas de la pregunta 41 de la encuesta



42. Tomando en cuenta los proyectos que ha realizado su equipo, ¿Qué metodologías o técnicas de aseguramiento de la calidad han utilizado?

De las empresas que sí poseen equipo de desarrollo, el 25% dijeron que su equipo no utiliza ninguna metodología o técnica de aseguramiento de calidad, y apenas un 5% aplica el modelo de McCall. Cabe recalcar que las empresas cuyo equipo de desarrollo no utiliza ninguna metodología de calidad, realiza sus proyectos de forma artesanal, esto quiere decir que no aplican ninguna metodología conocida, ni empírica creada por ellos dentro de sus proyectos. A continuación se muestra una gráfica estadística de esta pregunta (Gráfico 4.1.41).

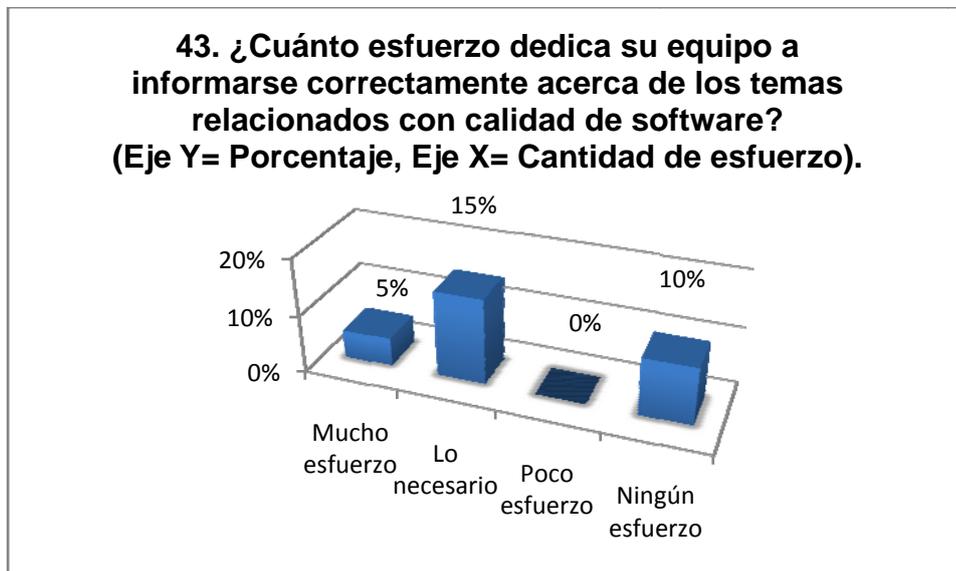
Gráfico 4.1.41. Estadísticas de la pregunta 42 de la encuesta



43. ¿Cuánto esfuerzo dedica su equipo a informarse correctamente acerca de los temas relacionados con calidad de software?

De las empresas que sí poseen equipo de desarrollo, el 5% dedica mucho esfuerzo a conocer sobre calidad de software, el 15% dedica un esfuerzo medio y el 10% ningún esfuerzo. A continuación se muestra una gráfica estadística de esta pregunta (Gráfico 4.1.42).

Gráfico 4.1.42. Estadísticas de la pregunta 43 de la encuesta



Al concluir la encuesta se procedió a realizar el análisis de confiabilidad a la misma, en dicho análisis se obtuvo un alfa de Cronbach de 0,670. Estos resultados muestran que la encuesta es confiable, tomando en cuenta que la cantidad de preguntas pertenecientes a esta encuesta es muy alta. Se puede consultar el análisis de confiabilidad en el **ANEXO 3**.

4.2. Pruebas de verificación de hipótesis

En este punto, se procede a realizar la verificación de las cuatro hipótesis planteadas en el capítulo 3 sección 1.

Hipótesis 1

“Las empresas basan su decisión de compra de productos de software, en aspectos no relacionados con la calidad de software, como el costo y/o el prestigio de la empresa desarrolladora”.

Prueba de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): “Las empresas no basan su decisión de compra de productos de software, en aspectos no relacionados con la calidad de software, como el costo y/o el prestigio de la empresa desarrolladora”.

Hipótesis alterna (H_1): “Las empresas basan su decisión de compra de productos de software, en aspectos no relacionados con la calidad de software, como el costo y/o el prestigio de la empresa desarrolladora”.

Estadístico de prueba: Número de personas que asignaron una calificación de 5 a la opción de costo del software, a la opción de prestigio de la empresa desarrolladora o a la opción de experiencia previa con dicha empresa, es decir que estén a favor de estas opciones en la pregunta 30.

Región Crítica: $X \leq 7$

Desarrollo:

$$H_0: P = 0.5$$

$$\alpha = P(\text{Rechazar } H_0 | H_0 \text{ es verdadera})$$

VS

Esto es Error del tipo 1

$$H_1: P < 0.5$$

$$\alpha = P(X \leq 7) = P(X = 0) + P(X = 1) + P(X = 2) + P(X = 3) + P(X = 4) + P(X = 5) + P(X = 6) + P(X = 7)$$

$$\alpha = 0.131587982$$

$$\alpha < 0.5$$

La hipótesis alterna queda demostrada, y se rechaza la hipótesis nula. Por tanto la primera hipótesis queda demostrada. (Datos tomados de la pregunta 30 de la encuesta).

Para esta primera hipótesis la conclusión a la que se ha llegado es que dicha hipótesis es verdadera, basados en los resultados de la pregunta 30 de la encuesta y de la prueba de hipótesis está probado que a la mayoría de empresas le importa mucho el costo de cualquier producto a comprar, y también buscan que las empresas que le ofrezcan los productos tengan experiencia y prestigio. Se podría decir que estos puntos son claves para la mayoría de empresas cuando se procede a la evaluación de un producto de software. Los resultados de la pregunta 30 de la encuesta muestran que sobre un máximo de 5 puntos, el costo obtuvo un promedio de 3.9 siendo este el aspecto primordial dentro de la adquisición de un software, mientras la experiencia previa con la empresa proveedora, obtuvo 3.34 de promedio y el prestigio del desarrollador obtuvo 2.29 de promedio, siendo estas las razones principales que se evalúan dentro del proceso de compra de un software.

Hipótesis 2

“La metodología utilizada en el proceso de desarrollo del software no tiene una importancia relevante en la decisión de compra de los clientes”.

Prueba de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): “La metodología utilizada en el proceso de desarrollo del software tiene una importancia relevante en la decisión de compra de los clientes”.

Hipótesis alterna (H_1): “La metodología utilizada en el proceso de desarrollo del software no tiene una importancia relevante en la decisión de compra de los clientes”.

Estadístico de prueba: Número de personas que asignaron una calificación de 5 a la opción de metodología usada en el proceso de desarrollo del software en la pregunta 30.

Región Crítica: $X \leq 2$

Desarrollo:

$H_0: P = 0.5$

$\alpha = P(\text{Rechazar } H_0 | H_0 \text{ es verdadera})$

VS

Esto es Error del tipo 1

$$H_1: P < 0.5$$

$$\alpha = P(X \leq 2) = P(X = 0) + P(X = 1) + P(X = 2)$$

$$\alpha = 2.012252808^{-4}$$

$$\alpha < 0.5$$

La hipótesis alterna queda demostrada, y se rechaza la hipótesis nula. Por tanto la segunda hipótesis queda demostrada. (Datos tomados de la pregunta 30 de la encuesta).

La segunda hipótesis de nuestro estudio ha quedado demostrada, al igual que la hipótesis anterior, la demostración se la ha realizado en base a los resultados de la pregunta 30 de la encuesta y de la prueba de hipótesis, para esta hipótesis la conclusión es verdadera en nuestro medio, ya que a la mayoría de las empresas, no les interesa cual metodología se use con tal de llegar a la meta deseada que es un producto que funcione de manera correcta o se ajuste a sus necesidades. Esto se lo puede tomar como una medida irresponsable, ya que al hacer esto no se piensa para nada en el futuro ni tampoco en las posibles expansiones que tenga que hacerse en el producto a cualquiera de sus niveles. Los resultados de la pregunta 30 de la encuesta muestran que sobre un máximo de 5 puntos, la metodología usada durante el proceso de desarrollo del software, obtuvo 2.2 de promedio, lo cual es relativamente bajo en comparación, con los puntajes obtenidos por otras opciones, como el costo del

software. En nuestra opinión, con una mala metodología utilizada se podría decir que no es un producto de calidad porque este no brinda facilidades y tiende a ser un producto legado.

Hipótesis 3

“Las empresas no investigan de manera adecuada acerca de las metodologías para aseguramiento de la calidad existentes”.

Esta hipótesis requiere de un análisis más profundo ya que son varias las preguntas de la encuesta que estaban encaminadas a obtener la información necesaria para obtener una conclusión de esta hipótesis.

Primero tenemos los resultados de la pregunta 17, en la cual el 40% de las empresas no dedican esfuerzos para conocer acerca de las metodologías de aseguramiento de calidad, esto es un porcentaje muy alto; Pero no queda solamente en eso, ya que del 60% que afirmó dedicar esfuerzos en este campo, el 15% realiza un esfuerzo medio o bajo y apenas un 45% realiza un esfuerzo significativo.

Por lo tanto si vemos el resultado final nos daremos cuenta de que un 55% no realiza un trabajo que pueda ser considerado como esfuerzo significativo en este campo, mientras el 45% si lo hace. Por lo que este mayor porcentaje conlleva a que se concluya que la hipótesis 3 del estudio es verdadera.

Hipótesis 4

“La empresas clientes prefieren a las empresas desarrolladoras internacionales sobre las nacionales”.

Para la demostración de esta hipótesis utilizaremos los resultados de las preguntas desde la 34 hasta la 38, además de que extraoficialmente conocimos que la mayoría de sistemas que poseían las empresas habían sido desarrollados por proveedores nacionales y en algunos casos no eran empresas desarrolladoras sino simplemente personas naturales, esto se debió principalmente al costo.

Al revisar los resultados de la encuesta tenemos que el 50% de los sistemas que fueron entregados a estas empresas no cumplieron con los requerimientos establecidos al inicio del desarrollo del sistema, mientras que en un 70% de los casos los sistemas no fueron entregados en el tiempo estipulado, apenas en un 15% de los casos los sistemas lograron cumplir con todos los requerimientos y en el restante 75% no se completaron los sistemas. Por esto muchas de estas empresas nos comentaron que para futuras adquisiciones buscarían proveedores internacionales que no sean muy costosos, inclinándose por la opción de comprar más productos de software empaquetados.

Finalmente no se pudo determinar si la hipótesis es verdadera o falsa, ya que no existen datos oficiales para llegar a una conclusión definitiva. Sin embargo se pudo establecer, que aunque en un inicio las empresas se inclinaron por contratar proveedores nacionales debido al costo, luego de las experiencias no satisfactorias que tuvieron con estos proveedores, han optado por en un futuro buscar otras alternativas, siendo la de mayor aceptación la de adquirir software empaquetado, desarrollado por empresas internacionales.

4.3. Modelo Construido

En este apartado, se detallan las características eficaces que debería poseer un modelo de aseguramiento de calidad de software, en base a los resultados obtenidos mediante las encuestas, de esta manera se toman en cuenta los aspectos más importantes de las metodologías y técnicas de aseguramiento de calidad de software presentadas, para a partir de los mismos poder realizar el bosquejo que combine estas características y así apegarnos a las cualidades de la mayoría de empresas ecuatorianas.

4.3.1. Introducción

En el desarrollo de este modelo se utilizarán los datos correspondientes a las preguntas 21 y 22 de la encuesta, así como también la información teórica sobre los modelos y técnicas de

aseguramiento de calidad de software. La adaptación de los mismos al modelo es un proceso el cual se ha estudiado cuidadosamente.

4.3.2. Aspectos del modelo

Basados en los resultados de la encuesta obtuvimos que para las empresas encuestadas el modelo más eficaz es el CMMI, además los modelos de McCall y de Boehm obtuvieron un alto porcentaje de aceptación por parte de los encuestados.

Para cumplir con los tiempos establecidos en el inicio de desarrollo de un software, una empresa debería aplicar al menos ciertas prácticas de CMMI de nivel 2, a pesar de que simplemente con el hecho de que un grupo de desarrolladores funcione como empresa constituida y organizada ya se está cerca de alcanzar el primer nivel de CMMI; sin embargo, como es costoso aplicar CMMI de nivel 2 a una organización, existen prácticas sencillas que se pueden aplicar. Estas prácticas se detallan a continuación:

1. Antes de comenzar el desarrollo de un proyecto debe ser obligación de los miembros del equipo, estimar el tamaño del sistema, esto implica realizar una estimación acerca de los recursos, esfuerzos y costos que se necesitarán para desarrollar el sistema. Una vez hecho esto se pasa a la estimación de los tiempos.

2. Para la estimación de los tiempos debe existir un consenso con el cliente con el fin de integrarlo al proceso, para que sus ideas aporten al mejor desarrollo del proyecto. Y para lograr un consenso en el plazo máximo de entrega del sistema, esto contribuirá a establecer tiempos fáciles de cumplir por parte de los desarrolladores.
3. Para cumplir a cabalidad con los dos aspectos antes mencionados, se debe exigir al grupo de desarrollo la utilización de herramientas de estimación de esfuerzos y planificación de proyectos como COCOMO y Microsoft Project.
4. Posterior a esto se deben programar reuniones con el cliente a fin de mostrar avances periódicos, para en el caso de que no le satisfagan y haya que realizar cambios, estos sean hechos en un tiempo en el que no afecten a la totalidad del software. Este aspecto también contribuirá a la realización de un producto de calidad.
5. También se debe aplicar las experiencias pasadas, sería de mucha ayuda que si han realizado proyectos similares a esto utilicen la experiencia y código reutilizable en este nuevo proyecto.

Del modelo de Boehm se sugiere que se utilice lo siguiente al momento de definir los indicadores que se aplicarán a la evaluación del software:

1. Medir la utilidad del sistema, es decir realizar mediciones en los aspectos de fiabilidad y eficiencia, en cada etapa de pruebas no solo debe importar que el sistema sea fiable sino también que cumpla con su trabajo de manera eficiente, esto conducirá hacia una mayor satisfacción del cliente.
2. Medir la mantenibilidad, no sólo es importante que el sistema funcione de manera correcta sino también que se puedan detectar fácilmente las fallas y de la misma manera poder corregirlas.

A lo expuesto anteriormente se deben añadir los siguientes parámetros tomados del modelo de McCall:

1. Portabilidad, es decir que el sistema que se vaya a realizar puede utilizarse en varios ambientes sin crear problemas en su funcionamiento.
2. Interoperabilidad, para que no ocurran fallas cuando el sistema deba interactuar con otro.
3. Flexibilidad, es necesaria una proyección a futuro del sistema, pensando siempre en que el sistema sea fácil de adaptarse a la realización de cambios ligados netamente a nuevos requerimientos que presente el cliente en el futuro. Éste es un aspecto importante que debe evaluarse en todas las etapas del desarrollo.

4. Reusabilidad, para que parte del código empleado en el sistema construido pueda ser de utilidad en el desarrollo de otros sistemas en el futuro, esto permitirá disminuir los tiempos de desarrollo y cumplir con los mismos con el fin de lograr una mayor satisfacción por parte de los clientes.

CONCLUSIONES

- La mayoría de las empresas en la actualidad poseen sistemas de información, de manera que las actividades de su empresa se manejen de forma automatizada, sin embargo, todavía existen empresas que no han implementado sistemas, lo cual les pone en desventaja con respecto a sus competidores. La mayoría de personas encuestadas consideran que la importancia de los sistemas de información radica en la automatización de las actividades de la empresa, a más del mejoramiento de flujo de información y el soporte que brindan a los gerentes en la toma de decisiones.
- Las empresas han optado porque en las áreas funcionales que sean componentes de la cadena primaria de valor, existan uno o varios sistemas para ayudar al correcto funcionamiento de dichas áreas.
- La mayor parte de las empresas presentes en la encuesta dedican esfuerzos a informarse acerca de los avances en el campo de la calidad de software, pero son pocas las empresas que dedican una cantidad de esfuerzo significativo. Por lo tanto consideramos que falta todavía tomar conciencia de la importancia de este campo en el desarrollo de software, para que así las empresas posean sistemas que satisfagan sus necesidades y expectativas.

- Tomando en cuenta que en muchas empresas no se dedica el esfuerzo necesario a informarse sobre los avances en la calidad de software, pudimos constatar que una cantidad significativa de las personas encuestadas no conocían ninguna metodología o técnica de aseguramiento de calidad, y lo único importante de recalcar es que muchos de ellos sí conocen acerca de CMMI. Esto contrasta con el hecho de que la mitad de los encuestados afirmaron que las metodologías o técnicas de aseguramiento de calidad son muy importantes en el desarrollo de sistemas; sin embargo es importante empezar por informarse de manera interna en la empresa, para posteriormente exigir información a sus proveedores de software.
- En cuanto al proceso de adquisición de un determinado software, la totalidad de las personas encuestadas contestaron que es importante que las empresas se informen acerca de la metodología de calidad que se le haya aplicado al software en cuestión, muchos de ellos afirmaron que no comprarían un software que no haya utilizado ninguna metodología durante el proceso de desarrollo, sin embargo existen algunos que de todas formas comprarían un software aunque no se le haya aplicado ninguna metodología. Por esto es que para las empresas poder establecer un nivel de satisfacción no depende de una metodología determinada, ellos dan prioridad a otros aspectos no relacionados con la calidad de software.

- Las empresas encuestadas nos proporcionaron información acerca de los aspectos que tienen mayor influencia en las decisiones de compras de productos de software, la mayor influencia la tiene el costo del producto y en segundo lugar de influencia se encuentra la experiencia previa que se haya tenido con la empresa desarrolladora, seguido del prestigio del proveedor. Mientras aspectos como certificaciones de calidad que posee el proveedor y las metodologías y técnicas de aseguramiento de calidad, han quedado relegadas a un segundo plano, lo cual confirma la tendencia a informarse poco sobre la calidad de un producto de software. En conclusión las empresas no asignan una importancia relevante a los aspectos de calidad presentes en un software.
- También se identificaron las bases de datos más pedidas cuando las empresas solicitan los sistemas. En primer lugar tenemos a SqlServer que fue solicitada por la mayoría de las empresas, seguido por MySql y por Oracle, mientras una cantidad significativa de empresas no exigieron ninguna base de datos en específico.
- A más de esto procedimos a la identificación de las herramientas de programación más pedidas por las empresas cuando realizan la adquisición de un sistema. Las plataformas de programación más pedida son .NET y PHP, mientras un pequeño número de empresas pidieron plataforma JAVA. La mayoría de las empresas encuestadas contestaron que no pidieron ninguna plataforma de programación en específico.

- La integración de los sistemas presentes en las empresas es un hecho en la mayoría de las empresas encuestadas, y en el resto que no se ha implementado la integración, están en proceso de llevarlo a cabo, sólo pocas empresas no dan la importancia requerida a la compartición de datos por parte de los sistemas internos. Esto es satisfactorio debido a que para un mejor desempeño de las actividades en una empresa debe existir una integración que permita el compartir datos dentro de la empresa.
- La mayor cantidad de sistemas que utilizan la empresa son de procesamiento transaccional, ya que para ellas lo más importante es automatizar las actividades contables y las transacciones diarias; pero también encontramos que muchas poseen ERP y CRM, lo cual nos dice que actualmente las empresas están enfocando la debida atención hacia sus clientes para brindarles un mejor servicio, y también enfocan su atención hacia el mejor planeamiento de los recursos internos; mientras que en un menor porcentaje encontramos los sistemas encaminados a brindar información útil a los gerentes para la toma de decisiones.
- También consultamos acerca de si los proveedores de software habían cumplido con los requisitos previamente establecidos para el software a comprar y con los tiempos estipulados. Apenas en la mitad de los sistemas adquiridos los proveedores habían cumplido con los requisitos pedidos con anterioridad para el desarrollo del sistema, donde en muchos de los casos nunca se completaron los

sistemas y lo más preocupante fue que en la mayoría de los casos los proveedores no habían entregado el software a tiempo.

- En cuanto a proveedores de software, debido a las malas experiencias que habían tenido las empresas encuestadas con proveedores nacionales, extraoficialmente nos comentaron que están considerando seriamente, que en futuras adquisiciones se optaría por productos de software empaquetados desarrollados por empresas extranjeras.
- Casi todos los encuestados conocían la diferencia entre sistemas empaquetados y sistemas desarrollados a medida, lo cual nos dio confianza de que estaban conscientes de las ventajas de cada uno de estos sistemas, la mitad de los encuestados prefiere los sistemas desarrollados a medida, y muchos de los sistemas presentes en las empresas fueron desarrollados a medida, lo cual evidencia el predominio de los mismo sobre los empaquetados, ya que estos muchas veces no se ajustan a las necesidades de las empresas.
- En este sector de vendedores de hardware y de licencias de software, son pocas las empresas que poseen un equipo de desarrollo interno, el resto no lo posee porque no es necesario o no es relevante para su negocio, y en un menor porcentaje no poseen equipo de desarrollo porque no tienen el presupuesto necesario para solventar los gastos que este demanda.

- En relación a las pocas empresas que sí poseían un equipo de desarrollo, se les consultó acerca de que metodología de calidad utilizaba dicho equipo cuando participaba en un proyecto y solamente una dijo que su equipo utilizaba el modelo de McCall, el resto no ha empleado ninguna metodología durante el desarrollo de software. Cabe recalcar que las empresas cuyo equipo de desarrollo no utiliza ninguna metodología de calidad, realiza sus proyectos de forma artesanal, esto quiere decir que no aplican ninguna metodología conocida, ni empírica creada por ellos dentro de sus proyectos.
- Al concluir este estudio se les proporcionará el modelo construido junto con los resultados del presente estudio a las empresas participantes en la encuesta para que lo tengan a consideración.

RECOMENDACIONES

- A pesar de que en su mayoría las empresas que participaron de la encuesta poseían sistemas de información, todavía existen algunas que no han implementado sistemas para de cierta forma automatizar las actividades diarias, consideramos recomendable que estas empresas implementen estos sistemas para así poder estar a la par de las demás empresas y del desarrollo tecnológico.
- Los resultados de esta encuesta muestran que las empresas no se informan correctamente acerca de las metodologías o técnicas de calidad de software. Las empresas deben informarse mejor acerca de las innovaciones en el campo de la calidad de software, para así estar en capacidad de poder elegir sistemas que satisfagan y que sean entregados a tiempo y con todos los requerimientos.
- Previo a la adquisición de un software las empresas deben buscar una lista de proveedores para a partir de la información de los mismos poder decidir correctamente a cual le comprarán el sistema, esto es debido a que pudimos constatar que no tenían información acerca de los proveedores que les permita elegir correctamente. Sería recomendable que se informaran acerca de proveedores nacionales ya que aquí en el país existen proveedores bien estructurados y que brindan productos de calidad.

- Todas las empresas que poseen más de un sistema de información, deberían optar por poner en marcha la integración de los mismos, ya que el compartir datos entre sistemas permitirá un mejor funcionamiento de las actividades en la empresa.
- En cuanto a la adquisición de un sistema, las empresas no solo deberían tomar en cuenta los precios o el prestigio de los proveedores, deberían incorporar al proceso de compra, todos los aspectos concernientes a la calidad de software y a las certificaciones de calidad que posea el proveedor, así tendrán la certeza de que el producto que están adquiriendo es un producto con altos estándares de calidad.
- En caso de que les resulte muy costoso la adquisición de un software, las empresas podrían optar por tener su propio equipo desarrollo aunque no conste de muchas personas, podrían contratar a varios programadores y capacitarlos, a fin de que puedan desarrollar sistemas acorde a las necesidades de la empresa. Una opción sería que las empresas se capaciten a través de la ESPOL (Escuela Superior Politécnica del Litoral) y del Proyecto VLIR.
- Cuando las empresas soliciten un sistema desarrollado a medida, sería recomendable que pidan que el sistema sea desarrollado en plataformas de reciente tecnología, con el fin de asegurar futuras compatibilidades y mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Daniel Chudnovsky, Andrés López, Silvana Melitzko “El sector de software y servicios informáticos (SSI) en la Argentina: Situación Actual y perspectivas de desarrollo” Argentina 2002
- [2] PROSOFT, “Estudio del nivel de madurez y capacidad de procesos de la industria de tecnologías de información”, México 2004.
- [3] D. Salazar, M. Villavicencio, V. Macías, M. Snoeck, “Estudio Estadístico Exploratorio de las Empresas Desarrolladoras de Software Asentadas en Guayaquil, Quito y Cuenca”
- [4] www.infor.uva.es/~manso/calidad/calidadycontrol-2007.pdf
- [5] Clases de Ingeniería de Software. Ing. Galo Valverde
Tema: Calidad de Software
- [6] Wikipedia.com, “ISO 9000”, disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Normas_ISO_9000 Última visita: Julio 2007
- [7] Monografias.com, “ISO 9001”, disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos6/inso/inso.shtml>
Última visita: Julio 2007

[8] Wikipedia, "ISO 9001", disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/ISO_9001, última visita: Septiembre 2006.

[9] tecnomestros, "estándares ISO", disponible en: http://tecnomaestros.awardspace.com/estandares_iso.php
Última visita: Julio 2007

[10] Clases de Ingeniería de Software. Ing. Galo Valverde
Tema: Modelos de proceso y calidad de Software
Parte acerca de las métricas

[11] Monografias.com, "Ingeniería del software", disponible en: [http://www.monografias.com/Ingeniería del software](http://www.monografias.com/Ingeniería%20del%20software)
Última visita: Julio 2007

[12] Boehm, B. W., Brown, J. R., Kaspar, H., Lipow, M., McLeod, G., and Merritt, M., Characteristics of Software Quality, North Holland, 1978.

[13] Boehm, Barry W., Brown, J. R, and Lipow, M.: Quantitative evaluation of software quality, International Conference on Software Engineering, Proceedings of the 2nd international conference on Software engineering, 1976.

- [14] McCall, J. A., Richards, P. K., and Walters, G. F., "Factors in Software Quality", Nat'l Tech.Information Service, no. Vol. 1, 2 and 3, 1977.
- [15] Marciniak, J. J., Encyclopedia of software engineering, 2vol, 2nd ed., Chichester: Wiley, 2002.
- [16] Grady, R. B., Practical software metrics for project management and process improvement, Prentice Hall, 1992.
- [17] Clases de Ingeniería de Software. Ing. Galo Valverde
Tema: Modelos de proceso y calidad de Software
Parte acerca del Modelo de McCall
- [18] Jacobson, I., Booch, G., and Rumbaugh, J., The Unified Software Development Process, Addison Wesley`Longman, Inc., 1999.
- [19] Kruchten, P., The Rational Unified Process An Introduction - Second Edition, Addison Wesley Longman, Inc., 2000.
- [20] Rational Software Inc., RUP - Rational Unified Process, www.rational.com , 2003.

[21] Dromey, R. G., "Concerning the Chimera [software quality]", IEEE Software, no. 1, pp. 33-43, 1996.

[22] Dromey, R. G., "A model for software product quality", IEEE Transactions on Software Engineering, no. 2, pp. 146-163, 1995.

[23] Wikipedia, "CMMI", disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/CMMI>, última visita: Julio 2007

[24] Patricia González Herrera, María Lorente Pantoja, Eva Ludeña Pérez-Higuera, Ramón Villahermosa Jiménez, Carmelo Torres Plata, "Marco de evaluación CMMI-SW (por etapas)"

[25] Manuel de la Villa, Mercedes Ruiz, Isabel Ramos "Modelos de Evaluación y Mejora de procesos: Análisis Comparativo" tabla 1.7 y 1.8

[26]

www.ie.inf.uc3m.es/grupo/Investigacion/LineasInvestigacion/Articulos/spice.doc

[27] AESOFT, “Publicación de la AESOFT sobre la industria del Software en Ecuador”, disponible en <http://www.aesoft.com.ec>, última visita: Septiembre 2006.

[28] Wikipedia, “Encuesta”, disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Encuesta>, última visita: Julio 2007

ANEXOS

ANEXO 1: Encuesta aplicada al estudio

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN
Guayaquil

“Análisis de los Modelos de calidad de software existentes y su apoyo al cumplimiento de requerimientos en empresas no dedicadas al desarrollo de software”

Acerca de los sistemas de la empresa y la integración entre ellos

1. ¿Posee su empresa un sistema de información?

- Sí
 No

Si escogió la opción de No, pase a la pregunta 12

2. ¿Tiene su empresa un sistema de información por cada área funcional?

- Sí
 No

3. ¿Qué áreas en su empresa tienen sistemas de información funcionando?

- Ventas
 Marketing
 Finanzas
 Recursos Humanos
 Otros (Especifique) _____

4. ¿Qué áreas en su empresa no poseen sistemas de información?

- Ventas
 Marketing
 Finanzas
 Recursos Humanos
 Otros (Especifique) _____

5. **¿Sus sistemas comparten datos con el fin de integrar información de su empresa?**

- Sí
- No
- En proceso

Si escogió la opción de Sí o No, pase a la pregunta 8

6. **Si la integración de los sistemas de su empresa están en proceso. ¿En qué grado de integración se encuentran los mismos?**

--	--	--	--	--

1= Ninguno 2=Bajo 3=Medio 4=Alto 5=Muy alto

7. **Si la integración de los sistemas de su empresa está en proceso. ¿Quiénes se encargan de la integración de estos sistemas?**

- Departamento de Sistemas
- Personal Externo contratado para realizar la integración
- Empresa a la cual se le compró los sistemas
- Otro (Especifique)

8. **¿Cuánta importancia tiene la integración de los sistemas de información internos en su empresa?**

--	--	--	--	--

1= Ninguna 2=Baja 3=Media 4=Alta 5=Muy alta

Acerca de los tipos de Sistemas de Información

9. ¿Qué tipos de sistemas conoce usted?

- ERP (Planeamiento del Recurso de la Empresa)
- TPS (Sistema de Procesamiento Transaccional)
- CRM (Administración de la relación con cliente)
- MIS (Sistemas de Información Gerencial)
- DSS (Sistemas de Soporte de Decisiones)
- Otros (Especifique) _____

10. ¿Qué tipos de sistemas utiliza actualmente su empresa?

- ERP (Planeamiento del Recurso de la Empresa)
- TPS (Sistema de Procesamiento Transaccional)
- CRM (Administración de la relación con cliente)
- MIS (Sistemas de Información Gerencial)
- DSS (Sistemas de Soporte de Decisiones)
- Otros (Especifique) _____

11. ¿Por qué considera Ud. que estos sistemas son importantes para las actividades diarias en su empresa?

- Automatizan las actividades diarias de la empresa
- Brindan soporte a los gerentes para el proceso de toma de Decisiones
- Mejoran el flujo de información dentro de la empresa
- Ayudan a que las funciones de la empresa se realicen eficazmente
- Otros (Especifique) _____

Acerca de los métodos de distribución de software

12. ¿Conoce usted la diferencia entre sistemas empaquetados y sistemas desarrollados a medida?

- Sí
 No

13. Tomando en cuenta que un sistema empaquetado es un software que no se desarrolló en base a especificaciones concretas de algún cliente sino que se desarrolla de manera estándar para poder ser usado por cualquier organización. ¿Qué ventajas considera usted que tienen los sistemas empaquetados?

- Confiabilidad
 Universalidad
 Mantenimiento
 Tiempo de desarrollo
 Ninguno
 Otros (Especifique) _____

14. Considerando que un sistema a medida es un software que se desarrolla en base a especificaciones concretas de un cliente específico ¿Qué ventajas considera usted que tienen los sistemas desarrollados a medida?

- Confiabilidad
 Universalidad
 Mantenimiento
 Tiempo de desarrollo
 Ninguno
 Otro (Especifique) _____

15. Basado en las ventajas presentadas ¿Qué tipo de sistema prefiere?

- Sistemas empaquetados
 Sistemas desarrollados a medida
 Indiferente

**16. De los sistemas que actualmente se encuentra funcionando en su empresa
¿Cuántos fueron desarrollados a medida?**

- Todos
 Más de la mitad
 La mitad
 Menos de la mitad

Acerca de las técnicas y metodologías de aseguramiento de calidad de software

17. ¿Su empresa dedica esfuerzos a informarse acerca de los avances en el campo de la calidad de software?

- Sí
 No

Si su respuesta es No, entonces pase a la pregunta 19

18. Si su respuesta a la pregunta anterior fue sí, entonces ¿Qué grado de esfuerzo podría decir que dedica a informarse acerca de la calidad de software?

1	2	3	4	5

1= Ninguno 2=Bajo 3=Medio 4=Alto 5=Muy alto

19. ¿Qué grado de importancia considera usted que tienen las metodologías o técnicas de aseguramiento de calidad en el desarrollo de un sistema de información para una empresa cualquiera?

1	2	3	4	5

1= Ninguno 2=Bajo 3=Medio 4=Alto 5=Muy alto

20. ¿Qué metodología(s) o técnica(s) de aseguramiento de calidad de software conoce?

- CMMI
- Paradigma GQM
- Modelo de McCall
- Modelo de Boehm
- Otros (Especifique) _____

21. ¿Cuál o Cuáles de las metodologías o técnicas antes mencionadas cree usted que sería más eficaz al momento de desarrollar productos que satisfagan a los clientes?

- CMMI
- Paradigma GQM
- Modelo de McCall
- Modelo de Boehm
- Otros (Especifique) _____

22. ¿Cuáles son las ventajas que usted conoce de la(s) metodología(s) escogida(s) anteriormente sobre las demás mencionadas?

- Permite cumplir con los tiempos establecidos
- Fácil de aplicar a los procesos
- Logran mayor satisfacción en el cliente
- Existe un mayor conocimiento sobre esta(s) metodología(s)
- Otros (Especifique) _____

23. ¿Qué organizaciones que publiquen estándares de calidad conoce?

- ISO
- IEEE
- Otras (Especifique) _____

24. De la organizaciones escogidas en la pregunta anterior ¿Qué estándares de calidad conoce?

Acerca del proceso de adquisición de software

25. ¿Cuál es el grado de importancia que le da su empresa a la adquisición de un sistema de información?

<input type="checkbox"/>				
1	2	3	4	5

1= Ninguno 2=Bajo 3=Medio 4=Alto 5=Muy alto

26. ¿Cuánto esfuerzo dedica su empresa en informarse acerca de las empresas desarrolladoras de software presentes en el medio, previo a una adquisición de algún sistema de información?

<input type="checkbox"/>	Mucho esfuerzo
<input type="checkbox"/>	Lo necesario
<input type="checkbox"/>	Poco esfuerzo
<input type="checkbox"/>	Ningún esfuerzo

27. ¿Cree usted que es importante que su empresa se informe acerca de la metodología de aseguramiento de calidad del software aplicado en el producto a comprar, previo a la compra del mismo?

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No

28. ¿Compraría usted un software que no haya aplicado ninguna metodología durante su proceso de desarrollo?

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No

29. ¿Compraría usted algún software que no tenga ninguna certificación de calidad?

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No

30. Califique en un rango del 0 (Menos importante) al 5 (Más importante) los aspectos que influyen en las decisiones de compra de software en su empresa.

- Costo del software
- Prestigio de la empresa desarrolladora
- Experiencia previa con esta empresa
- Metodología de calidad usada en el desarrollo del software
- Certificaciones de calidad que tenga la empresa desarrolladora
- Otro

31. ¿Qué importancia tiene para usted el hecho de que se use alguna metodología de aseguramiento de calidad durante el proceso de desarrollo de un sistema que sería comprado por su empresa?

- Mucha Importancia
- Poca importancia
- Irrelevante

32. Al momento de solicitar el desarrollo de un sistema de información, ¿Su empresa exigió la utilización de algún lenguaje de programación específico?

- Tecnologías .NET
- Java
- PHP
- Ninguna
- Otras (Especifique) _____

33. Al momento de solicitar el desarrollo de su sistema de información, ¿Su empresa exigió la utilización de alguna base de datos específica?

- Oracle
- Sql Server
- Sybase
- MySql
- Ninguna
- Otras (Especifique) _____

Acerca del producto entregado

34. Al culminar el desarrollo del sistema de información, ¿Éste fue entregado con todos los requerimientos que se plantearon inicialmente?

- Sí
 No

35. Al culminar el desarrollo del sistema de información, ¿Éste les fue entregado en el tiempo establecido inicialmente?

- Sí
 No

36. De todos los sistemas que posee su empresa ¿Cuántos le fueron entregados a tiempo?

- El 100%
 El 75 %
 El 50 %
 El 25 %
 Ninguno

37. De todos los sistemas que posee su empresa ¿Cuántos le fueron entregados con todos los requerimientos establecidos inicialmente?

- El 100%
 El 75 %
 El 50 %
 El 25 %
 Ninguno

38. Acerca del producto entregado ¿En qué porcentaje cumplió con los requerimientos previamente establecidos?

- El 100%
 El 75 %
 El 50 %
 El 25 %
 Ninguno

Acerca del equipo de desarrollo interno

39. ¿Su empresa posee un equipo de desarrollo interno?

- Sí
 No

Si escogió Si, entonces pase a la pregunta 40

40. ¿Por qué motivo su empresa no posee un equipo de desarrollo?

- No necesita
 No hay presupuesto
 Otras (Especifique) _____

Si su empresa no posee equipo de desarrollo interno, su encuesta ha finalizado

41. ¿En cuántos proyectos ha participado su equipo de desarrollo interno?

- Entre 1 y 5
 Entre 5 y 10
 Más de 10

42. Tomando en cuenta los proyectos que ha realizado su equipo, ¿Qué metodologías o técnicas de aseguramiento de la calidad han utilizado?

- CMMI
 SPICE
 Modelo de McCall
 Modelo de Boehm
 Ninguna
 Otro (Especifique) _____

43. ¿Cuánto esfuerzo dedica su equipo a informarse correctamente acerca de los temas relacionados con calidad de software?

- Ningún esfuerzo
 Poco esfuerzo
 Lo necesario
 Mucho esfuerzo

ANEXO 2: Carta de Confidencialidad



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

“Ciencia, Tecnología y Educación al servicio del País”

A empresas encuestadas:

Nosotros, representantes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, a través de la presente, nos comprometemos a guardar total confidencialidad de datos, información y técnicas poseídas por su empresa, que serán recopilados a través de la presente encuesta y que serán utilizados en la realización de la tesis:

“Análisis de los Modelos de calidad de software existentes y su apoyo al cumplimiento de requerimientos en empresas no dedicadas al desarrollo de software”

Cabe mencionar que esta información sólo se utilizará para propósitos académicos de investigación que pretenden contribuir al mejoramiento del desarrollo de software en el Ecuador.

Agradecemos de antemano su valiosa colaboración en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Ing. Verónica Macías

Directora de Tesis

Sr. Jorge Vivanco A.

Tesista

Sr. Jorge Reinoso E.

Tesista

Sr. Carlos Coba M.

Tesista

ANEXO 3: Análisis de Confiabilidad

Análisis de Confiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en detalles estandarizados	Numero de detalles
0,670	0,621	40

Sumario

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo/Mínimo	Varianza	Número de detalles
Media	2,778	1,100	6,300	5,200	5,727	1,589	40
Varianza	1,970	0,095	7,145	7,050	75,417	3,554	40
Interrelación Covarianzas	0,095	-1,974	5,713	7,687	-2,895	0,408	40
Correlaciones	0,039	-0,921	1,000	1,921	-1,085	0,086	40

Estadísticas

	Media	Desviación estándar	Total muestra
Pregunta1	1,10	0,308	20
Pregunta2	1,70	0,657	20
Pregunta3	2,90	1,651	20
Pregunta4	3,50	2,373	20
Pregunta5	1,60	0,995	20
Pregunta6	5,75	1,118	20
Pregunta7	4,85	0,671	20
Pregunta8	4,55	1,234	20
Pregunta9	3,30	1,949	20
Pregunta10	2,75	2,673	20
Pregunta11	3,00	1,487	20
Pregunta12	1,10	0,308	20
Pregunta13	2,55	1,791	20
Pregunta14	2,30	1,720	20
Pregunta15	1,90	0,718	20
Pregunta16	2,65	1,496	20
Pregunta17	1,40	0,503	20
Pregunta18	4,75	1,333	20
Pregunta19	4,00	1,170	20
Pregunta20	2,85	2,412	20
Pregunta21	2,85	2,390	20
Pregunta22	3,25	2,337	20
Pregunta23	1,45	0,510	20
Pregunta25	4,05	1,099	20
Pregunta26	2,15	0,875	20
Pregunta28	1,75	0,444	20
Pregunta29	1,65	0,489	20
Pregunta31	1,55	0,686	20
Pregunta32	3,30	1,949	20
Pregunta33	2,30	2,029	20
Pregunta34	1,50	0,513	20
Pregunta35	1,70	0,470	20
Pregunta36	2,60	1,353	20
Pregunta37	2,40	1,429	20
Pregunta38	2,20	1,281	20
Pregunta39	1,70	0,470	20
Pregunta40	2,15	1,348	20
Pregunta41	3,50	0,946	20
Pregunta42	6,30	1,174	20
Pregunta43	4,25	1,333	20