



República del Ecuador

**Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil - UTEG
Facultad de Estudios de Postgrado**

**Tesis en opción al título de Magíster en:
Sistemas de Información Gerencial**

**Tema de Tesis:
Aplicación de la Metodología Scrum en la Gestión y Desarrollo de
Proyectos. Caso de Estudio: Empresas Consultoras de Software de
Guayaquil**

**Autor:
Ing. Mildred Verónica Merizalde Medina**

**Director de Tesis:
Ing. José Townsend Valencia, Phd.**

Septiembre 2018

Guayaquil - Ecuador

Declaratoria Expresa

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado me corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil”

Ing. Mildred Merizalde Medina

CI: 0918412057

Agradecimientos

Mis sinceros agradecimientos al Phd. Msc José Townsend por su guía en este trabajo, a mis amigos que me brindaron todo su apoyo, y tiempo para coleccionar los datos necesarios para este estudio y a mi familia su apoyo incondicional.

Dedicatoria

A Dios, en primer lugar, por darme la energía necesaria para terminar este trabajo, a mi familia en especial a mi padre que siempre me inculcó el trabajo y el estudio en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	1
Introducción.....	3
I. CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	4
1.1 Antecedentes de la Investigación	4
1.2 Planteamiento del problema de Investigación.....	5
1.2.1 Formulación del problema	9
1.2.2 Sistematización del problema.....	9
1.3 Objetivos de la Investigación	9
1.3.1 Objetivo General	9
1.3.2 Objetivos específicos.....	9
1.4 Justificación de la investigación.....	10
1.4.1 Justificación teórica	10
1.4.2 Justificación práctica	10
1.5 Marco de referencia de la investigación.....	10
1.5.1 Marco teórico.....	10
1.5.1.1 Modelos del Conocimiento.....	10
1.5.1.1.1 Relación entre la teoría del conocimiento y el desarrollo del software	12
1.5.1.2 Gestión de Proyectos.....	14
1.5.1.3 Modelo PMBok	16
1.5.1.4 Modelo de Procesos Ágil para la administración de proyectos de Software	18
1.5.1.4.2 Modelo Scrum para Administración de proyectos de software	21
II. CAPÍTULO II.- MARCO METODOLÓGICO	28
2.1 Tipo de diseño, alcance y enfoque de la investigación	28
2.1.1 Resultados e impactos esperados	28
2.2 Método de investigación	29
2.3 Unidad de análisis, población y muestra.....	29
2.4 Variables de la investigación, operacionalización	31
2.4.1 Variables (independientes y dependientes).....	31
2.5 Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de información	31
2.5.1 Técnicas	31
2.5.1.1 Cuantitativas	31
2.5.2 Muestreo	31

2.5.3 Instrumentos.....	32
2.5.4 Fuentes de información.....	32
III. CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
3.1 Análisis de la Situación Actual	33
3.1.1 Descripción del proceso Scrum que aplican las empresas de consultoría seleccionadas	34
3.2 Análisis comparativo, evolución, tendencias y perspectivas	35
3.2.1 VI1 Planificación.....	38
3.2.1.1 Ind. VI1.1 Porcentaje de cumplimiento de objetivo de sprints.....	38
3.2.1.2 Ind. VI1.2 Porcentaje de cumplimiento de objetivo del proyecto.....	41
3.2.1.3 Ind. VI1.3 Porcentaje de cumplimiento de tiempo del sprint	43
3.2.1.4 Ind. VI1.4 Porcentaje de cumplimiento de tiempo del proyecto	47
3.2.1.5 Ind. VI1.5 Cantidad Planificada de HU vs. Cantidad real de HU Desarrolladas	49
3.2.2 VI2 Calidad.....	52
3.2.2.1 Ind. VI2.1 Calificación del Usuario por entrega de sprint	52
3.2.2.2 Ind. VI2.2 Porcentaje de Cumplimiento en Calidad de Desarrollo	54
3.2.2.3 Ind. VI2.3 Porcentaje de sprints con más de 5 inspecciones.....	57
3.2.2.4 Ind. VI2.4 Porcentaje de eficiencia en desarrollo	59
3.2.3 VI3 Personal.....	60
3.2.3.1 Ind VI3.1 Velocidad promedio del Scrum Developer a HU Realizadas 60	
3.2.3.1.1 Ind VI3.1.1 Velocidad promedio del Equipo Scrum Developer estimada 63	
3.2.3.1.2 Ind VI3.1.2 Nivel de Correlación entre Velocidad Promedio del Equipo Scrum Developer Cantidad de HU (Pesos).....	66
3.2.3.1.3 Ind VI3.1.3 Cantidad real de HU terminadas (pesos), Velocidad promedio real del equipo Scrum Developer	68
3.2.4 VI4 Control de Cambios	69
3.2.4.1 Ind VI4.1 Nivel de no afectación de total de operaciones sobre la cantidad de HU Terminadas.....	69
3.2.4.1.1 Ind V4.1.1 Total de Operación	70
3.2.4.1.2 Ind V4.1.2 Porcentaje de Tiempo dedicado a tareas de operación ...	73
3.2.4.2 Ind V4.2 Nivel de No afectación de HU replanificadas sobre la planificación inicial de HU	75
3.2.4.2.1 Ind V4.2.1 Cantidad HU Replanificadas.....	76
3.3 Presentación de resultados y discusión	78
3.3.1 Resultados Generales	78

3.3.2	Discusión de Resultados	81
3.3.2.1	Caso Empresa # 1	81
3.3.2.2	Caso Empresa # 2	82
3.3.2.3	Caso Empresa # 3	83
3.3.2.4	Caso Empresa # 4	84
3.3.2.5	Caso Empresa # 5	85
3.3.2.6	Caso Empresa # 6	86
3.3.2.7	Caso Empresa # 7	87
3.3.2.8	Caso Empresa # 8	88
IV.	CONCLUSIONES	90
V.	RECOMENDACIONES	91
VI.	BIBLIOGRAFÍA	92
VII.	GLOSARIO DE TÉRMINOS	95
VIII.	ANEXOS	96

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: MODELO DEL CONOCIMIENTO ORGANIZACIONAL NONAKA-TAKEUSHI	11
GRÁFICO 2: MODELO DE LA CALDERA.....	13
GRÁFICO 3: MODELO DE CRISTALIZACIÓN	13
GRÁFICO 4: MODELO DE ESPIRAL.....	14
GRÁFICO 5: OBJETIVOS Y RESTRICCIONES RELACIONADOS A LA GESTIÓN DE PROYECTOS.....	16
GRÁFICO 6: FASES Y PROCESOS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS ACORDE AL PMBOK.....	17
GRÁFICO 7: PROCESO ÁGIL POR ITERACIONES. MINI PROCESOS EN CASCADAS	20
GRÁFICO 8: MODELO SCRUM ITERATIVO	22
GRÁFICO 9: PROCESOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO	33
GRÁFICO 10: PMBOK vs. SCRUM	36
GRÁFICO 11: RESULTADOS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO DE SPRINTS	39
GRÁFICO 12: RESULTADOS COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS – VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO DE SPRINTS	39
GRÁFICO 13: RESULTADOS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO DEL PROYECTO	41
GRÁFICO 14: RESULTADOS COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS – VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO DEL PROYECTO	42
GRÁFICO 15: RESULTADOS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE TIEMPO DEL SPRINT	44
GRÁFICO 16: RESULTADOS COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS – VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE TIEMPO DEL SPRINT	45
GRÁFICO 17: RESULTADOS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE TIEMPO DEL PROYECTO	47
GRÁFICO 18: RESULTADOS COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS – VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE TIEMPO DEL PROYECTO	48
GRÁFICO 19: RESULTADOS MÉTODO REDUCCIÓN DE DIMENSIONES POR FACTORES - VARIABLE CORRELACIONAL CANTIDAD PLANIFICADA DE HU VS CANTIDAD REAL DE HU DESARROLLADAS.....	50
GRÁFICO 20: RESULTADOS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE CALIFICACIÓN DEL USUARIO POR ENTREGA DEL SPRINT	52
GRÁFICO 21: RESULTADOS COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS – VARIABLE CALIFICACIÓN DEL USUARIO POR ENTREGA DEL SPRINT	53
GRÁFICO 22: RESULTADOS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE PORCENTAJE DE DEFECTOS REPORTADOS POR SPRINT	55
GRÁFICO 23: RESULTADOS COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS – VARIABLE PORCENTAJE DE DEFECTOS REPORTADOS POR SPRINT	56
GRÁFICO 24: RESULTADOS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE NÚMERO DE INSPECCIONES DE CÓDIGO POR SPRINT.....	57
GRÁFICO 25: RESULTADOS COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS – VARIABLE VARIABLE NÚMERO DE INSPECCIONES DE CÓDIGO POR SPRINT.....	58
GRÁFICO 26: RESULTADOS COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS – VARIABLE PORCENTAJE DE EFICIENCIA EN DESARROLLO.....	60
GRÁFICO 27: RESULTADOS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE VELOCIDAD PROMEDIO DEL SCRUM DEVELOPER A HU REALIZADAS.....	61

GRÁFICO 28: RESULTADOS COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS – VARIABLE VELOCIDAD PROMEDIO DEL SCRUM DEVELOPER A HU REALIZADAS.....	61
GRÁFICO 29: RESULTADOS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE VELOCIDAD PROMEDIO DEL EQUIPO SCRUM DEVELOPER ESTIMADA	63
GRÁFICO 30: RESULTADOS COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS – VARIABLE VELOCIDAD PROMEDIO DEL EQUIPO SCRUM DEVELOPER ESTIMADA	65
GRÁFICO 31: RESULTADOS MÉTODO CORRELACIÓN BIVARIADA EN SPSS - VARIABLE VELOCIDAD PROMEDIO DEL EQUIPO SCRUM DEVELOPER ESTIMADA	66
GRÁFICO 32: RESULTADO MÉTODO CORRELACIÓN BIVARIADA EN SPSS - VARIABLE CANTIDAD REAL DE HU TERMINADAS (PESOS), VELOCIDAD PROMEDIO REAL DEL EQUIPO SCRUM DEVELOPER.....	68
GRÁFICO 33: RESULTADO MÉTODO CORRELACIÓN BIVARIADA EN SPSS - CANTIDAD REAL DE HU TERMINADAS POR SPRINT VS TOTAL DE OPERACIÓN REAL	70
GRÁFICO 34: RESULTADO ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE TOTAL DE OPERACIÓN	71
GRÁFICO 35: RESULTADO MÉTODO COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS - VARIABLE TOTAL DE OPERACIÓN.....	71
GRÁFICO 36: RESULTADO ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE TIEMPO DEDICADO A TAREAS DE OPERACIÓN.....	73
GRÁFICO 37: RESULTADO PRUEBA T STUDENT EN SPSS – VARIABLE TIEMPO DEDICADO A TAREAS DE OPERACIÓN.....	74
GRÁFICO 38: RESULTADO MÉTODO CORRELACIÓN BIVARIADA EN SPSS - VARIABLE CANTIDAD HU REPLANIFICADAS Y CANTIDAD PLANIFICADA DE HU POR SPRINT	75
GRÁFICO 39: RESULTADOS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE CANTIDAD HU REPLANIFICADAS	76
GRÁFICO 40: RESULTADO MÉTODO COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS - VARIABLE CANTIDAD HU REPLANIFICADAS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: FACTORES DE ÉXITO DE UN PROYECTO	7
TABLA 2: DURACIÓN DE REUNIONES DE PLANIFICACIÓN DE SPRINT	24
TABLA 3: DURACIÓN DE REUNIONES DE REVISIÓN DE SPRINT	25
TABLA 4: DURACIÓN DE REUNIONES DE RETROSPECTIVA DEL SPRINT	25
TABLA 5: DETALLE DE MUESTRA POR TIPO DE MUESTRA	32
TABLA 6: DETALLE DE MUESTRA POR EMPRESA	32
TABLA 6: DETALLE EMPRESAS Y NÚMERO DE PROYECTOS	37
TABLA 7: ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO DE SPRINTS	38
TABLA 8: MÉTODO COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS - VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO DE SPRINTS	38
TABLA 9: ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO DEL PROYECTO.....	41
TABLA 10: PARÁMETROS MÉTODO COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS - VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVO DEL PROYECTO.....	42
TABLA 11: PARÁMETROS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS - VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE TIEMPO DEL SPRINT	43
TABLA 12: PARÁMETROS MÉTODO COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS - VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE TIEMPO DEL SPRINT	45
TABLA 13: PARÁMETROS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS - VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE TIEMPO DEL PROYECTO	47
TABLA 14: PARÁMETROS MÉTODO COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS - VARIABLE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE TIEMPO DEL PROYECTO.....	48
TABLA 15: PARÁMETROS ANÁLISIS DE MÉTODO REDUCCIÓN DE DIMENSIONES POR FACTORES - VARIABLE CORRELACIONAL CANTIDAD PLANIFICADA DE HU VS CANTIDAD REAL DE HU DESARROLLADAS	49
TABLA 16: PARÁMETROS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS - VARIABLE CALIFICACIÓN DEL USUARIO POR ENTREGA DEL SPRINT	52
TABLA 17: PARÁMETROS MÉTODO COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS - VARIABLE CALIFICACIÓN DEL USUARIO POR ENTREGA DEL SPRINT.....	52
TABLA 18: PARÁMETROS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS - VARIABLE PORCENTAJE DE DEFECTOS REPORTADOS POR SPRINT	54
TABLA 19: PARÁMETROS MÉTODO COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS - VARIABLE PORCENTAJE DE DEFECTOS REPORTADOS POR SPRINT.....	55
TABLA 20: PARÁMETROS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS - VARIABLE NÚMERO DE INSPECCIONES DE CÓDIGO POR SPRINT	57
TABLA 21: PARÁMETROS MÉTODO COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS - VARIABLE NÚMERO DE INSPECCIONES DE CÓDIGO POR SPRINT.....	58
TABLA 22: PARÁMETROS MÉTODO REDUCCIÓN DE DIMENSIONES EN SPSS - VARIABLE PORCENTAJE DE EFICIENCIA EN DESARROLLO.....	59
TABLA 23: PARÁMETROS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE VELOCIDAD PROMEDIO DEL SCRUM DEVELOPER A HU REALIZADAS.....	60
TABLA 24: PARÁMETROS MÉTODO REDUCCIÓN DE DIMENSIONES EN SPSS - VARIABLE VELOCIDAD PROMEDIO DEL SCRUM DEVELOPER A HU REALIZADAS.....	61

TABLA 25: PARÁMETROS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE VELOCIDAD PROMEDIO DEL EQUIPO SCRUM DEVELOPER ESTIMADA	63
TABLA 26: PARÁMETROS MÉTODO COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS - VARIABLE VELOCIDAD PROMEDIO DEL EQUIPO SCRUM DEVELOPER ESTIMADA	64
TABLA 27: PARÁMETROS MÉTODO CORRELACIÓN BIVARIADA EN SPSS - VARIABLE VELOCIDAD PROMEDIO DEL EQUIPO SCRUM DEVELOPER ESTIMADA	66
TABLA 28: PARÁMETROS MÉTODO CORRELACIÓN BIVARIADA EN SPSS - VARIABLE CANTIDAD REAL DE HU TERMINADAS (PESOS), VELOCIDAD PROMEDIO REAL DEL EQUIPO SCRUM DEVELOPER.....	68
TABLA 29: PARÁMETROS MÉTODO CORRELACIÓN BIVARIADA EN SPSS - CANTIDAD REAL DE HU TERMINADAS POR SPRINT VS TOTAL DE OPERACIÓN REAL	69
TABLA 30: PARÁMETROS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE TOTAL DE OPERACIÓN	70
TABLA 31: PARÁMETROS MÉTODO COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS - VARIABLE TOTAL DE OPERACIÓN.....	71
TABLA 32: PARÁMETROS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE TIEMPO DEDICADO A TAREAS DE OPERACIÓN.....	73
TABLA 33: PARÁMETROS PRUEBA T STUDENT EN SPSS – VARIABLE TIEMPO DEDICADO A TAREAS DE OPERACIÓN.....	73
TABLA 34: PARÁMETROS MÉTODO CORRELACIÓN BIVARIADA EN SPSS - VARIABLE CANTIDAD HU REPLANIFICADAS Y CANTIDAD PLANIFICADA DE HU POR SPRINT	75
TABLA 35: PARÁMETROS ANÁLISIS DE FRECUENCIAS EN SPSS – VARIABLE CANTIDAD HU REPLANIFICADAS	76
TABLA 36: PARÁMETROS MÉTODO COMPARACIÓN DE MEDIAS ANOVA EN SPSS - VARIABLE CANTIDAD HU REPLANIFICADAS.....	76
TABLA 37: NIVELES DE ÉXITO.....	78
TABLA 38: ANÁLISIS DE VARIABLES.....	79

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ AUXILIAR PARA EL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	96
ANEXO 2: MODELAMIENTO DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES	97
ANEXO 3: AUTORES DE ANTECEDENTES DEL MARCO TEÓRICO VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES	98
ANEXO 4: DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	100

Resumen

Antes de iniciar un proyecto se deben definir varios aspectos para asegurar su éxito; existen varios problemas que se presentan al inicio y durante su ejecución, tales como: la selección de la metodología de desarrollo adecuada, cuáles serán los recursos tanto técnicos como humanos, el nivel de calidad al que se desea llegar y la identificación de los indicadores adecuados que permitan tomar decisiones y realizar cambios si es necesario.

La presente investigación tiene como objetivo identificar los factores relevantes que inciden positiva o negativamente en la gestión de proyectos de software, la influencia de la Metodología Scrum en la concepción del proyecto y consecuente desarrollo del mismo. La diversidad de proyectos evaluados permite que este estudio sirva de guía para las empresas consultoras y a su vez busca validar si los resultados de empresas ecuatorianas son similares a aquellos obtenidos de empresas a nivel mundial.

La metodología Ágil tiene sus fundamentos en el modelo de Gestión del Conocimiento definido por Nonaka-Takeushi; y de éste nace el Scrum como una variación de este que incluye fases de planificación y ejecución de proyectos; sirviendo de complemento al PMBok durante las fases técnicas del ciclo de vida del desarrollo de sistemas. Este estudio presenta un análisis de la Gestión de Proyectos por lo cual se identifican cuatro variables relacionadas a la gestión: Planificación, Personal, Calidad y Control de cambios las cuales son evaluadas a lo largo de todas las fases del proceso Scrum.

La metodología de la investigación aplicada fue cuantitativa; por la cual, cada una de las variables fue evaluada utilizando la herramienta SPSS. Los datos utilizados fueron recolectados de una muestra de 8 empresas que han ejecutado proyectos de Sistemas de Información bajo metodología ágil, de las cuales se obtuvo las métricas que cada una de ellas registra durante la ejecución de sus proyectos. Los resultados obtenidos por cada variable independiente presentaron un porcentaje de éxito del 89.50% en Planificación, 64% en Calidad, 62% en Personal y 65% en Control de cambios.

Abstract

Before starting a project, several aspects must be defined to ensure its success; there are several problems that arise at the beginning and during a project execution, such as: the selection of the appropriate development methodology, technical and human resources to define, quality level to reach and appropriate indicators to make decisions and execute changes if it is necessary.

The purpose of this research is to identify the relevant factors to have a positive or negative impact on management software projects, the Scrum Methodology's influence into the project's conception and consequent development of it. Diversity projects evaluated allows this study to serve as a guide for consulting firms and in turn seeks to validate if the results of Ecuadorian companies are similar to those obtained from companies worldwide.

Agile methodology has its foundations in the Knowledge Management model defined by Nonaka-Takeushi; the Scrum arise as a variation of it including phases of planning and execution of projects; serving as a complement to PMBok during the technical phases of the systems development lifecycle. This study presents an analysis of Project Management, which identifies four variables related to management: Planning, Personnel, Quality and Control of Changes evaluated throughout all the phases of the Scrum process.

The research methodology was quantitative, each variable was evaluated using the SPSS tool. Data used were collected from a sample of 8 companies, from which the metrics that each of them recorded during the execution of their projects. The results obtained by each independent variable showed a success rate of 89.50% in Planning, 64% in Quality, 62% in Personnel and 65% in Control of Changes.

Keywords: Management Project, Scrum Methodology, sprint, Scrum Developers, knowware, Product Backlog, Scrum Master, User Story.

Introducción

En las últimas décadas, el software ha cimentado sus bases en la sociedad, proporcionando diferentes tipos de servicios desde las necesidades más básicas como buscar algún sitio en particular hasta las más complejas tales como realizar actividades bancarias e inversiones en línea; todas ellas son resultado de un proyecto concebido en base a una necesidad iniciada por un requerimiento en particular o por una idea innovadora de una o un grupo de personas. Para poder comprender la implicación de un proyecto se deben considerar varios aspectos: el contexto bajo el cual estará definido, el proceso con el cual será ejecutado y su estructura organizacional. (Henrie, 2015)

Las empresas de consultoría y desarrollo de software, como parte de sus procesos de negocios, buscan continuamente la mejor alternativa de administración de proyectos durante todo el ciclo de vida de los sistemas que ofrecen; como parte de las actividades de ingeniería, la métrica costo/efectividad toma relevancia para la decisión de aplicar alguna metodología específica y el costo del ciclo de vida vs. el esfuerzo aplicado para lograr los resultados, depende de las actividades y los objetivos planteados en cada etapa. (Sols, 2014)

Se parte de la primicia “menor tiempo de desarrollo en buena calidad” como el concepto básico de la llamada Metodología Ágil, como un agregado sobre las metodologías del Ciclo de vida tradicionales apostando como una mejora de las métricas de efectividad en la ejecución de un proyecto de Software.

I. CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

1.1 Antecedentes de la Investigación

El uso de la tecnología ha ido en aumento; y con ella, el progreso del software. Las empresas dedicadas al desarrollo del software han proliferado en los últimos 20 años; según el “Ranking TIC 2017” realizado por la revista Computer World, actualmente existen 1,700 empresas dedicadas al sector tecnológico con ingresos mayores a cien mil dólares americanos presentando un peso muy significativo en el mercado empresarial ecuatoriano, de éste número cerca de 200 compañías están orientadas a servicios, y venta de software/hardware (Zabala & Saltos, 2017), las cuales éstas se dedican a una variedad de soluciones empresariales tales como: SAP, ERP, CRM, BI, etc.; esta variedad de arquitecturas y estructuras lógicas, es desarrollada por lo general en base a una metodología, la cual no solo se asegura del cumplimiento del proyecto, sino de la calidad del producto.

Scrum, no es un término nuevo ni proviene del continente americano; este modelo data de la década de los 80’s y fue definido por dos profesores japoneses expertos en gestión del conocimiento Ikujiro Nonaka e Hirotaka Takeuchi. Basicamente; su teoría se centra en comprender cómo se genera el nuevo conocimiento de la empresa y como las personas involucradas lo aplican. La característica principal del llamado Modelo Nonaka/Takeuchi, es la transferencia de conocimientos de forma dinámica, a través de iteraciones. Este modelo fue un resultado de las observaciones a equipos de trabajo en empresas de tecnología en Japón. (Palacio, Gestión de Proyectos Scrum Manager, 2014)

A partir de la década de los 90’s, esta metodología migró a otros países, por referencias de ingenieros en software promulgadas en libros o conferencias; Ken Schwaber y Jeff Sutherland fueron los precursores de la definición del nuevo Proceso Scrum, el cual, identificaba roles, eventos y artefactos, permitiendo su adaptación a diferentes tipos de proyectos a diferencia del modelo japonés se centraba en el aumento dinámico del conocimiento tácito. (Schwaber & Sutherland, Scrumguides Org, 2017)

Sin embargo, no fue hasta 2001 que se oficializó la primera Guía de la metodología Scrum aprobada un concejo de eruditos en modelos y procesos, los cuales firmaron el llamado “Manifiesto Ágil” un documento que detalla los principales principios básicos sobre los cuales se sustenta su aplicación. (Hundhausen, 2012). El concepto de “Software Ágil” se introdujo en el Ecuador en el 2011, con la creación formal de la “Comunidad Agil Ecuador” que entró a formar parte de la comunidad Latinoamericana integrada actualmente por países como Argentina, Perú, Colombia, Chile, Uruguay. (ComputerWorld, El software ágil tiene su comunidad en Ecuador, 2015)

1.2 Planteamiento del problema de Investigación

El negocio del software se ha convertido en uno de los más rentables a nivel mundial generando hasta el 2014 cerca de 272.2 mil millones de dólares americanos en diferentes modalidades: hardware, software, servicios informáticos y comunicaciones; con ello, el nivel de gastos de las empresas se ha incrementado, considerando en primer lugar gastos en comunicaciones con un 59%, en segundo lugar Servicios Informáticos con un 20% y el resto repartido entre hardware y software. (Acebo Plaza & Núñez, 2017); Lo cual nos demuestra que los servicios relacionados a consultoría técnica se encuentran en un segundo lugar de popularidad por debajo de las actividades relacionadas a las telecomunicaciones.

En Ecuador, las cifras no son muy alejadas de la realidad; según datos del INEC, hasta el 2015 el total de inversión en TICs fue de 281 millones de dólares americanos en un total de 628 empresas de diversa actividad económica; de éstas 609 invirtieron en algún tipo de software de procesamiento de información tal como ERP o CRM. (INEC, 2016)

Con el incremento de las empresas que han invertido en software, el servicio de consultoría ha adquirido un empoderamiento significativo en el mercado; con ello, la necesidad de programadores y equipo técnico necesario para desarrollar software creció en un 35% hasta el 2015. Puesto que dentro de la cadena de valor de la Industria del software todo el proceso de desarrollo es una responsabilidad que se entrega a empresas outsourcing quienes deben preocuparse de la mejor manera de

diseñar y desarrollar software al costo más conveniente. (Acebo Plaza & Núñez, 2017).

Los objetivos de las empresas consultoras se centra en dos pilares fundamentales: la primera es conseguir la mayor cantidad de clientes de ese 80% de empresas que invierten en software de procesamiento de datos (INEC, 2016) y la segunda, lograr que sus proyectos se realicen dentro del tiempo planificado cumpliendo la totalidad de las expectativas de los clientes; siendo, el primero el más importante y el que asegura la supervivencia de una empresa consultora, éste solo se obtiene con una estadística positiva del segundo.

Entre los principales problemas con los cuales las empresas dedicadas a la consultoría y desarrollo de software se enfrentan son los siguientes:

- ✚ Metodología de Desarrollo y Gestión no adecuada o no aplicada para proyectos de desarrollo de sistemas. Muchos factores determinan la madurez de un proyecto y su gestión, la cultura, estilo, estructura de la empresa y el ciclo de vida de desarrollo; éste último se aplica en base a una metodología seleccionada que se sustenta en objetivos funcionales y resultados a corto, mediano o largo plazo. (PMI, 2013).

Para poder obtener un producto exitoso, es vital decidir la metodología que se acople a los requerimientos del proyecto en todos sus aspectos, éstos incluyen procesos de negocio y técnicos; es decir, que ésta sea flexible y personalizable. (Kavadias, Ladas, & Loch, 2016) No todas las empresas los aplican, tomando en cuenta aquellas relacionadas a la gestión, solo el 4% de empresas que inician proyectos de tecnología siempre aplican metodologías frente a un 11% que no lo hace. (ComputerWorld, Business Process Management, 2016).

Sin embargo, no solo basta con hacerlo, hay una delgada línea la cual define entre una buena aplicación/ejecución; entre el 60% y el 80% de empresas no han logrado éxitos, aunque han iniciado con el proceso de metodologías, la falta de planificación y estrategia ha hecho que su esfuerzo derive en un fracaso. (ComputerWorld, Business Process Management, 2016).

En cuanto a metodologías técnicas, al momento de pensar en alguna, el ciclo en cascada es aquel que ocupa el primer lugar, puesto que funcionaba y daba resultados positivos, o al menos esa era la impresión de las empresas; sin embargo, la realidad se tornaba diferente, el proceso en cascada aplicado a proyectos pequeños ocasiona fracasos en un 11% de proyectos de un total de 50K, mientras que los procesos Ágiles presentaban solo un 4%; así mismo, los valores porcentuales en proyectos grandes no exitosos aplicando un ciclo de vida en cascada representa un 42%, mientras los que aplican un ciclo de vida ágil muestran un 23% de no éxito. (Johnson, Crear, Theo, Lee, & Poort, 2015).

- ✚ Inadecuada planificación de tiempos durante la ejecución del ciclo de vida de desarrollo del software, estrategias de pruebas con muy poca orientación a los requerimientos esperados por el usuario, sin buscar el objetivo principal: lograr captar el valor del producto, equipo de desarrolladores no homogéneo, es decir no cuentan con un alto nivel de experiencia y criterio técnico para realizar buenas estimaciones. Los tiempos no se establecen en base a una prioridad o análisis, el equipo y los usuarios deben esperar meses para obtener el sistema requerido. (Satpathy, 2016).

Se puede inferir que, en proyectos grandes, existe una mayor complejidad en la estimación de tiempos; y, según el informe del Caos del 2015, las causas a esto son el no cumplimiento de los siguientes factores detallados en la siguiente tabla:

Tabla 1: Factores de éxito de un proyecto

Factores de éxito	Puntuación (tamaño vs. Complejidad)
Madurez emocional	15
Implicación del usuario	15
Optimización de procesos	15
Personal calificado	15
Arquitecturas y marcos estándar	8

Fuente: Jim Johnson, Jim Crear, Theo Mulder, Gesmer Lee, Jan Poort. Reporte del Caos 2015.

Al momento de decidir la mejor herramienta técnica de procesos y gestión, es vital realizar una buena concepción del proyecto, analizando todas las aristas del mismo, necesidades de los usuarios y aspectos técnicos.

Para poder realizar una estimación de tiempos adecuada, son importantes los puntos críticos del desarrollo; éstos deben ser determinados por las herramientas, temas o funcionalidades que requieran investigación, de modo que puedan ser estimados los tiempos para dichos problemas; el 49% de desarrolladores de software encuestados de un total de 600 cree que la aplicación de la metodología ágil puede incrementar su nivel de aceptación del cliente. (Perez, 2017)

Analizando los factores de éxito, y considerando que este tipo de metodologías reduce el tiempo de implementación en un 18%, se puede considerar su aplicación y por supuesto, contando con el personal calificado para ello, lograr buenas estimaciones.

- ✚ Definición de indicadores de seguimiento y control no adecuados. Los problemas que surgen durante la ejecución del proyecto no son detectados a tiempo y son atendidos cuando se presentan sin ninguna estrategia para enfrentarlos. (kerzner, 2013).

La falta de indicadores tales como métricas de tamaño o complejidad del requerimiento, esfuerzo requerido y duración, limita la capacidad de resolver imprevistos que detengan o retrasen la ejecución de las tareas; además, cuando los indicadores de priorización de requerimientos faltan, no es posible medir el valor del producto en función de su aporte al negocio, y por ende impide que controles dependientes tales como el costo o el tiempo de ejecución no se lleven a cabo, debido a su poca estabilidad y confianza. (Alaimo, 2013)

La no aplicación de mecanismos de control; da como resultados los siguientes problemas: Falta de retroalimentación del usuario en un 12.8%, Requerimientos

y especificaciones incompletas en un 12.3% y requerimientos cambiantes durante el ciclo de vida en un 11.8%. (Perez, 2017)

1.2.1 Formulación del problema

¿En qué medida la aplicación de la Metodología Scrum incide en el éxito o fracaso de la Gestión y Desarrollo de Proyectos ejecutados por empresas de consultoría de Software de Guayaquil?

1.2.2 Sistematización del problema

- ¿Existen aspectos importantes a considerar para elegir la Metodología Scrum por sobre otras metodologías de Desarrollo de Software?
- ¿Incide la Metodología Scrum sobre los recursos de talento humano y la calidad en desarrollo de proyectos de software?
- ¿Existen indicadores de control que permitan el monitorear el trabajo del proyecto e informar si los objetivos propuestos no se están cumpliendo?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la Metodología Scrum en la gestión de Proyectos y Desarrollo de Proyectos de Software.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología Scrum.
- Evaluar mecanismos de control que se aplican un proyecto ejecutado bajo la metodología Scrum.
- Analizar la influencia de la Metodología Scrum sobre los recursos y la calidad del software.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación teórica

La presente investigación se realiza con el propósito de validar la metodología Ágil y los resultados que ésta proporcione a la Gestión de Proyectos de Software; si bien es cierto, este tipo de proyectos es muy variado, esta investigación se centrará en los resultados obtenidos de su aplicación en empresas de consultoría de Guayaquil.

Esta investigación proporcionará datos y validaciones científicas de parámetros tales como: índices, métricas, factores en los cuales la metodología ágil puede influir positiva y negativamente sobre la gestión de proyectos y brindar información confiable para futuros proyectos de investigación de este tipo o cátedras que formen parte de carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales o a fines en universidades.

1.4.2 Justificación práctica

A medida que las empresas crecen, la necesidad de administrar su información en todos los niveles desde los operativos hasta los gerenciales se incrementa de manera proporcional, las herramientas para lograr el éxito de esta administración son los sistemas de información aplicados.

El presente estudio brindará a las empresas de consultaría de software, los parámetros necesarios para poder determinar las mejores prácticas de la aplicación de la metodología ágil en proyectos variados de desarrollo de software y definir estrategias para obtener resultados exitosos en sus proyectos.

1.5 Marco de referencia de la investigación

1.5.1 Marco teórico

1.5.1.1 Modelos del Conocimiento

Cuando los ingenieros desarrollan software, el principal objetivo es crear un producto con la menor cantidad de errores y el mayor nivel de aceptación de los usuarios; esto no muchas veces se logra. La mayor causa de fallas en el software proviene de un factor bien identificado.

La inadecuada definición de requerimientos se da por una causa muy importante: la poca o nula cooperación entre los ingenieros de software y los usuarios; por una parte, los usuarios son incapaces de identificar y definir correctamente sus necesidades y por otro lado los ingenieros de software son incapaces de entender, definir y plasmar aquello que el usuario desea; es decir, el conocimiento no se consolida. (Basañez, 2014)

Actualmente, las organizaciones buscan identificar los mecanismos que les permitan procesar información (el experto), para obtener resultados de dicho análisis (conocimiento); la teoría del conocimiento organizacional definida por el modelo Nonaka-Takeushi, se define en base a estas dos partes: la epistemológica que incluye al conocimiento tácito y explícito; y la parte ontológica la cual se centra en quien es el generador de ese conocimiento, el cual puede ser considerada desde un ente individual a uno colectivo o grupo de trabajo. (Smilay, Barreto, & Lima, 2014)

Según este modelo, dicho conocimiento se puede cambiar o transformar mediante cuatro diferentes procesos. (Ikujiro, Nonaka; Hirotaka, Takeuchi, 1999)

Gráfico 1: Modelo del Conocimiento Organizacional Nonaka-Takeushi



Fuente: Ikujiro Nonaka, Hirotaka Takeuchi. La Organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación (1999). Oxford University Express.

1.5.1.1.1 Relación entre la teoría del conocimiento y el desarrollo del software

En un proyecto de desarrollo de software, el conocimiento tiene dos perspectivas: La vista técnica y la vista de usuario. La vista técnica del conocimiento se centra en las habilidades y destrezas que se tienen para crear el producto, la vista de usuario se centra en cómo utilizar ese producto y obtener conocimiento con su uso.

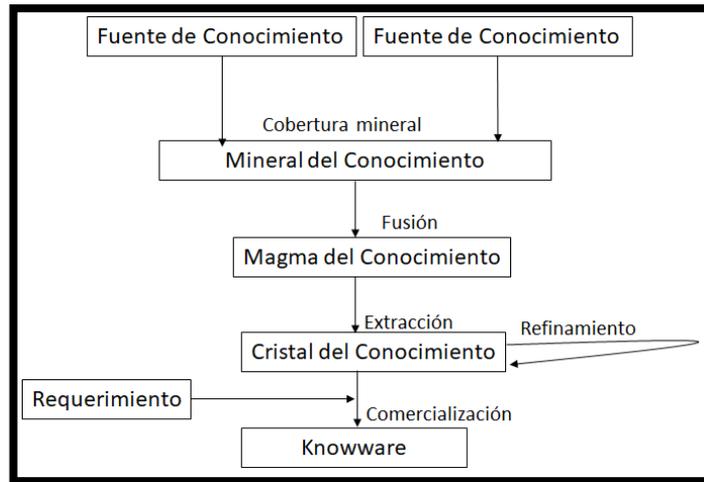
Con el objetivo de relacionar estas dos vistas e involucrar a la ingeniería es que nace el concepto de “**Knowware**”, la capacidad de entender el conocimiento, mantenerlo independiente, comercializable y usable por medio de equipos de cómputo, estándares y procesos, sustentados en una muy detallada documentación del software desarrollado y el hardware utilizado. (Ruquian, Lu; Zhi Jin, 2014).

Este concepto se encuentra muy relacionado al ciclo de vida del desarrollo, es más, se madura a lo largo del mismo. Entre los ciclos de vida estándar que se conocen tenemos: el modelo cascada, el modelo en espiral, el modelo por iteraciones. Para involucrar a la ingeniería de sistemas, los ciclos de vida de desarrollo, las teorías del conocimiento, se establecen tres modelos de ingeniería del “Knowware”, los cuales están listados a continuación:

- Modelo de la Caldera
- Modelo de Cristalización
- Modelo de Espiral

El primer modelo, llamado Modelo de la Caldera, es aplicado cuando se tiene información precisa de las fuentes del conocimiento; de donde viene, cuáles son las fuentes etc., permite obtener lo más importante de cada una de esas fuentes. La transformación del conocimiento es una analogía a la transformación de los minerales, de las fuentes se extrae el conocimiento y pasa por una serie de niveles hasta obtener lo que se conoce como el “Cristal del Conocimiento”, al cual se le aplican los procesos de requerimientos y los procesos de desarrollo de software para obtener el producto y finalizar con la obtención del knowware. (Ruquian, Lu; Zhi Jin, 2014).

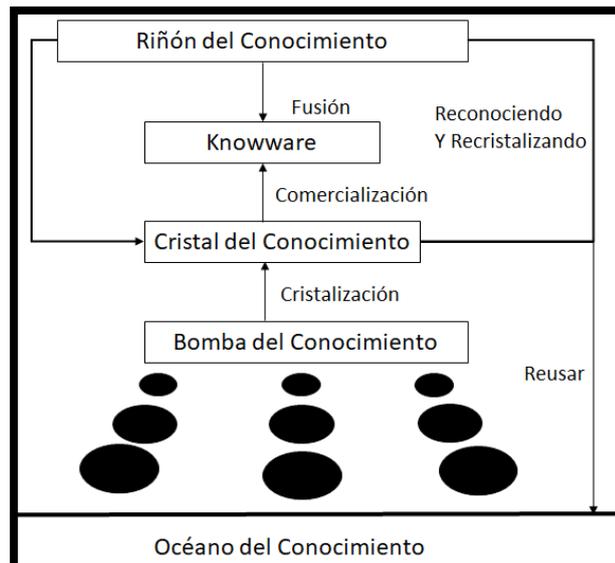
Gráfico 2: Modelo de la caldera



Fuente: RuQuian Lu, Zhi Jin. Knowware-Based Software Engineering: An overview of its Origin, Essence, Core Techniques, and Future Development (2014). IGI Global.

En el segundo modelo, el conocimiento va mejorando durante el ciclo de vida, pasando por diferentes procesos tales como: fusión, comercialización, cristalización, se revisa y descarta el conocimiento obsoleto y vuelve a evaluarse, hasta obtener el extracto que va a formar parte del conocimiento.

Gráfico 3: Modelo de Cristalización



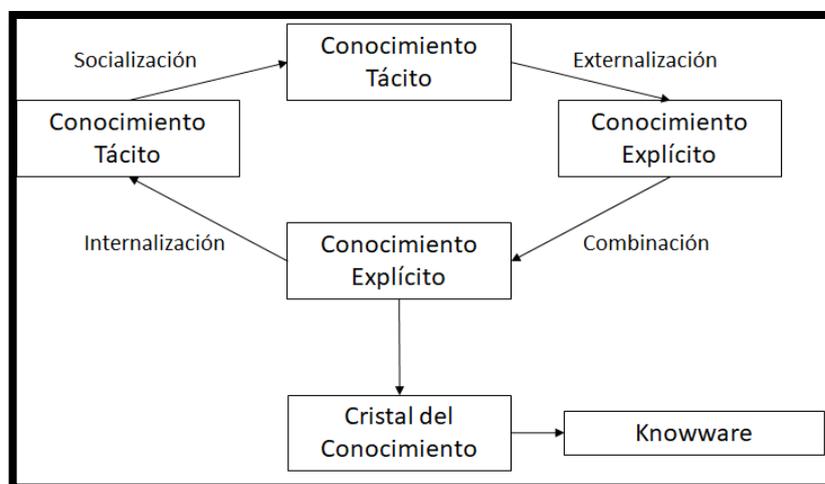
Fuente: RuQuian Lu, Zhi Jin. Knowware-Based Software Engineering: An overview of its Origin, Essence, Core Techniques, and Future Development (2014). IGI Global.

El último modelo, de la ingeniería del Knowware, tiene una influencia directa del modelo Nonaka-Takeuchi, bajo una estructura en espiral, forma un ciclo que va del

conocimiento tácito al explícito y viceversa, pasando por los procesos de socialización, externalización, internalización, combinación, el objetivo es obtener el cristal del conocimiento, el cual va a formar parte del knowware.. (Ruquian, Lu; Zhi Jin, 2014).

Como resultado de la aplicación de estos procesos, el producto final se llamará **Sistema Knowware**, el cual incluye: software, hardware y el conocimiento proveniente del usuario y el equipo técnico. (Ruquian, Lu; Zhi Jin, 2014).

Gráfico 4: Modelo de Espiral



Fuente: RuQuian Lu, Zhi Jin. Knowware-Based Software Engineering: An overview of its Origin, Essence, Core Techniques, and Future Development (2014). IGI Global.

1.5.1.2 Gestión de Proyectos

La gestión de proyectos busca el éxito de un producto mediante la aplicación adecuada de procesos, recursos bien distribuidos y destrezas explotadas eficientemente. (PMI P. M., 2013)

La Gestión de Proyectos tiene como objetivo asegurar que las metas se cumplan en los tiempos esperados y con el máximo nivel de satisfacción de los clientes. Pero ¿cómo aseguramos que la gestión de un proyecto cumpla estos dos objetivos? Como respuesta a esta pregunta, La Guía del PMBook (2013), especifica cinco grupos de procesos definidos en las siguientes categorías:

- ✚ Procesos de Inicio
- ✚ Procesos de Planificación

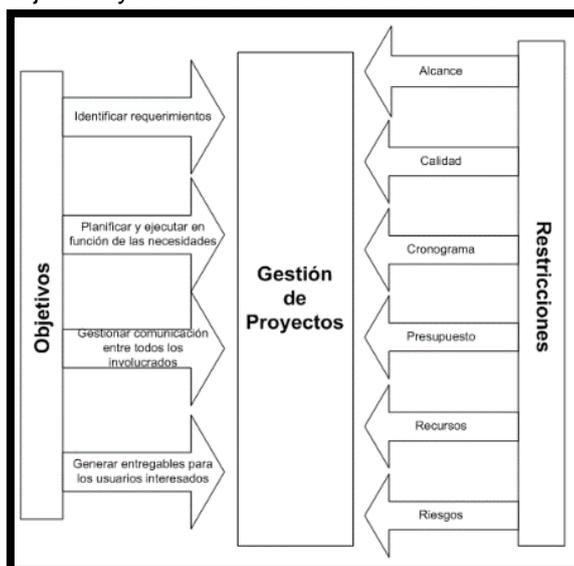
- ✚ Procesos de Ejecución
- ✚ Procesos de Monitoreo y Control
- ✚ Procesos de Cierre

Para poder concebir un proyecto, es necesario considerar las siguientes características que lo definan como tal (Wallace, 2014):

- Un proyecto debe ser temporal; es decir, debe tener un principio y un final.
- Un proyecto debe tener una meta; es decir, su ejecución debe generar un entregable, sea éste tangible o intangible, y este resultado debe buscar ser duradero; sean estos productos o servicios.
- Un proyecto debe tener objetivos a corto, mediano y/o largo plazo.
- Un proyecto debe ser un trabajo individual o de grupo; es decir, en él pueden participar una o más personas u organizaciones.
- Un proyecto debe ser planificado en cada una de sus fases, debe incluir actividades, tareas y entregables; los detalles no deben ser dejados al azar.

El éxito de una buena gestión consiste en cumplir los objetivos de la planificación durante todas las fases del proyecto y; a su vez, considerar las restricciones que se contraponen a los mismos, tal como se plantea en el siguiente gráfico:

Gráfico 5: Objetivos y Restricciones relacionados a la Gestión de Proyectos



Fuente: Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos Quinta Edición (2013). Project Management Institute.

Elaborado por: El autor de la Investigación

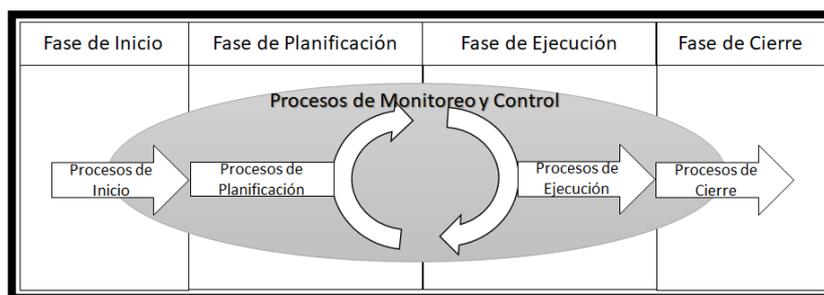
1.5.1.3 Modelo PMBok

El Modelo de Gestión de Procesos del PMI es el más aceptado a nivel mundial, a tal punto de ser considerado un modelo estándar; consiste en un conjunto de subprocesos relacionados entre sí, los cuales pueden ser aplicados sobre todas las fases de los proyectos desde su concepción hasta su finalización. (Livingood, Braxton-Lieber, & Mehan, 2011)

La estructura ideal de como ejecutar el modelo, se puede definir en base a las necesidades del proyecto y puede ser aplicado en una o varias fases; lo más importante a considerar es que dichas fases deben tener una relación entre sí y pueden ser ejecutados en forma secuencial o en paralelo.

Según el modelo del PMBok, los proyectos pueden dividirse en tantas iteraciones como sean necesarias, éstas serán definidas acorde a las actividades que se deban planificar, los entregables esperados etc.; sin embargo, aunque éste número pueda definirse en base al alcance del proyecto, éstas deben contener la misma estructura dividida en sub-fases, cada una de las cuales debe guardar lineamientos a alguno de los procesos pre-establecidos.

Gráfico 6: Fases y Procesos para la Gestión de Proyectos acorde al PMBok



Fuente: PMI. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos Quinta Edición (2013). Project Management Institute.

1.5.1.3.1.1 Factores de éxito del PMBok para proyectos.

Según la metodología del PMBok, los factores que determinan el éxito de los proyectos son: (Zabaleta Etxebarria, López, & Lozarres N., 2012)

- **Planificación.** - Organización de actividades que permiten definir hitos a lo largo de la ejecución del proyecto; se desarrolla el Plan de Gestión de Proyecto que detalla la línea de acción a seguir para cumplir los objetivos del mismo.
- **Personal.** - Corresponde a la efectiva definición de equipos de trabajo en base a especialidades necesarias para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- **Control.** - Dado que los proyectos usualmente son propensos a cambios es necesario realizar un continuo análisis del progreso y el desempeño de los proyectos y aplicar acciones correctivas o preventivas si es necesario.
- **Adquisición.** - Aquellos procesos que permiten la compra de equipos o contratación de servicios necesarios a lo largo del proyecto.
- **Riesgos.** - Afectaciones internas o externas que puedan detener el progreso del proyecto. Los riesgos deben ser determinados y definidos por niveles en el Plan de Riesgos del Proyecto.
- **Tiempo.** - Influenciado por factores tales como Planificación, Adquisición, Riesgo y Alcance. Dado que los proyectos tienen un tiempo limitado, éste se define en base a la línea de acción establecida para cumplir los objetivos del mismo.

- **Costo.** - Identificación de los valores del proyecto establecidos por las actividades definidas. Los costos deben ser planificados, estimados, determinados y controlados por cada fase.
- **Calidad.** - Relacionada al producto. Establece políticas de calidad orientadas al cumplimiento de objetivos y se definen responsables de la misma. La calidad se mide en base al cumplimiento del alcance del proyecto.
- **Alcance.** - Permite definir el inicio y el final del proyecto, como se define, valora y gestiona el proyecto y a su vez define las características y funciones del producto a entregar.

1.5.1.4 Modelo de Procesos Ágil para la administración de proyectos de Software

La nueva invención de tecnología genera una variedad de sistemas y a su vez una variedad de procesos, la metodología Ágil, nace como una respuesta a la administración de esta variedad que puede aplicarse no solo a los aspectos técnicos, sino también a los negocios. El concepto de “Agilidad”, se centra en la retroalimentación de los usuarios quienes generan cambios constantes a los sistemas con el objetivo de cumplir con las expectativas planteadas, es decir consiste en una evolución continua del software. (Mundaca & Abarca, 2015)

Para la metodología Ágil, el concepto de tener un equipo numeroso no implica que sea productivo y que pueda finalizar en un menor tiempo las tareas asignadas. La clave es aprovechar las destrezas del equipo y lograr minimizar el tiempo de ejecución; esto se debe lograr tomando en cuenta la comunicación, al equipo y recibiendo retroalimentaciones de todos los involucrados. Se debe llevar al proyecto a un estado de ventaja y eficiencia; y, según Peter Measey se debe considerar lo siguiente para lograrlo (Measey, Levy, & Short, 2015):

- **No se debe considerar que “Ágil” significa “Fácil”;** es muy común confundir este concepto, aunque la metodología ágil es bastante simple, los cambios que los sistemas sufren durante el ciclo de vida pueden ir de lo

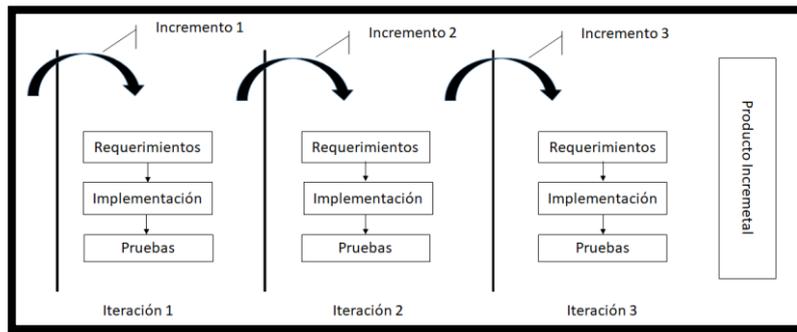
más simple a lo más complejo y el éxito de su aplicación radica en el cambio de cultura y la aceptación de la responsabilidad requerida al aplicarla.

- **Contar con la documentación necesaria;** a diferencia de otras metodologías, no existen lineamientos para un flujo continuo de reportes; sino en aquellos que brinden un beneficio al negocio, la calidad del producto y la efectividad del equipo.
- **Desarrolladores expertos;** la aplicación de la agilidad no implica que no exista un diseño o patrones de desarrollo que no se deban seguir. La calidad del producto se asegura con un código de alta calidad que involucre técnicas robustas de implementación que simplifiquen la arquitectura sin descuidar las funcionalidades del sistema y esto solo puede lograr un grupo de expertos en desarrollo de software.
- **Planificación continua y evolutiva.** No implica que no existe un análisis y estimación previa del proyecto, sin embargo, ésta se muestra flexible y se define en ciclos cortos que deben ser capaces de soportar los cambios sin perder el objetivo del proyecto y la definición global del sistema.

1.5.1.4.1 Estructura de la metodología Ágil

La estructura ágil se define en un trabajo iterativo que cubre el ciclo de desarrollo de software por cada sección, la lista de funcionalidades es definida al inicio de los ciclos y se va desarrollando incrementalmente hasta llegar al producto final. La lista de funcionalidades es definida en base a una prioridad en base a los requerimientos de negocio y ésta puede incluir requerimientos simples o complejos. (Rally Software, 2013)

Gráfico 7: Proceso Ágil por iteraciones. Mini procesos en cascadas



Fuente: Rally Software Development Group. Cinco Niveles de Planificación Ágil: Desde la Visión Corporativa del Producto hasta el Stand-up del Equipo (2013). Rally Development.

1.5.1.4.1.1 Roles

Dada la rapidez de esta metodología y la ausencia de fases definidas, los roles se simplifican a dos grupos:

Equipo de usuarios. - compuesto por expertos del negocio, expertos en los productos, consultores, analistas de negocios. Aquellos que determinan las funcionalidades y definen los requerimientos del sistema.

Equipo de desarrolladores. - compuesto por los desarrolladores, arquitectos, administradores de bases de datos, especialistas en seguridad, agentes de calidad y el equipo de técnicos que se encargan del desarrollo del sistema; éste debe ser un personal experto en su área y ejecutar sus tareas buscando maximizar los valores de negocio.

1.5.1.4.1.2 Metodologías de desarrollo ágil

eXtreme Programming .- Consiste en una metodología que se centra en el equipo técnico. Basa su éxito en el alto nivel de destrezas tanto del grupo de desarrolladores y los propietarios del producto, es decir la interacción entre los dos equipos es lo más importante, a tal punto que el usuario se convierte en el revisor principal del producto. (Veiga, 2017)

Lean Software Development .- Orientada a Desarrollo de proyectos con un alto nivel de variabilidad, es decir, aquellos cuyos alcances u objetivos cambian continuamente, por lo cual el proceso principal de esta metodología es la gestión de los cambios orientándolos al cumplimiento del valor de negocio del producto asegurando el incremento continuo del mismo y así mismo incrementando el conocimiento del equipo. Esta metodología se aplica comúnmente en proyectos de software ejecutados para empresas industriales. (Wenzheng, 2014)

Scrum .- Consiste en una metodología iterativa cuyo objetivo es la gestión del desarrollo del software bajo iteraciones llamadas sprints, convirtiéndolo en un modelo de desarrollo dinámico en la cual el usuario recibe entregables del producto en cortos periodos de tiempo. (Godoy, Belloni, Kotynski, & Do Santos, 2014)

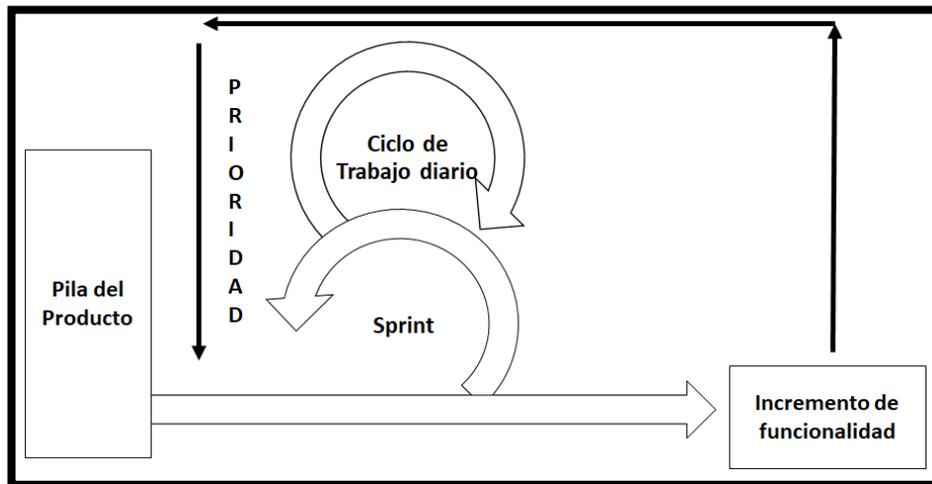
No se realiza un análisis extenso de metodologías ágiles diferentes al Scrum, puesto que el estudio principal se centra en casos de empresas que apliquen el proceso Scrum en sus proyectos.

1.5.1.4.2 Modelo Scrum para Administración de proyectos de software

Scrum es una variación de la metodología Ágil, la más clásica, capaz de soportar la variación de los requerimientos y reaccionar favorablemente a ellos, siempre y cuando sea bien aplicada; permite la flexibilidad del desarrollo de software y el proceso no se basa en rigurosas reglas de administración. Scrum define ciclos cortos de ejecución del proceso llamados sprints, el cual debe durar unas cuantas semanas y cada una de ellas debe cumplir sus metas y obtener una retroalimentación que sirva para el siguiente sprint. (Mariño & Alfonso, 2014)

La pila del producto, o también llamada Backlog, corresponde a una lista de requerimientos, los cuales son implementados durante el sprint y aquellos que no puedan ser cubiertos, deben ser re-planificados para la siguiente iteración. (Huttermann, 2012)

Gráfico 8: Modelo Scrum Iterativo



Fuente: Michelle Sliger. Agile Software Project Management with Scrum (2011). PMI Global Congress 2011.

De acuerdo con el corto tiempo de aplicación de Scrum, el control de la implementación del mismo se realiza de manera empírica y se sustenta en tres pilares fundamentales: (Schwaber & Sutherland, Scrumguides Org, 2017)

Transparencia. - Las actividades más significativas del proceso deben ser conocidas por los responsables del producto. Se deben definir estándares comunes de trabajo y ser promulgados al equipo de modo que todos hablen el mismo lenguaje.

Inspección. - Las revisiones constantes de los usuarios a todos los artefactos generados son vitales, de esta manera se pueden detectar errores iteraciones tempranas. Los revisores deben ser usuarios expertos que conozcan el producto y los objetivos de negocio de este para que dichas inspecciones sean provechosas.

Adaptación. - Si el flujo del proceso sufre desviaciones que afectan al producto; se deben tomar correcciones y ajustar dicho proceso a las políticas y objetivos planteados; estos ajustes deben realizarse lo más pronto posible y evitar desvíos mayores.

1.5.1.4.3 Roles de la Metodología Scrum

Los roles de Scrum son definidos por grupos de trabajo, dado que el principio de la metodología son ambientes colaborativos, existen tres grupos bien marcados:

Equipo de Desarrolladores. - también llamado Scrum Developer Team consiste en un equipo de grandes destrezas que no puede sobrepasar las 9 personas. El equipo de desarrollo define estimaciones de los tiempos de desarrollo de cada historia de usuario, es responsable del diseño, implementación y pruebas de las mismas y su posterior paso a producción. (Allue, Cymment, & Alaimo, Proyectos Ágiles con Scrum, 2013)

Equipo Propietario del Producto. - Ambas guías concuerdan en que este grupo representa la voz y ojos del usuario; es decir, son el cliente, aquellos que toman decisiones y valoran el producto entregado. Estas responsabilidades no deben caer sobre una sola persona y para ejercer este rol, el equipo debe tener: (Mayer, 2013)

- Experiencia, conocimiento del negocio y su entorno.
- Amplia visión del producto, su uso, necesidades y requerimientos.
- Poder de decisión y conocimiento del plan del producto.
- Constante retroalimentación del negocio, esto puede incluir cambios del mercado, clientes objetivos, estrategias, factores externos que puedan influenciar de algún modo al producto.

Scrum Master. - Es aquel que inyecta valores y reglas al proyecto a través de los otros dos equipos. No es un rol técnico, sino uno que debe contar con habilidades de coaching, no es considerado como un director de proyecto o líder de proyecto en una metodología tradicional, sino como un facilitador que brinda soporte a su equipo tanto técnico como anímico. (Palacio, Gestión de Proyectos Scrum Manager, 2014)

1.5.1.4.4 Eventos en Scrum

Scrum cuenta con eventos cuyo objetivo es mantener el flujo regular del proyecto; minimizar la pérdida de tiempo en reuniones innecesarias y evitar situaciones que puedan retrasar las iteraciones. Los eventos son una oportunidad para inspecciones o adaptar componentes, realizar ajustes al producto o proceso y minimizar cualquier

desviación que pueda presentarse. Los cinco eventos definidos en Scrum son: Sprint, Reunión de Planificación del Sprint, Scrum Diario. (Cadavid, Martínez, & Vélez, 2013)

Sprint. - El sprint consiste en un periodo de tipo definido para el desarrollo del producto, debe tener una duración corta en lo posible y todas aquellas definidas en un proyecto deben tener la misma duración; no más de un mes y por cada una se debe entregar un producto terminado, el cual puede ser utilizable. (Martel, 2014)

Reunión de Planificación del Sprint. - Consiste en una reunión de trabajo que se realiza al inicio de cada sprint. En esta reunión se priorizan las funcionalidades que formarán parte de la pila del producto. Los tiempos pueden variar y son definidos en base al tiempo del Sprint (Kuziwa & Ndagire, 2016):

Tabla 2: Duración de reuniones de planificación de sprint

Duración del Sprint	Duración de la Reunión de Planificación del Sprint
4 semanas	No mayor a 8 horas
3 semanas	No mayor a 6 horas
2 semanas	No mayor a 4 horas
1 semana	No mayor a 2 horas
Menos de una semana	Proporcional a la duración del Sprint

Fuente: Richard Hudhausen. Professional Scrum Development with Microsoft Visual Studio 2012. (2012). Microsoft Press. Pág. 17.

Scrum Diario. - Consiste de una reunión diaria de y debe llevar entre 5 a 15 minutos. Su objetivo es inspeccionar el trabajo diario realizado; es recomendable que se realice a la misma hora y en el mismo lugar y deben participar todos los miembros del equipo.

Reunión de revisión de Sprint. - es aquella reunión que se realiza una vez finalizado el Sprint, por lo general son invitados los usuarios interesados y los propietarios del producto; en esta reunión el equipo de desarrollo obtiene una retroalimentación de los usuarios. Según Richard Hudhausen (página 21), los tiempos de las reuniones son definidos en base al tiempo del Sprint y por lo general toman la mitad de tiempo de las reuniones de planificación como se detalla en la tabla a continuación: (Hudhausen, 2012)

Tabla 3: Duración de reuniones de revisión de sprint

Duración del Sprint	Duración de la Reunión de Revisión del Sprint
4 semanas	No más de 4 horas
3 semanas	No más de 3 horas
2 semanas	No más de 2 horas
1 semana	No más de 1 hora
Menos de una semana	Proporcional a la duración del Sprint

Fuente: Richard Hudhausen. Professional Scrum Development with Microsoft Visual Studio 2012. (2012). Microsoft Press. Pág. 22.

Retrospectiva de Sprint. - Consiste en una reunión de inspección y adaptación del equipo, busca revisar e investigar oportunidades de mejoras del equipo en cuanto al proceso y prácticas que mejoren la aplicación del proceso. Todos los miembros pueden realizar sus observaciones y dar sus ideas. Los tiempos de las reuniones son definidos en base al tiempo del Sprint:

Tabla 4: Duración de reuniones de retrospectiva del sprint

Duración del Sprint	Duración de la reunión de retrospectiva del Sprint
4 semanas	No más de 3 horas
3 semanas	No más de 2 1/4 horas
2 semanas	No más de 1 1/2 horas
1 semana	No más de 3/4 hora
Menos de una semana	Proporcional a la duración del Sprint

Fuente: Richard Hundhausen. Professional Scrum Development with Microsoft Visual Studio 2012. (2012). Microsoft Press. Pág. 24.

1.5.1.4.5 Disciplinas del Scrum

La metodología Scrum posee menos disciplinas o procesos en comparación con la metodología RUP. Las mismas están más dedicadas a proporcionar ayuda al equipo de desarrollo e impulsar el continuo mejoramiento de producto. Las disciplinas consideradas se describen a continuación: (Gómez, García, & Dedo, 2017):

Requerimientos. - Tiene el objetivo de definir el backlog del producto, en el cual se especifican las funcionalidades del producto y se priorizan de modo que sean planificadas en los sprints.

Implementación. - Se definen los objetos de software y se comparten los artefactos desarrollados. Se define la ejecución de los sprints y se entregan las versiones de los productos desarrollados acorde a lo especificado en el backlog.

Pruebas. - Tiene el objetivo de validar la calidad de la versión del producto entregado, se verifican que todos los requerimientos definidos en el backlog se cumplan y se realiza la entrega a los usuarios.

Control. - Tiene como objetivo ejecutar revisiones a cada una de las iteraciones, estas son realizadas por el scrum master, usuarios, equipo de desarrollo y la realización de las reuniones de seguimiento de los sprints.

1.5.1.4.6 Factores involucrados en la metodología Scrum

Los factores más relevantes del Scrum son: Planificación, Calidad, Control y Personal; sin embargo, existen otros factores adicionales que sirven a la definición de estos cuatro pilares. El detalle de los factores se lista a continuación: (Satpathy, 2016).

- **Planificación.** - A diferencia de otras metodologías, su validación recae no solo en los administradores sino en el equipo de desarrolladores; dentro de este factor prima la estimación y definición de tareas definidas por cada uno de los miembros y se basa en la definición de pesos de cada una de las historias de usuario.
- **Calidad.** - El valor del producto para el usuario es el principio fundamental de este factor, por cada sprint ejecutado y es evaluado continuamente hasta la finalización del proyecto.
- **Personal.** - Se centra en la definición de un equipo con habilidades equitativas con iguales capacidades de ejecución en las tareas encomendadas y en la colaboración entre sus miembros sembrando el compromiso y la responsabilidad a nivel de equipo.

- **Control.** - se centra en la transparencia de la ejecución del sprint, la inspección continua del producto desarrollado considerando que los productos obtenidos por cada sprint son considerados como entregables finales a producción.
- **Integración.** - Es un factor muy relacionado a la colaboración, y a la calidad puesto que el producto incremental pasa por un periodo de integración al o los sistemas externos con los cuales el producto va a interactuar y entre sus componentes internos. La integración se realiza por sprint y forma parte de las pruebas internas antes de pasar a una prueba final con el usuario.
- **Riesgos.** - Consiste en eventos que afectan al proyecto y sus objetivos. Los riesgos son definidos por sprint, y son considerados beneficiosos dado que, para Scrum, representan oportunidades de crecimiento a nivel de equipo, por lo cual se crea una estrecha relación con el factor de personal.
- **Colaboración.** - Su objetivo es distribuir el conocimiento, y hacerlo propio por medio del trabajo en equipo, compartiendo responsabilidades y haciendo propios los objetivos del usuario.
- **Tiempo.** - Considera rangos de tiempos restringidos por sprint, los cuales no deben ser alterados ni variables. Los periodos de tiempo de ejecución del sprint deben ser lo más cortos posibles en un rango entre 7 a 15 días y éstos incluyen no solo las tareas de desarrollo sin las orientadas a la planificación.
- **Alcance.** - Se basa en las historias de usuario a realizar. Se definen dos tipos de alcances: uno global a nivel de proyecto, y alcances por sprint que son definidos en conjunto con el usuario.

II. CAPÍTULO II.- MARCO METODOLÓGICO

2.1 Tipo de diseño, alcance y enfoque de la investigación

La investigación realizada se centra en el análisis de los indicadores más relevantes de la metodología Scrum y cómo éstos afectan a los proyectos de desarrollo de software, si la afectación es positiva o negativa y su influencia en el éxito o fracaso de los proyectos.

Se consideró como un tipo de investigación causal; se analizan diferentes proyectos pertenecientes a empresas consultoras y desarrolladoras de software, se evalúa la influencia del Scrum en la ejecución de estos y cómo afecta a la gestión y calidad de productos resultantes.

Se determinaron los factores críticos de la metodología Scrum relacionados a la gestión de proyectos y, con el análisis cuantitativo de las diferentes métricas recolectadas en distintas fases de los proyectos se evalúa el grado de éxito y fracaso de cada uno de ellos.

2.1.1 Resultados e impactos esperados

- Definición de criterios para identificar si el Scrum es la mejor herramienta para aplicar en los proyectos de Sistemas de Información que una empresa vaya a ejecutar.
- Mejoramiento de las actividades de planificación, calidad y administración del recurso humano en proyectos de desarrollo de software bajo Scrum.
- Aprovechamiento de una lista de indicadores de seguimiento y control de los proyectos que aseguren una buena gestión de proyectos de software a lo largo del ciclo de vida.

2.2 Método de investigación

El método de investigación aplicado a esta investigación fue el cuantitativo puesto que los indicadores provienen de datos estadísticos que representan métricas recolectadas de 11 proyectos de software provenientes de las empresas incluidas en este estudio y se evalúan bajo cuatro perspectivas: Planificación, Calidad, Personal, Control de Cambios; puesto que son los factores más importantes del Scrum. para dicha evaluación se aplicó diferentes métodos estadísticos y se obtuvo patrones de comportamiento, niveles de cumplimientos, y aspectos críticos a considerar en la aplicación de la metodología Scrum.

Así mismo, se aplicó el método analítico que consiste en el desglose de las variables independientes a nivel de indicadores y subindicadores para determinar las causas importantes que definen el éxito o fracaso de un proyecto. (Sánchez, 2013)

2.3 Unidad de análisis, población y muestra

Unidad de Análisis: Se considera a las empresas dedicadas al desarrollo de sistemas y consultoría de Software en Guayaquil. Acorde a la Superintendencia de Compañías hasta el 2012, existían 40 empresas entre medianas y grandes dedicadas a estas actividades en Guayaquil. Se excluyen empresas que no trabajen con metodología ágil en uno o algunos de sus proyectos; adicional no se limita el tipo de software desarrollado. (Sampieri, Collado, & Lucio, 2010).

Dado el programa de Maestría en Sistemas de Información, las empresas a considerar deben ser aquellas que hayan ejecutado Proyectos de Sistemas de Información bajo la Metodología ágil.

Población: Según la Comunidad Ágil en Ecuador, el 36% de proyectos de software son desarrollados bajo una metodología Ágil, por lo cual,

considerando un total de 40 empresas, podemos partir con una población de 14 empresas de Consultoría de Software que han desarrollado proyectos de alcances pequeños, medianos o grandes bajo metodología ágil. Según datos del INEC, un 80% de empresas invirtieron en software de tipo Sistema de Información (INEC, 2016), con lo cual se considera la siguiente fórmula para el cálculo de la muestra (Spiegel & Stephens, 2009):

FÓRMULA DE MUESTREO

$$n = \frac{pqZ^2N}{NE^2 + Z^2pq}$$

p = Probabilidad de éxito = (0.8)

q = Probabilidad de fracaso = (0.2)

N= Tamaño de la población = (14)

E= Porcentaje de Error = (15%) = (0.15)

Z= Nivel de confianza (**1.44= 85%**, 1.62= 90%, 1.96=95%, 2.25=97%, 2.58= 99%)

n = Tamaño de la muestra

Calculo de muestreo:

$$n = \frac{(0.80)(0.20)(1.44)^2(14)}{(14)(0.15)^2 + (1.44)^2(0.80)(0.20)}$$

$$n = \frac{(0.16)(2.07)(14)}{(14)(0.15) + (2.07)(0.16)}$$

$$n = \frac{4.644864}{0.315 + 0.331776}$$

$$n = \frac{4.644864}{0.646776}$$

$$n = 7.18$$

2.4 Variables de la investigación, operacionalización

2.4.1 Variables (independientes y dependientes)

Variable dependiente: Gestión y Desarrollo de Proyectos de Software

Variables independientes: VI1-Planificación, VI2-Calidad, VI3-Personal, VI4-Control de Cambios

2.5 Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de información

2.5.1 Técnicas

2.5.1.1 Cuantitativas

Se considera entre las técnicas cuantitativas los siguientes tipos:

- ✚ **Estadística.** - Métricas obtenidas de reportes de desarrollo de los proyectos ejecutados por empresas consultoras de Guayaquil.

- ✚ **Documental.** - Métricas que provienen de reportes realizados por instituciones expertas en temas de gestión de proyectos informáticos, estudios realizados por universidades con carreras orientadas a sistemas de información, evaluaciones obtenidas de tesis relacionadas a análisis de proyectos bajo metodología ágil.

2.5.2 Muestreo

Se consideró una muestra de 6 empresas consultoras en Guayaquil que aplican la metodología Scrum en sus proyectos de desarrollo de Software, y dos casos de estudio documentados con métricas y pruebas realizadas bajo esta metodología. Las 8 empresas resultantes representan el número de compañías que de la población total han ejecutado Proyectos de Sistemas de Información bajo una metodología ágil. De las 8 empresas, se analizan 11 proyectos de Sistemas de Información ejecutados y terminados por dichas entidades y cuya finalidad se detalla en la tabla a continuación:

Tabla 5: Detalle de muestra por tipo de muestra

Tipo de Muestra	Número de Empresas	Número de Proyectos
Estadística	6	9
Documental	2	2
Totales	8	11

Elaborado por: El autor de la Investigación

Tabla 6: Detalle de muestra por empresa

Empresa	Número de Proyectos
Empresa 1	1
Empresa 2	2
Empresa 3	2
Empresa 4	1
Empresa 5	1
Empresa 6	2
Empresa 7	1
Empresa 8	1
Totales	11

Elaborado por: El autor de la Investigación

2.5.3 Instrumentos

- ✚ **Base de datos.** - preparada en la aplicación estadística SPSS en base a las métricas obtenidas de las técnicas estadísticas y documentales.

2.5.4 Fuentes de información

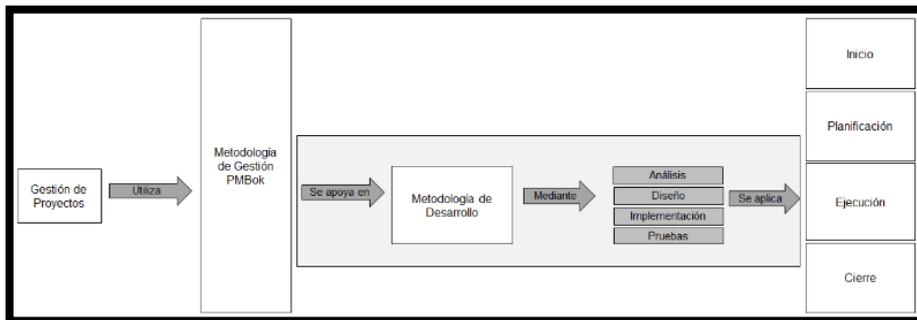
- ✚ **Primaria.** - Documentos de Gestión de empresas consultoras de Guayaquil:
 - Planes de Proyecto que incluyen estimaciones de historias de usuario, tiempos, número de iteraciones.
- ✚ **Secundaria.** - Se considera como fuente secundaria métricas detalladas en artículos científicos y trabajos de tesis publicados.

III. CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de la Situación Actual

La Gestión de Proyectos se realiza en base al PMBok, ésta se centra en cuatro fases: Inicio, Planificación, Ejecución y Cierre. Sin embargo, no solo la gestión se debe realizar desde el punto de vista de la administración, ésta debe apoyarse en una metodología de desarrollo que cubra el ciclo de vida especificado para los proyectos de software. Dado que los tipos de proyectos a analizar en esta investigación están orientados a la tecnología con respecto al desarrollo del software, la problemática va a ser analizada con respecto a la metodología aplicada en la fase de ejecución.

Gráfico 9: Procesos durante la ejecución de un proyecto



Fuente: Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos Quinta Edición (2013). Project Management Institute.

Elaborado por: El autor de la Investigación

Las empresas que actualmente aplican Scrum han tenido experiencias con la metodología en cascada tradicional, que si le ha dado resultados; y aún la practican, pero ya no en todos sus proyectos. La idea del cambio surge por una necesidad común: dar al usuario un producto final en menos tiempo.

En los procesos en cascada, el usuario recibe un producto final al término de todo el ciclo de desarrollo y allí, éste se involucra en las pruebas finales. La retroalimentación del usuario se obtiene al final y, aunque con los procesos rigurosos de pruebas se asegura la calidad del producto, siempre existe algún cambio o ajuste resultante, y por ello hay que ejecutar un ciclo completo que puede extender un proyecto más del tiempo indicado. (Sutherland, 2014)

Las empresas evaluadas tienen una característica en común, en proyectos medianos o grandes, la aplicación de un procedimiento en cascada significa que el usuario no obtendrá un resultado final hasta el final de todo el desarrollo, habiendo un alto riesgo no aprobación en uno o varios requerimientos.

Según dichas empresas, el punto de vista del usuario ha cambiado en los últimos años; con el apogeo de los dispositivos inteligentes y nuevos paradigmas como los servicios en la nube, los usuarios están relacionados con la tecnología en un mayor nivel; y ello crea una necesidad de involucramiento que antes no existía. Ahora los usuarios desean ver en corto tiempo los progresos de un nuevo sistema y están capacitados para dar un punto de vista más maduro relacionado a la tecnología; ésta fue la razón más significativa para tomar la decisión de realizar cambios de metodologías que involucren al usuario en mayor grado.

3.1.1 Descripción del proceso Scrum que aplican las empresas de consultoría seleccionadas

Las empresas dividen al proyecto en secciones más pequeñas llamadas sprints, el número de sprints es planificado acorde al número de requerimientos definidos para un sistema o un componente de un sistema ya existente y éste se establece al inicio del proyecto. Cada sprint incluye:

- Pila de requerimientos o historias de usuario que se va a desarrollar.
- Personal participante en ese sprint cumpliendo los siguientes roles: un Scrum Máster, Scrum Developer y Product Owner.

El equipo de Scrum Developers, es el encargado de realizar el análisis detallado, diseño e implementación de las historias de usuario; el Scrum Máster, cumple el rol de líder de éste equipo y a su vez realiza las mismas tareas que el resto; el Product Owner, es aquel que valida desde el punto de vista del usuario lo entregado por cada sprint; en las 6 empresas analizadas, el rol de Product Owner es cumplido por dos personas: un analista técnico y un representante de los usuarios finales.

La pila de historias de usuario es definida mediante pesos. Un peso equivale a una puntuación que las empresas definen en una escala numérica para determinar el nivel de complejidad del requerimiento; esta definición involucra: el número de objetos afectados y creados, por cada requerimiento. La escala se define entre 1 y 5, siendo 1 el nivel más bajo de complejidad y 5 el mayor. Esta técnica de puntuación es llamada "Planning Pocket" y se considera estándar en cualquier proyecto que involucre alguna metodología ágil. (Verheyen, 2013)

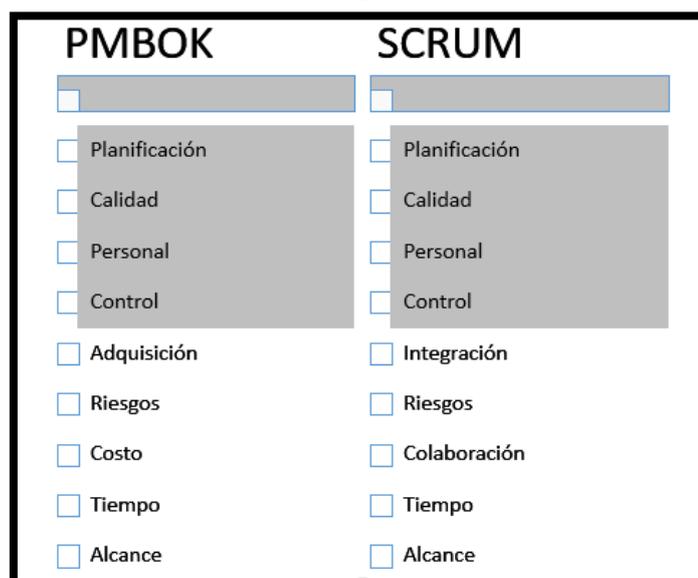
La pila de historia de usuarios es repartida en partes iguales entre el equipo de Scrum Developers y debe ser terminada dentro del tiempo de ejecución del Sprint; si alguna de estas historias de usuario no es terminada, ésta se replanifica para el siguiente sprint. Cada sprint tiene una duración de no más de 14 días.

Al finalizar cada sprint, todas las historias de usuario desarrolladas son liberadas al propietario del producto para que éstas sean evaluadas y finalmente son entregadas a los usuarios finales. Así mismo se realiza una reunión de retrospectiva para evaluar los resultados del sprint, revisar los problemas durante su tiempo de ejecución y replanificar las historias de usuario no terminadas. El número de sprints varía dependiendo de cuantas historias de usuario se van a incluir en cada una.

3.2 Análisis comparativo, evolución, tendencias y perspectivas

La evaluación de la metodología Scrum aplicada, se centró en las perspectivas relacionadas a la gestión de proyectos; para ello, se realizó una comparación entre los factores críticos del PMBok y Scrum; luego se seleccionó los factores en común a analizar en base a las métricas obtenidas de las empresas analizadas.

Gráfico 10: PMBOK vs. SCRUM



Fuente: Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos Quinta Edición (2013). Project Management Institute y Guía de conocimiento de Scrum Edición 2016. ScrumStudy.

Elaborado por: El autor de la Investigación

Se consideran para el análisis los factores de: Planificación, Calidad, Personal y Control puestos que están alineados a la Gestión de Proyectos; aunque los factores de Tiempo y Alcance se encuentran también alineados no son considerados puesto que para la metodología Scrum, estos factores no son variables.

Los valores recolectados corresponden a proyectos de tres diferentes tipos: Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales, Sistemas de Información Gerencial y Sistemas de Procesamiento de Transacciones; aunque los proyectos corresponden a diferentes empresas, todas guardan similitud en las métricas evaluadas por cada proyecto. (Ver Anexo 4).

Tabla 7: Detalle empresas y número de proyectos

Empresa	Tipo de Proyecto	Número de Proyectos	Número de Sprints
1	Sistemas de Información Gerencial	1	2
2	Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales	2	6
3	Sistemas de Información Gerencial	2	3
4	Sistemas de Procesamiento de Transacciones	1	1
5	Sistemas de Procesamiento de Transacciones	1	17
6	Sistemas de Procesamiento de Transacciones	1	7
7	Sistemas de Procesamiento de Transacciones	1	6
8	Sistemas de Información Gerencial	1	6

Elaborado por: El autor de la Investigación

Para el análisis de las cuatro variables independientes se utilizaron procesos estadísticos aplicados con la herramienta IBM SPSS Statistics tales como: análisis de frecuencias, método de comparación de medias mediante prueba ANOVA, método de reducción de dimensiones, métodos de correlación bivariada utilizando método de correlación Pearson; los diferentes métodos empleados fueron seleccionados en base a la naturaleza de los datos y la relación de los indicadores con más afinidad para su comparación y/o correlación. (IBM, 2015).

La revisión de resultados presenta dos secciones: la primera consiste en el análisis de los valores estadísticos resultantes por cada variable independiente y la segunda en la interpretación de los indicadores por cada caso de estudio puesto que el tema central es el análisis de casos empresariales.

3.2.1 VI1 Planificación

3.2.1.1 Ind. VI1.1 Porcentaje de cumplimiento de objetivo de sprints

Tabla 8: Análisis de frecuencias en SPSS – variable porcentaje de cumplimiento de objetivo de sprints

Frecuencias IBM SPSS	
Variable:	ob_porccumpobjetivo
Estadísticos	
Tendencia Central:	Media, Mediana, Moda
Dispersión:	Desviación estándar, Varianza, Rango, Mínimo, Máximo
Valores Percentiles:	5,10,15,20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95
Distribución:	Asimetría, Curtosis
Gráficos	
Tipo de Gráfico:	Histogramas, Mostrar Curva normal en el histograma
Tabla de Frecuencias:	No

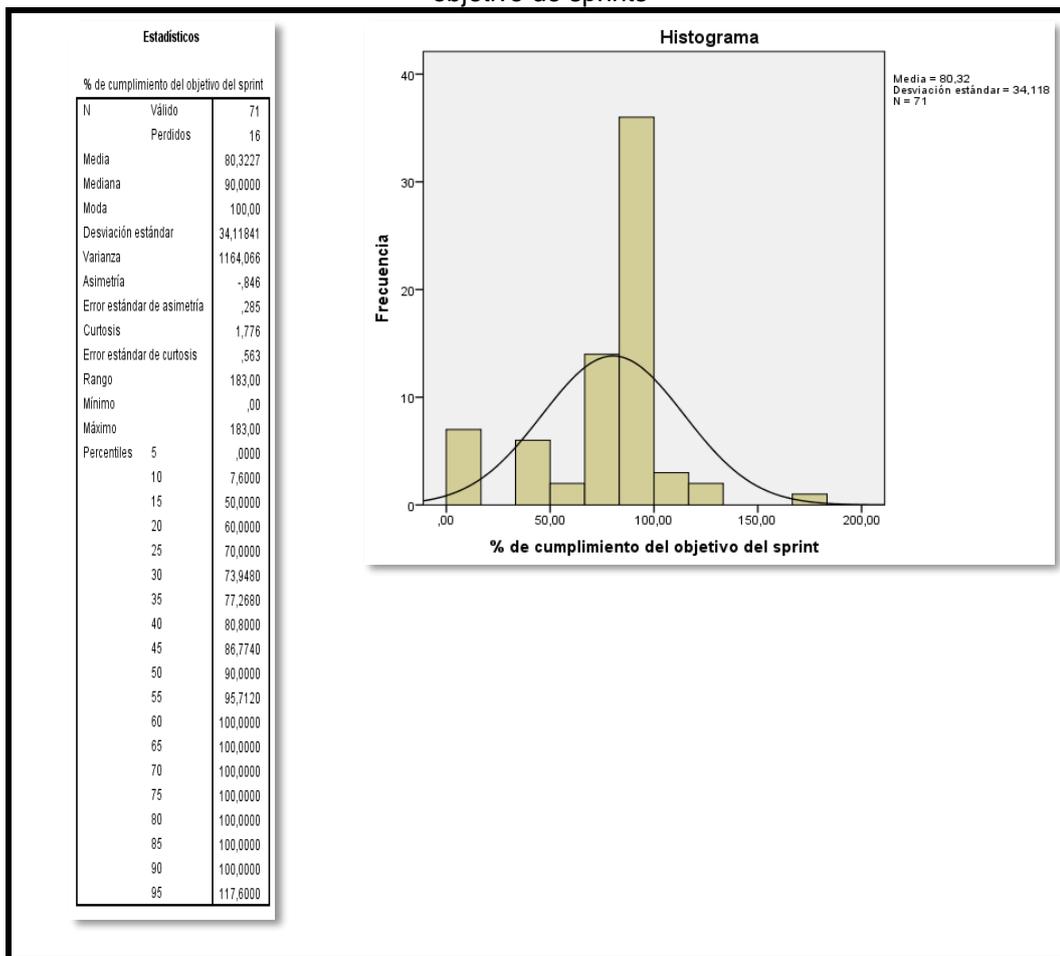
Elaborado por: El autor de la Investigación

Tabla 9: Método comparación de medias ANOVA en SPSS - variable porcentaje de cumplimiento de objetivo de sprints

Comparar medias ANOVA IBM SPSS	
Lista de dependientes	ob_porccumpobjetivo
Factor	at_empresa
Asumiendo varianzas iguales	
Opciones	
Estadísticos:	Descriptivos, prueba de homogeneidad de las varianzas, Welch
Gráfico de medias	Si
Valores perdidos	Excluir casos según lista

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 11: Resultados análisis de frecuencias en SPSS – variable porcentaje de cumplimiento de objetivo de sprints



Elaborado por: El autor de la Investigación

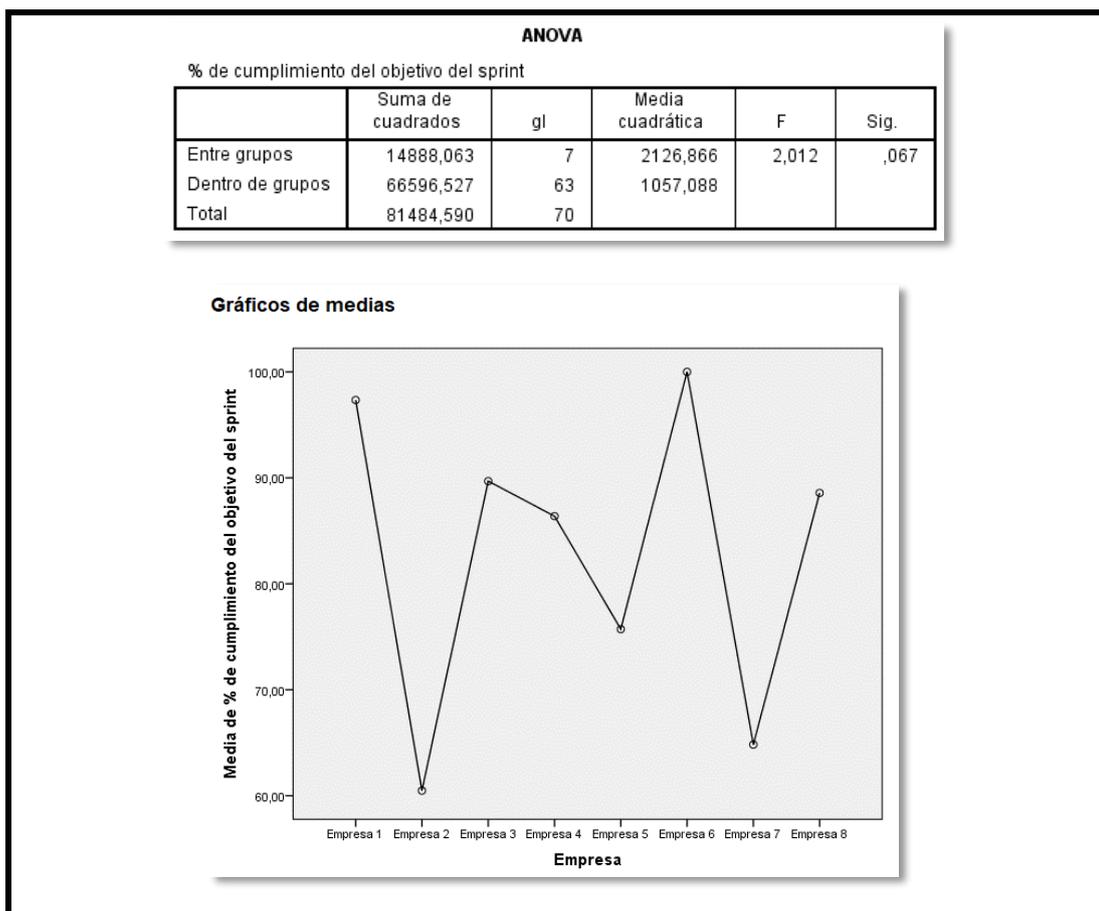
Gráfico 12: Resultados comparación de medias ANOVA en SPSS – variable porcentaje de cumplimiento de objetivo de sprints

Descriptivos								
% de cumplimiento del objetivo del sprint								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Empresa 1	2	97,3400	3,76181	2,66000	63,5415	131,1385	94,68	100,00
Empresa 2	15	60,4800	51,38914	13,26862	32,0216	88,9384	,00	116,00
Empresa 3	6	89,6833	16,05324	6,55371	72,8365	106,5302	66,67	100,00
Empresa 4	6	86,3800	12,28212	5,01415	73,4907	99,2693	70,00	100,00
Empresa 5	15	75,7140	22,68898	5,85827	63,1493	88,2787	50,00	120,00
Empresa 6	14	100,0000	12,32544	3,29411	92,8835	107,1165	77,78	133,33
Empresa 7	6	64,8233	35,64294	14,55117	27,4184	102,2283	,00	97,22
Empresa 8	7	88,5714	44,78414	16,92681	47,1530	129,9898	38,00	183,00
Total	71	80,3227	34,11841	4,04911	72,2470	88,3984	,00	183,00

Prueba de homogeneidad de varianzas			
% de cumplimiento del objetivo del sprint			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
10,452	7	63	,000

Pruebas sólidas de igualdad de medias				
% de cumplimiento del objetivo del sprint				
	Estadístico ^a	df1	df2	Sig.
Welch	3,221	7	17,536	,022

a. F distribuida de forma asintótica



Elaborado por: El autor de la Investigación

En la gráfica podemos observar que la longitud del intervalo es de 17, por lo tanto, los límites inferior y superior de cada clase tendrán un valor entre $\pm 8,5$; dentro del intervalo de datos que va entre un valor mínimo de 0 a un máximo de 183, la variación de los mismos no muestra continuidad, presentándose la mayor concentración de los datos dentro de la primera desviación estándar con un rango que va desde el 45% al 130% de cumplimiento. La curva de Gauss es de tipo leptocúrtica dado que su coeficiente de curtosis es mayor a cero.

Analizando la gráfica, podemos observar que el 85% de los sprints, obtuvieron un cumplimiento mayor al 50%, un 62% obtuvieron valores mayores al 75%, y un 5% de los sprints de los datos tiene un cumplimiento superior al 100%. Así mismo podemos observar que existe diferencia de varianzas entre las empresas puesto que su nivel de significancia es menor que 0,05, por cual se revisa la prueba de Welch en donde vemos que el nivel de significancia sigue siendo mayor a 0,05. En la gráfica de empresas podemos ver los picos de

variación, lo que indica una variabilidad, pero con un cumplimiento mayor al 60%

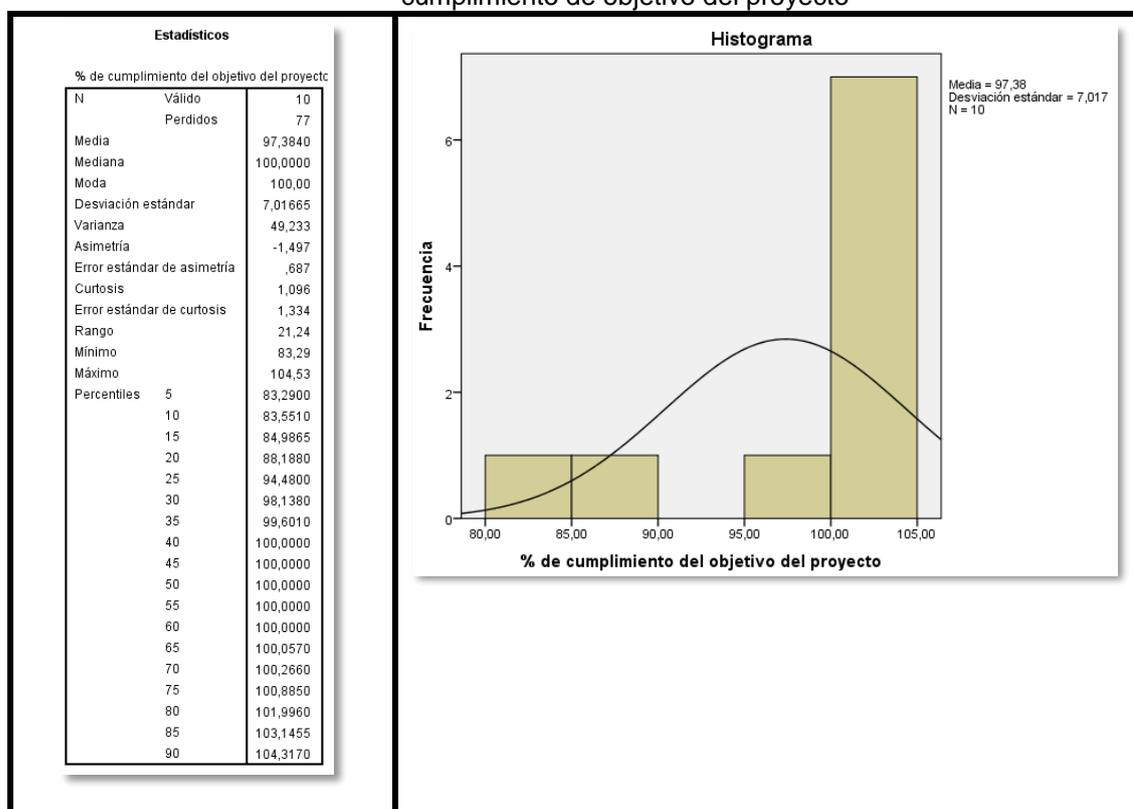
3.2.1.2 Ind. VI1.2 Porcentaje de cumplimiento de objetivo del proyecto

Tabla 10: Análisis de frecuencias en SPSS – variable porcentaje de cumplimiento de objetivo del proyecto

Frecuencias IBM SPSS	
Variable:	ob_porccumpobjetivoproj
Estadísticos	
Tendencia Central:	Media, Mediana, Moda
Dispersión:	Desviación estándar, Varianza, Rango, Mínimo, Máximo
Valores Percentiles:	5,10,15,20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90
Distribución:	Asimetría, Curtosis
Gráficos	
Tipo de Gráfico:	Histogramas, Mostrar Curva normal en el histograma
Tabla de Frecuencias:	No

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 13: Resultados análisis de frecuencias en SPSS – variable porcentaje de cumplimiento de objetivo del proyecto



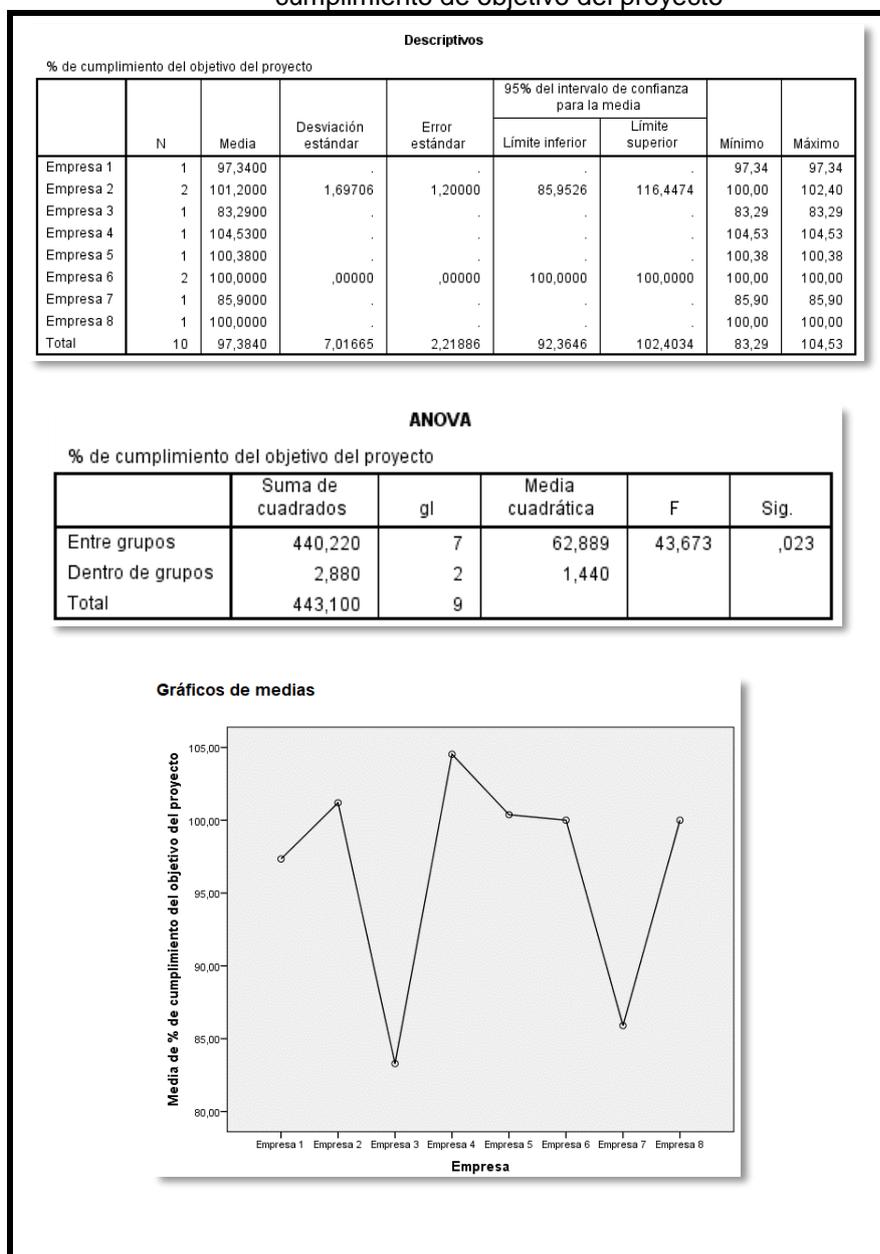
Elaborado por: El autor de la Investigación

Tabla 11: Parámetros método comparación de medias ANOVA en SPSS - variable porcentaje de cumplimiento de objetivo del proyecto

Comparar medias ANOVA IBM SPSS	
Lista de dependientes	ob_porccumpobjetivoproj
Factor	at_empresa
Asumiendo varianzas iguales	
Opciones	
Estadísticos:	Descriptivos, prueba de homogeneidad de las varianzas, Welch
Gráfico de medias	Si
Valores perdidos	Excluir casos según lista

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 14: Resultados comparación de medias ANOVA en SPSS – variable porcentaje de cumplimiento de objetivo del proyecto



Elaborado por: El autor de la Investigación

Según los resultados podemos observar que el total de los proyectos analizados tienen un porcentaje de cumplimiento que va desde el 83,29% al 104,53%, es decir de los 10 proyectos analizados todos cumplieron sus objetivos en un porcentaje mayor al 80%. La gráfica nos muestra que la curva de Gauss corresponde al tipo leptocúrtica debido a que su coeficiente de curtosis 1,096, mayor a cero, en donde los valores más cercanos a la media, aquellos que se encuentran en una desviación estándar, muestran mayor número de frecuencia. Así mismo, podemos observar también que el nivel de significancia de la PRUEBA ANOVA nos dice que las empresas no presentan una igualdad en sus varianzas de cumplimiento de objetivos, en la gráfica de medias, vemos que los picos son muy pronunciados, sin embargo, todos los porcentajes de cumplimientos son mayores al 80%. (Triola, 2013)

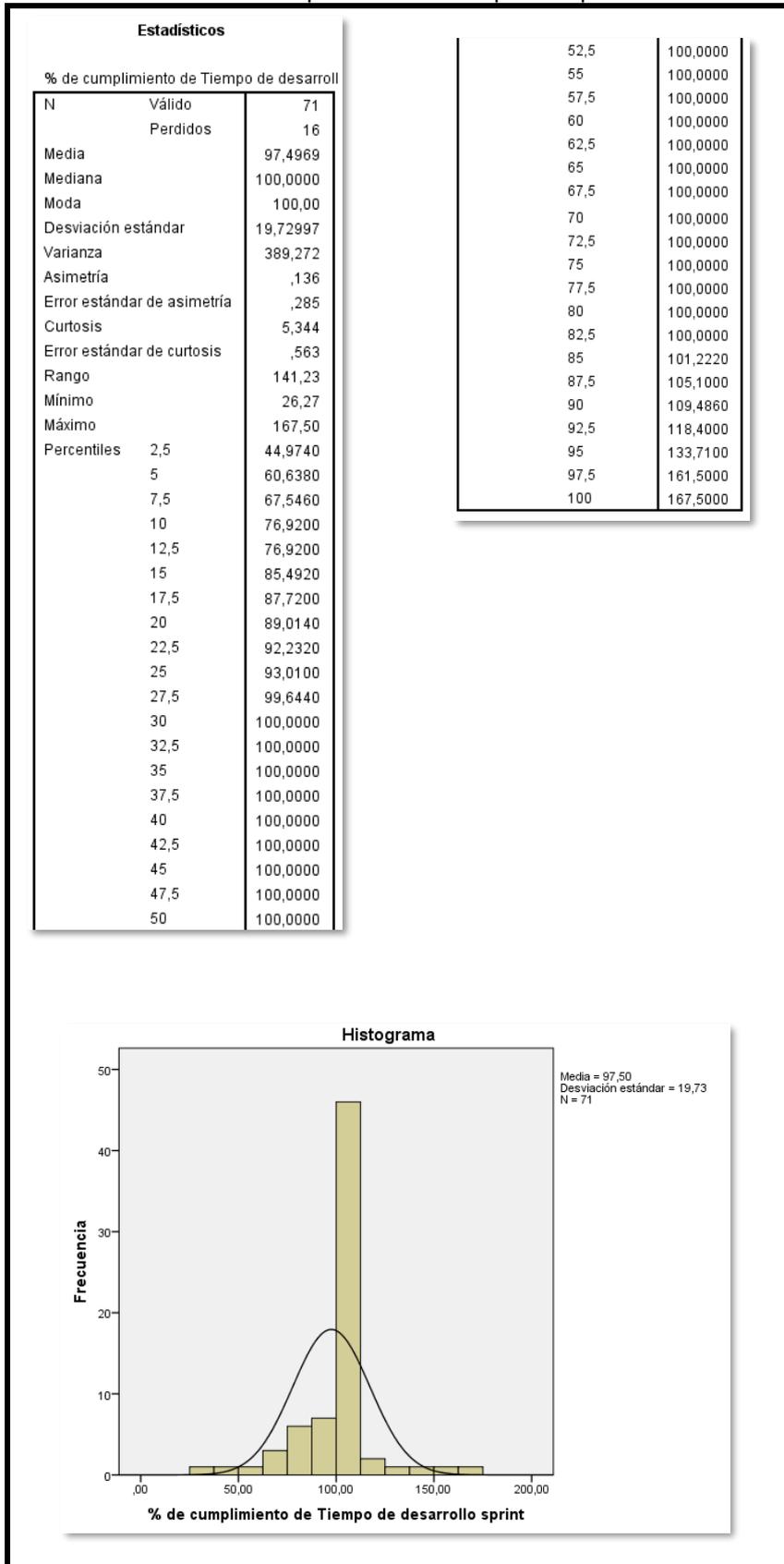
3.2.1.3 Ind. VI1.3 Porcentaje de cumplimiento de tiempo del sprint

Tabla 12: Parámetros análisis de frecuencias en SPSS - Variable porcentaje de cumplimiento de tiempo del sprint

Frecuencias IBM SPSS	
Variable:	ob_porccumptdesHU
Estadísticos	
Tendencia Central:	Media, Mediana, Moda
Dispersión:	Desviación estándar, Varianza, Rango, Mínimo, Máximo
Valores Percentiles:	5,10,15,20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,90,95
Distribución:	Asimetría, Curtosis
Gráficos	
Tipo de Gráfico:	Histogramas, Mostrar Curva normal en el histograma
Tabla de Frecuencias:	No

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 15: Resultados análisis de frecuencias en SPSS – variable porcentaje de cumplimiento de tiempo del sprint



Elaborado por: El autor de la Investigación

Tabla 13: Parámetros método comparación de medias ANOVA en SPSS - variable porcentaje de cumplimiento de tiempo del sprint

Comparar medias ANOVA IBM SPSS	
Lista de dependientes	ob_porccumptdesHU
Factor	at_empresa
Asumiendo varianzas iguales	
Opciones	
Estadísticos:	Descriptivos, prueba de homogeneidad de las varianzas, Welch
Gráfico de medias	Si
Valores perdidos	Excluir casos según lista

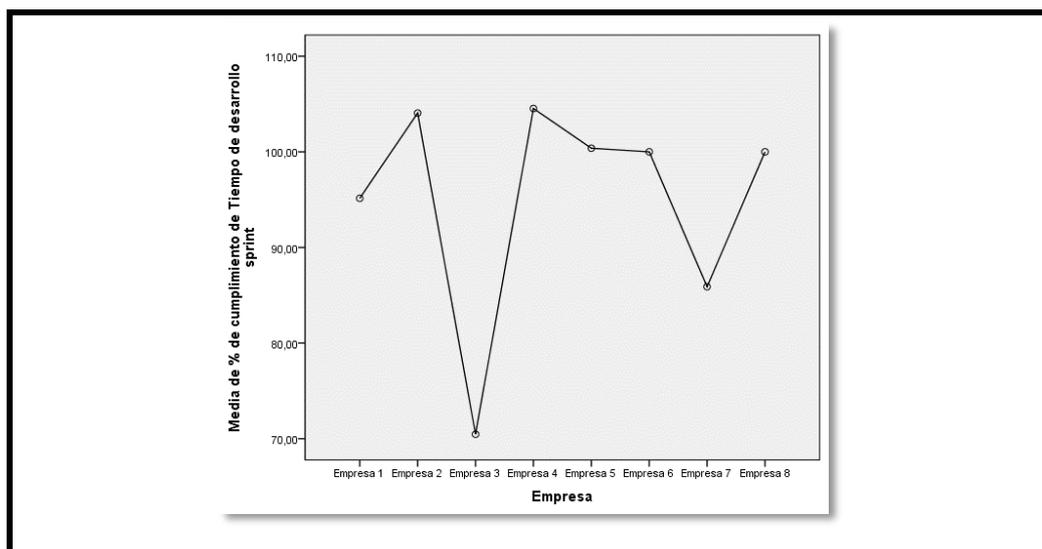
Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 16: Resultados comparación de medias ANOVA en SPSS – variable porcentaje de cumplimiento de tiempo del sprint

Descriptivos								
% de cumplimiento de Tiempo de desarrollo sprint								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Empresa 1	2	95,1450	4,34871	3,07500	56,0734	134,2166	92,07	98,22
Empresa 2	15	104,0593	19,18852	4,95445	93,4331	114,6856	87,09	167,50
Empresa 3	6	70,4667	17,07231	6,96974	52,5504	88,3830	49,65	92,88
Empresa 4	6	104,5350	50,93725	20,79504	51,0796	157,9904	26,27	160,00
Empresa 5	15	100,3807	6,55760	1,69317	96,7492	104,0121	85,71	120,00
Empresa 6	14	100,0000	,00000	,00000	100,0000	100,0000	100,00	100,00
Empresa 7	6	85,8967	11,32413	4,62306	74,0127	97,7806	76,92	100,00
Empresa 8	7	100,0000	,00000	,00000	100,0000	100,0000	100,00	100,00
Total	71	97,4969	19,72997	2,34152	92,8269	102,1669	26,27	167,50

ANOVA					
% de cumplimiento de Tiempo de desarrollo sprint					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6401,766	7	914,538	2,764	,014
Dentro de grupos	20847,245	63	330,909		
Total	27249,011	70			

Prueba de homogeneidad de varianzas			
% de cumplimiento de Tiempo de desarrollo sprint			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
9,494	7	63	,000



Elaborado por: El autor de la Investigación

Como observamos en la gráfica de datos, el coeficiente de curtosis muestra un valor mayor a 1, y una media de 97,49% de cumplimiento de tiempos de sprint. Considerando el teorema de Chebyshev, los valores incluidos en las dos primeras desviaciones estándar representan un 75% de los sprints analizados, los cuales van entre un 58% a un 136% de cumplimiento de tiempos de desarrollo de los sprints. Hay que notar que el valor máximo de la muestra representa un 167,5% con lo cual está alejado de la media a un 70% de cumplimiento extra. Observando la tabla de percentiles, un porcentaje de tiempo supera el 100% de cumplimiento, lo que representa alrededor de un 15% de los sprints analizados.

Podemos observar que el nivel de significancia de la prueba de homogeneidad es menor a 0,05, lo que indica que los valores de las medias son semejantes en su porcentaje de cumplimiento y, revisando la prueba ANOVA, vemos que sí hay variaciones puesto que el nivel de significancia es mayor a 0,05, viendo la gráfica podemos ver varios picos, pero todos con un cumplimiento mayor al 70%.

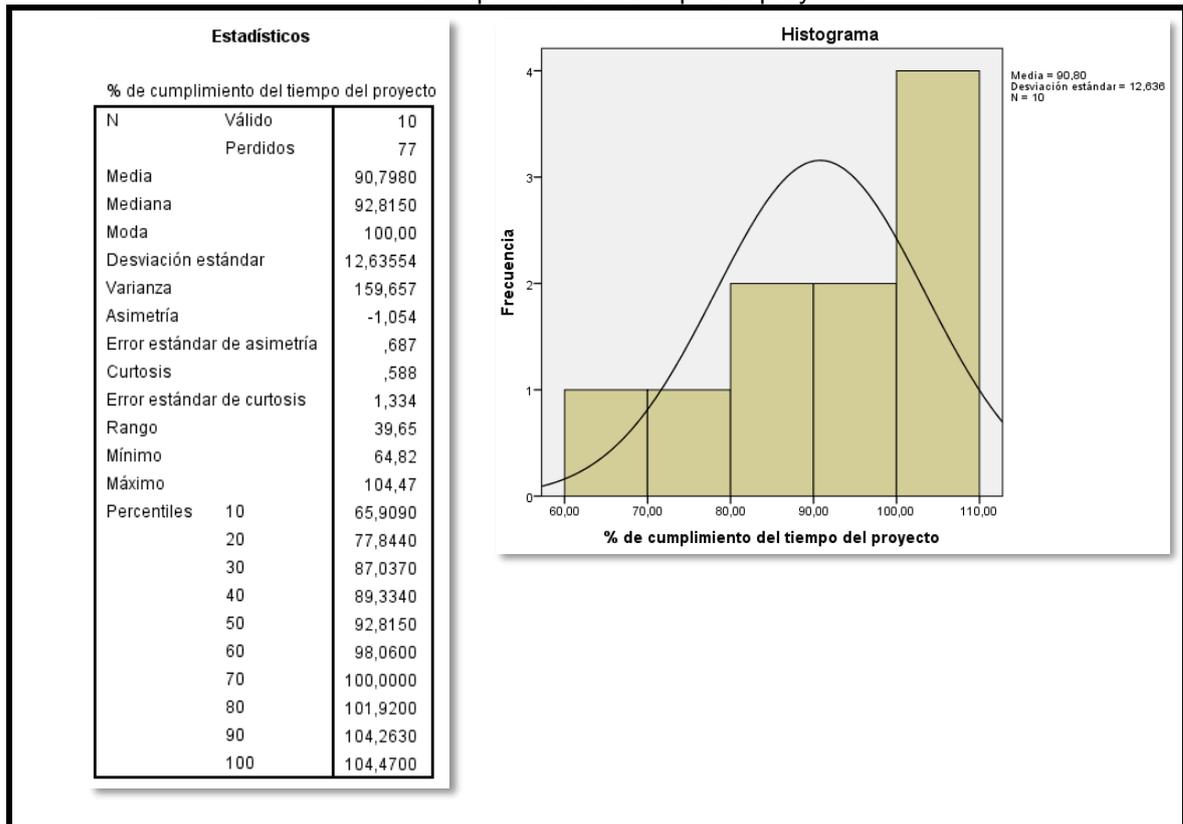
3.2.1.4 Ind. VII.4 Porcentaje de cumplimiento de tiempo del proyecto

Tabla 14: Parámetros análisis de frecuencias en SPSS - Variable porcentaje de cumplimiento de tiempo del proyecto

Frecuencias IBM SPSS	
Variable:	ob_porcumptroy
Estadísticos	
Tendencia Central:	Media, Mediana, Moda
Dispersión:	Desviación estándar, Varianza, Rango, Mínimo, Máximo
Valores Percentiles:	10,20,30,40,50,60,70,80,90,100
Distribución:	Asimetría, Curtosis
Gráficos	
Tipo de Gráfico:	Histogramas, Mostrar Curva normal en el histograma
Tabla de Frecuencias:	No

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 17: Resultados análisis de frecuencias en SPSS – variable porcentaje de cumplimiento de tiempo del proyecto



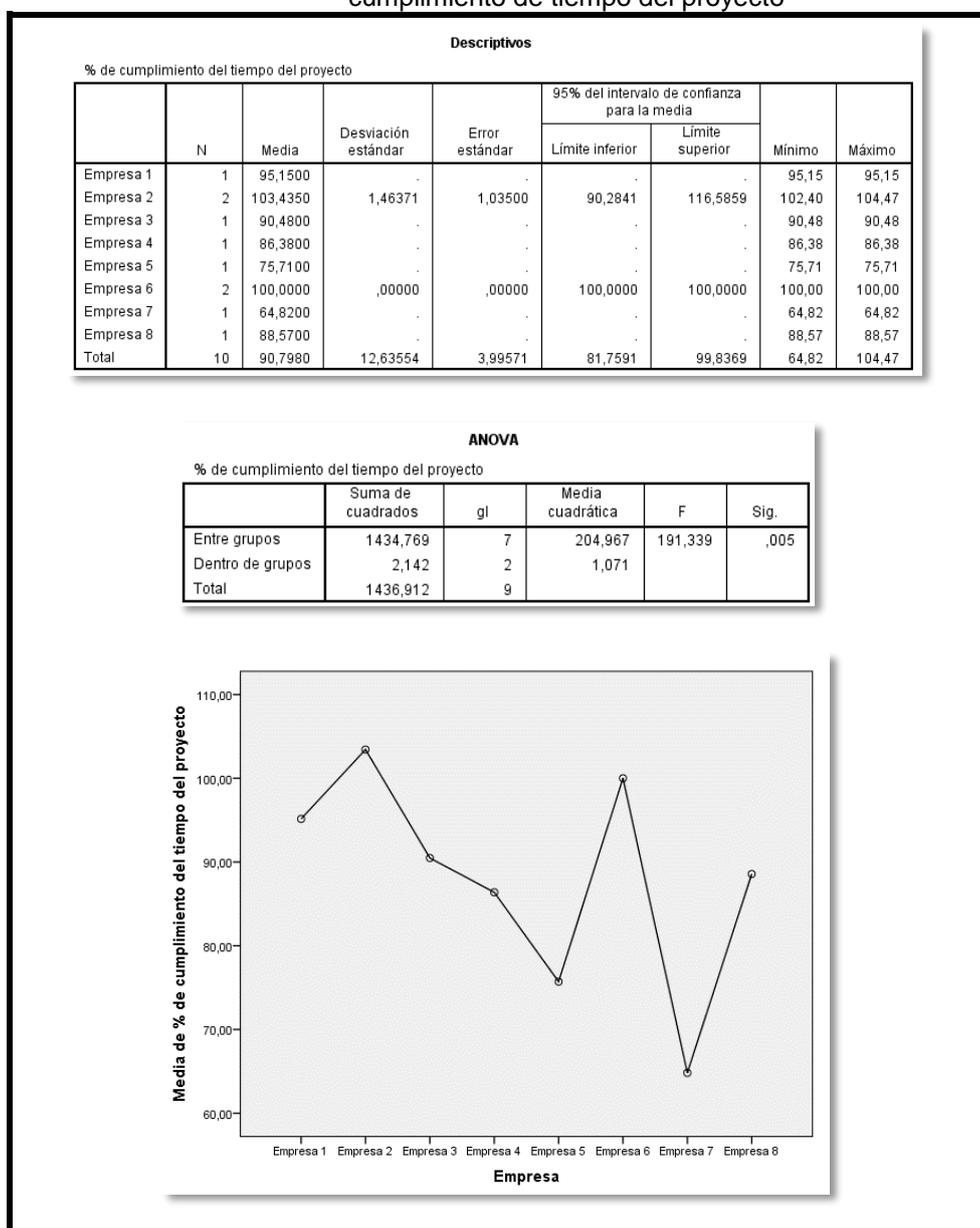
Elaborado por: El autor de la Investigación

Tabla 15: Parámetros método comparación de medias ANOVA en SPSS - variable porcentaje de cumplimiento de tiempo del proyecto

Comparar medias ANOVA IBM SPSS	
Lista de dependientes	ob_porcumptproy
Factor	at_empresa
Asumiendo varianzas iguales	
Opciones	
Estadísticos:	Descriptivos, prueba de homogeneidad de las varianzas, Welch
Gráfico de medias	Si
Valores perdidos	Excluir casos según lista

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 18: Resultados comparación de medias ANOVA en SPSS – variable porcentaje de cumplimiento de tiempo del proyecto



Elaborado por: El autor de la Investigación

Como podemos observar en los datos estadísticos, la media presenta un valor del 90% de cumplimiento en los tiempos en las diferentes empresas analizadas; el coeficiente de curtosis corresponde a un valor cercano al cero, lo que implica una campana de Gauss de tipo mesocúrtica, demostrando que el 68% de los datos se encuentra en los valores cercanos a la media y se encuentran dentro de la primera desviación estándar, estos valores comprenden entre el 78% y el 104% de cumplimiento y un 95% de los datos corresponde a un cumplimiento mayor al 50%.

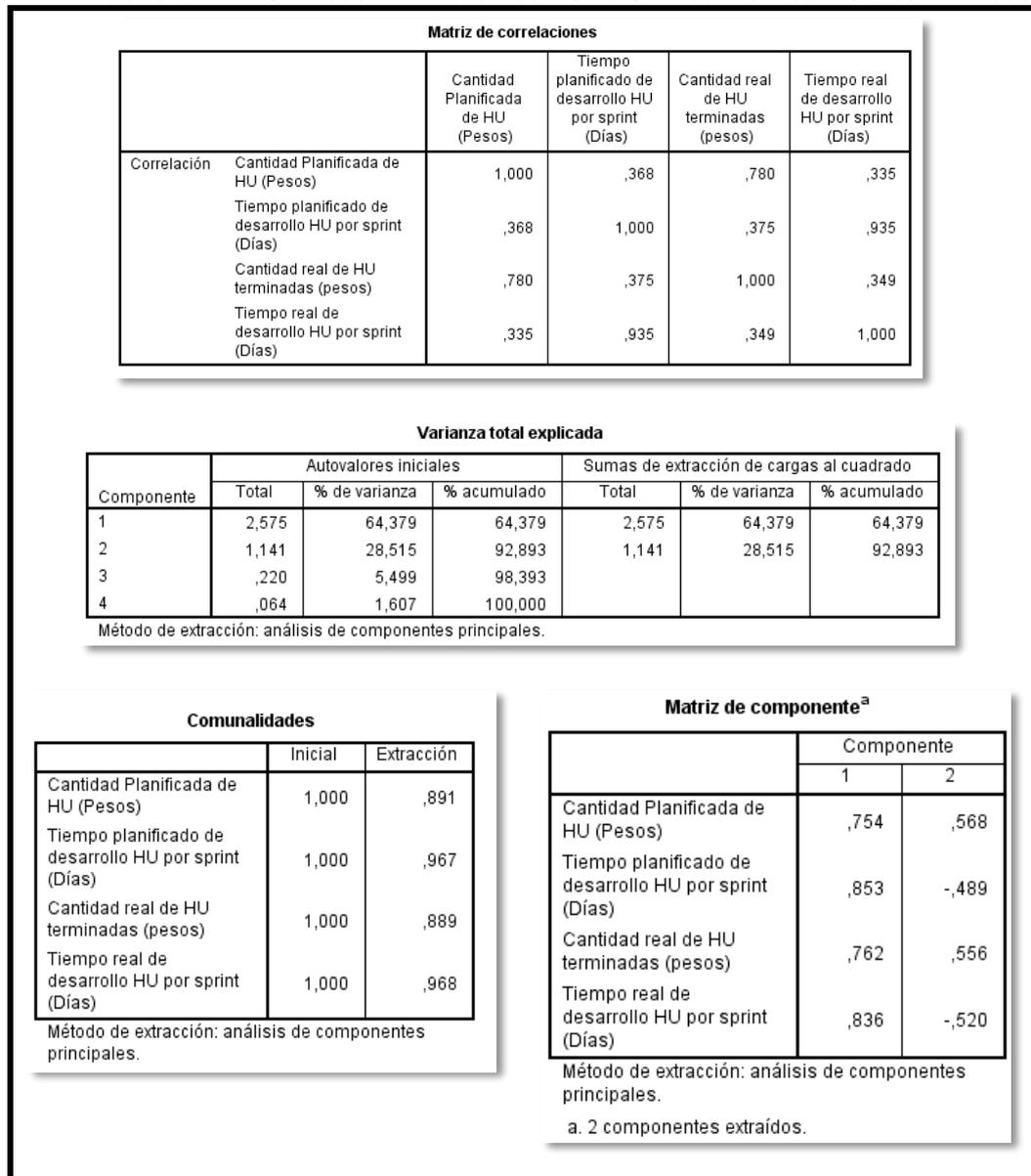
3.2.1.5 Ind. VI1.5 Cantidad Planificada de HU vs. Cantidad real de HU Desarrolladas

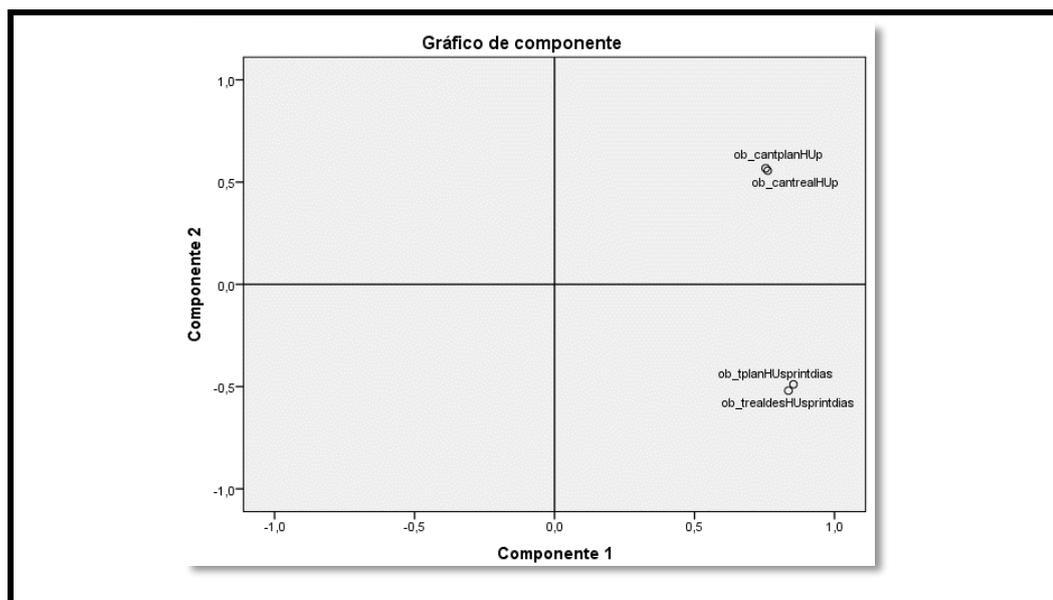
Tabla 16: Parámetros análisis de método reducción de dimensiones por Factores - variable correlacional Cantidad Planificada de HU vs Cantidad real de HU Desarrolladas

Método Reducción de Dimensiones - Factor IBM SPSS	
Variables:	ob_cantplanHUP, ob_cantrealHUP, ob_tplanHUsprintdias, ob_trealdesHUsprintdias
Descriptivos	
Estadísticos:	Solución inicial
Matriz de correlaciones	Coeficientes
Extracción	
Método:	Componentes principales
Analizar:	Matriz de correlaciones
Visualización:	Solución factorial sin rotar
Extraer:	Basado en autovalor
	Autovalores mayores que 1
N. máximo de iteraciones para convergencia:	25
Rotación	
Método:	Ninguno
Visualización:	Gráfico de Saturaciones

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 19: Resultados método reducción de dimensiones por Factores - variable correlacional Cantidad Planificada de HU vs Cantidad real de HU Desarrolladas





Elaborado por: El autor de la Investigación

Primero analizamos lo útil que pueden ser las 4 variables seleccionadas para el estudio correlativo; revisando la tabla de comunalidades, todas presentan un porcentaje de extracción de más de un 85%, lo que indica que todas las variables pueden ser explicadas por el modelo de componentes.

La tabla de varianzas nos muestra dos componentes con valores mayores a 1, lo que indica que un 92% de los datos explican esta correlación. Con un 92% de datos que pueden ser analizados, se observa en la tabla de correlaciones que la cantidad planificada de HU y la cantidad real de HU terminadas se encuentran muy relacionadas, lo que indica que en un 78% de los sprints se cumplió lo planificado.

Con respecto a los tiempos, el tiempo de sprint planificado y el tiempo real del sprint se relacionan en un 93%, lo que indica que las estimaciones de tiempo fueron acertadas en la mayoría de los casos.

Lo descrito en los valores, lo vemos en la gráfica de componentes en donde vemos las parejas de variables relacionadas `ob_cantplanHUP` - `ob_cantrealHU`, y `ob_tplanHUsprintdias` - `ob_trealdesHUsprintdias` validando los datos expresados en las tablas.

3.2.2 VI2 Calidad

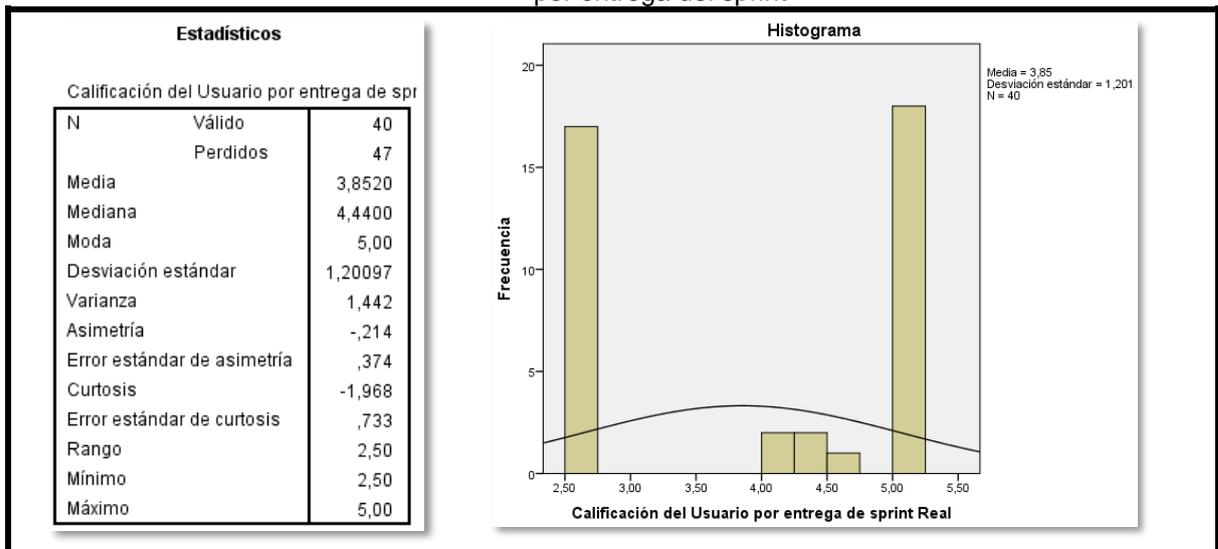
3.2.2.1 Ind. VI2.1 Calificación del Usuario por entrega de sprint

Tabla 17: Parámetros análisis de frecuencias en SPSS - Variable calificación del usuario por entrega del sprint

Frecuencias IBM SPSS	
Variable:	ob_calentregausuarioreal
Estadísticos	
Tendencia Central:	Media, Mediana, Moda
Dispersión:	Desviación estándar, Varianza, Rango, Mínimo, Máximo
Distribución:	Asimetría, Curtosis
Gráficos	
Tipo de Gráfico:	Histogramas, Mostrar Curva normal en el histograma
Tabla de Frecuencias:	No

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 20: Resultados análisis de frecuencias en SPSS – variable calificación del usuario por entrega del sprint



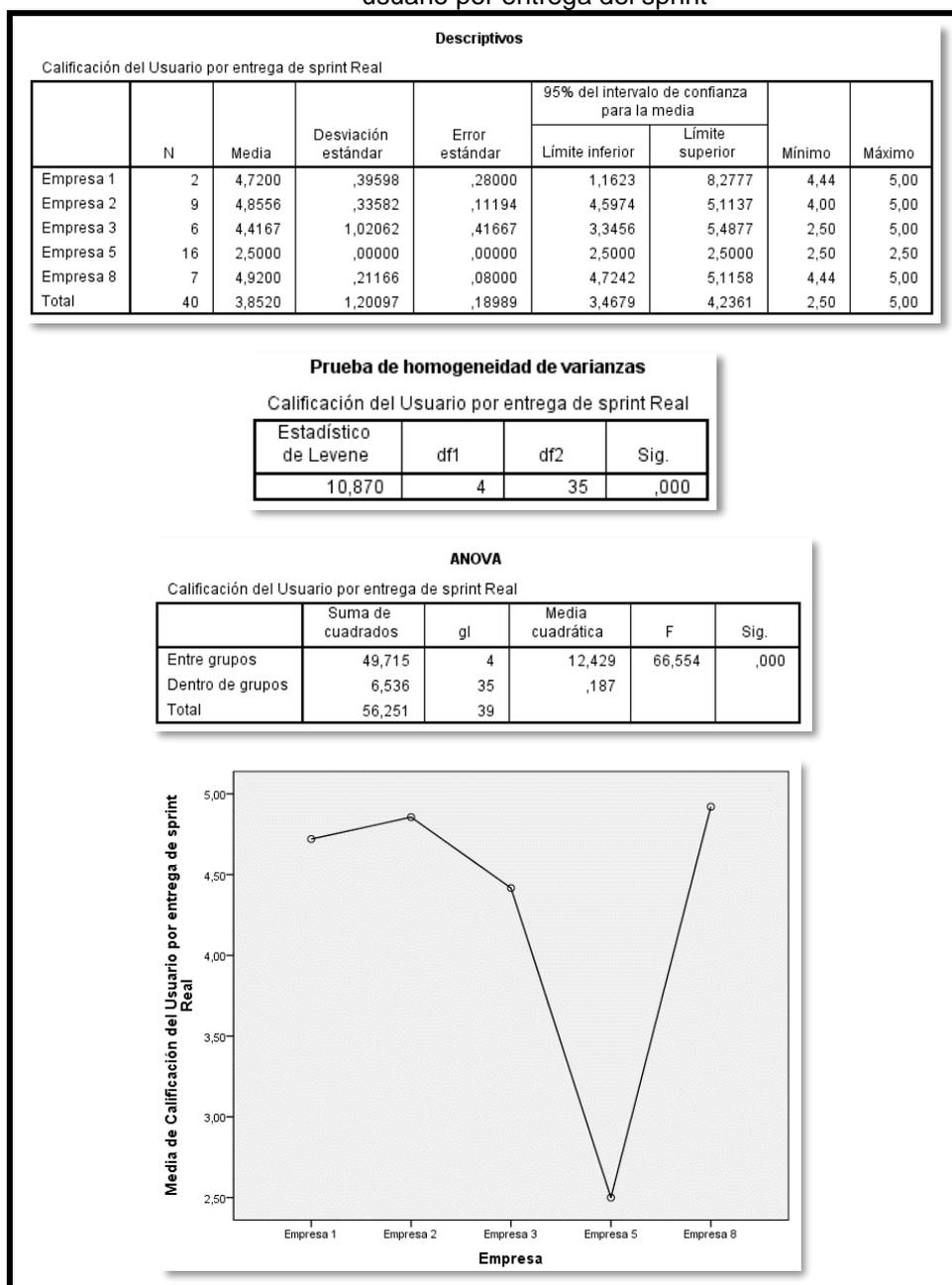
Elaborado por: El autor de la Investigación

Tabla 18: Parámetros método comparación de medias ANOVA en SPSS - variable calificación del usuario por entrega del sprint

Comparar medias ANOVA IBM SPSS	
Lista de dependientes	ob_calentregausuarioreal
Factor	at_empresa
Asumiendo varianzas iguales	
Opciones	
Estadísticos:	Descriptivos, prueba de homogeneidad de las varianzas, Welch
Gráfico de medias	Si
Valores perdidos	Excluir casos según lista

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 21: Resultados comparación de medias ANOVA en SPSS – variable calificación del usuario por entrega del sprint



Elaborado por: El autor de la Investigación

En la gráfica podemos observar que los datos no presentan continuidad, el coeficiente de curtosis es negativo por lo cual la Campana de Gauss es de tipo platicúrtica. La media de los datos corresponde a un 3,85 con un rango de datos que va desde un 2,5 al 5; el mayor número de frecuencia se presentan en la marca de clase de 5 y la mayoría de los datos se encuentra dentro de dos desviaciones estándar cubriendo valores entre el 3,85 hasta el valor máximo que es 5; esto representa el 75% de los datos acorde al teorema de Chebyshev,

con lo cual podemos deducir que el usuario calificó por un valor mayor al 3,8% el 75% de los datos, lo cual, en una calificación de 0 a 5 corresponde a una calificación positiva de un 63%.

Adicionalmente, se puede observar que el coeficiente de significancia es menor a 0,05 lo que indica que no hay una igualdad en las varianzas de las empresas, éste concuerda con el coeficiente de significancia de la prueba ANOVA revisando la gráfica, podemos ver que el pico más bajo se presenta en la empresa 5, la cual llega a una calificación sobre 2,5 de 5.

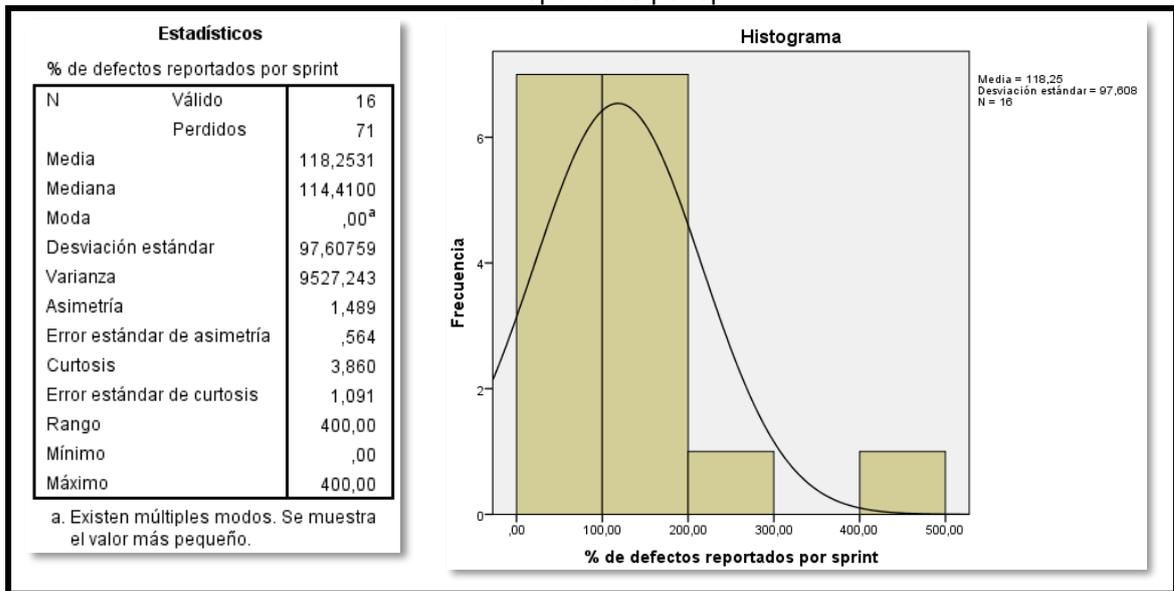
3.2.2.2 Ind. VI2.2 Porcentaje de Cumplimiento en Calidad de Desarrollo

Tabla 19: Parámetros análisis de frecuencias en SPSS - Variable porcentaje de defectos reportados por sprint

Frecuencias IBM SPSS	
Variable:	ob_pordefectosxsprint
Estadísticos	
Tendencia Central:	Media, Mediana, Moda
Dispersión:	Desviación estándar, Varianza, Rango, Mínimo, Máximo
Distribución:	Asimetría, Curtosis
Gráficos	
Tipo de Gráfico:	Histogramas, Mostrar Curva normal en el histograma
Tabla de Frecuencias:	No

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 22: Resultados análisis de frecuencias en SPSS – variable porcentaje de defectos reportados por sprint



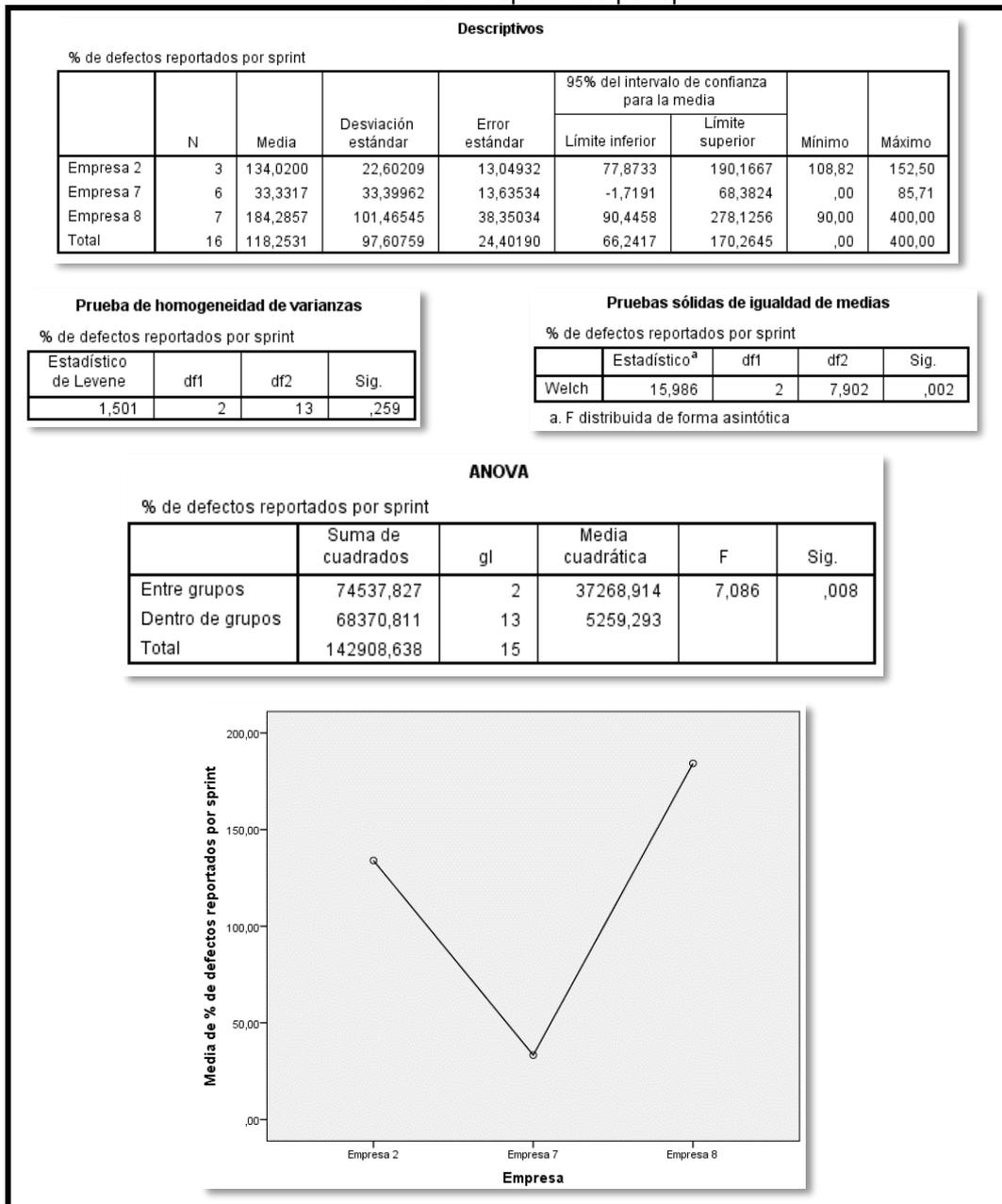
Elaborado por: El autor de la Investigación

Tabla 20: Parámetros método comparación de medias ANOVA en SPSS - variable porcentaje de defectos reportados por sprint

Comparar medias ANOVA IBM SPSS	
Lista de dependientes	ob_pordefectosxsprint
Factor	at_empresa
Asumiendo varianzas iguales	
Opciones	
Estadísticos:	Descriptivos, prueba de homogeneidad de las varianzas, Welch
Gráfico de medias	Si
Valores perdidos	Excluir casos según lista

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 23: Resultados comparación de medias ANOVA en SPSS – variable porcentaje de defectos reportados por sprint



Elaborado por: El autor de la Investigación

Según la tabla de datos, el coeficiente de curtosis es mayor a 1. La campana de Gauss, muestra una ondulación muy pronunciada por lo que es de tipo leptocúrtica. La media es de un 118% de defectos reportados por sprint, lo que implica que no se reportaron más errores de los esperados por sprint. La desviación estándar, es muy elevada y, observando la gráfica, podemos observar que la mayor parte de los datos están dentro de la primera desviación estándar que va entre el 20% y el 205%.

De igual manera podemos observar que un 25% de los sprints analizados, no llegaron hasta el tope de los errores estimados. Adicional, analizando la prueba de comparación de medias, vemos que el coeficiente de significancia es mayor a 0,05, lo que indica que las varianzas entre las empresas analizadas son muy similares; la prueba ANOVA da un nivel de significancia superior corroborando el primer estudio, revisando la gráfica de medias, por último, observamos que las 3 empresas con datos de defectos reportados tienen porcentajes muy altos en un rango entre el 50% y el 120%.

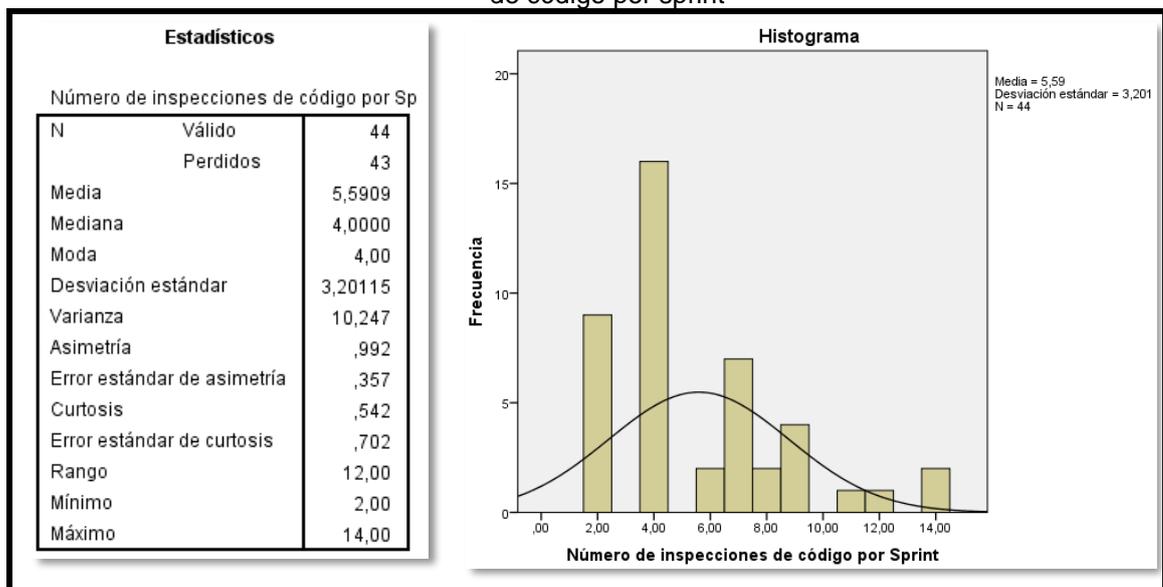
3.2.2.3 Ind. VI2.3 Porcentaje de sprints con más de 5 inspecciones

Tabla 21: Parámetros análisis de frecuencias en SPSS - Variable Número de inspecciones de código por sprint

Frecuencias IBM SPSS	
Variable:	ob_numinspeccod
Estadísticos	
Tendencia Central:	Media, Mediana, Moda
Dispersión:	Desviación estándar, Varianza, Rango, Mínimo, Máximo
Distribución:	Asimetría, Curtosis
Gráficos	
Tipo de Gráfico:	Histogramas, Mostrar Curva normal en el histograma
Tabla de Frecuencias:	No

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 24: Resultados análisis de frecuencias en SPSS – variable número de inspecciones de código por sprint



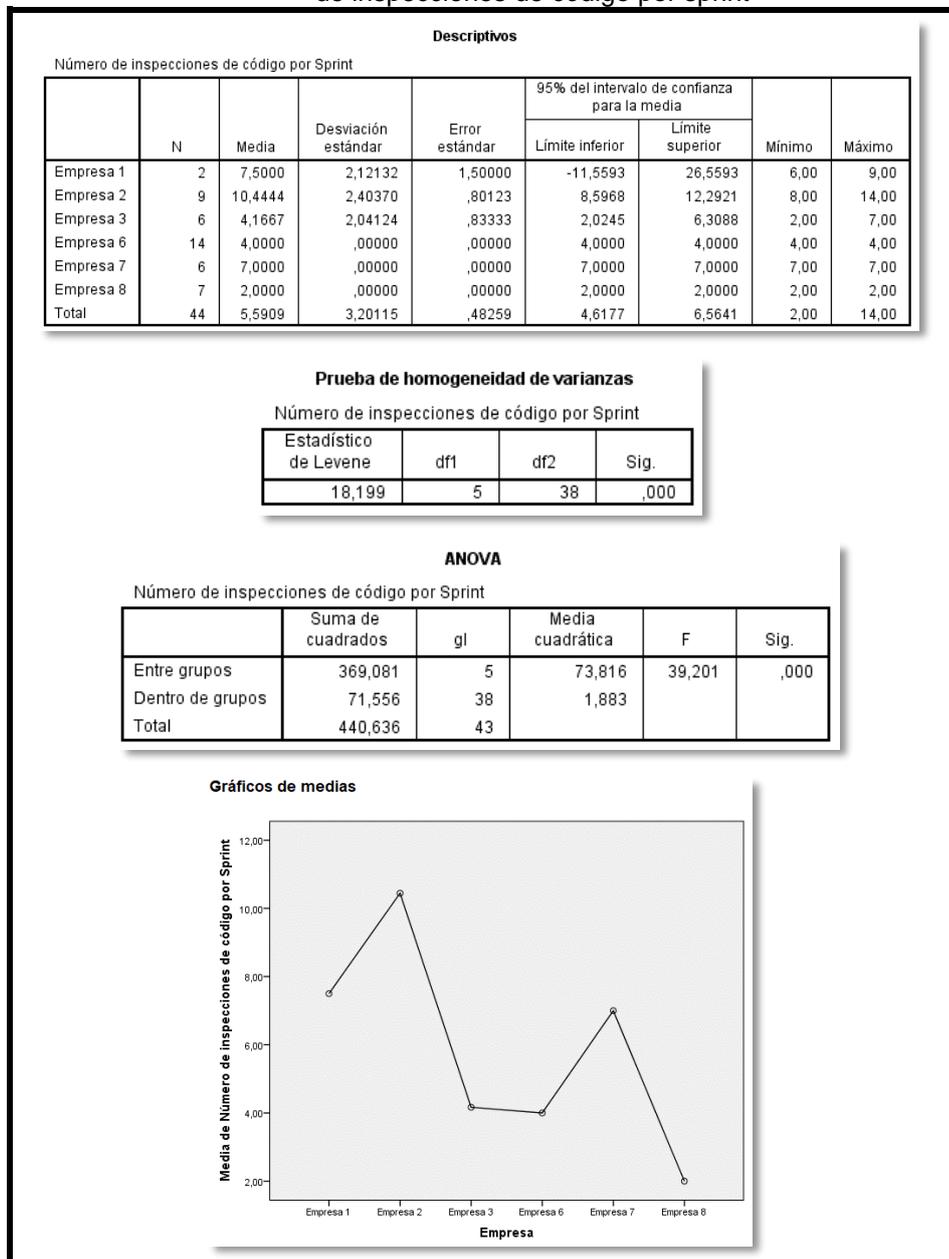
Elaborado por: El autor de la Investigación

Tabla 22: Parámetros método comparación de medias ANOVA en SPSS - variable número de inspecciones de código por sprint

Comparar medias ANOVA IBM SPSS	
Lista de dependientes	ob_numinspeccod
Factor	at_empresa
Asumiendo varianzas iguales	
Opciones	
Estadísticos:	Descriptivos, prueba de homogeneidad de las varianzas, Welch
Gráfico de medias	Si
Valores perdidos	Excluir casos según lista

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 25: Resultados comparación de medias ANOVA en SPSS – variable variable número de inspecciones de código por sprint



Elaborado por: El autor de la Investigación

Como observamos en la gráfica de datos, el coeficiente de curtosis muestra un valor menor a 1, y una media de 5,59 de revisiones de código por sprint. La campana de Gauss se muestra de tipo mesocúrtica un poco sesgada a la izquierda, lo que implica que más de un 50% de los datos se encuentra después de la moda. El rango de datos varía entre 2 y 14 revisiones de código; sin embargo, el número mayor de frecuencias se presenta sobre unas 4 revisiones de código por sprint. Revisando la gráfica podemos observar que la mayoría de los datos representan revisiones de más de 5.

Dado que la gráfica de la normal tiene una curva de tipo mesocúrtica, se considera que el 95% de los datos se encuentra dentro de las dos primeras desviaciones estándar, sin embargo, la mayor parte de los datos se centra después de la media puesto que no hay continuidad de datos antes de la misma, con lo cual podemos deducir que al menos el 75% de los datos superan las revisiones en más de 6.

Observando el estudio de comparación de medias, podemos observar que el nivel de significancia es 0 por lo cual las empresas no presentan niveles de igualdad entre ellas en lo que respecta al número de inspecciones de código.

3.2.2.4 Ind. VI2.4 Porcentaje de eficiencia en desarrollo

Tabla 23: Parámetros método reducción de dimensiones en SPSS - variable porcentaje de eficiencia en desarrollo

Método Reducción de Dimensiones - Factor IBM SPSS	
Variables:	at_numrecurso, ob_numdefreal
Descriptivos	
Estadísticos:	Solución inicial
Matriz de correlaciones	Coeficientes
Extracción	
Método:	Componentes principales
Analizar:	Matriz de correlaciones
Visualización:	Solución factorial sin rotar
Extraer:	Basado en autovalor
	Autovalores mayores que 1
N. máximo de iteraciones para convergencia:	25

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 26: Resultados comparación de medias ANOVA en SPSS – variable porcentaje de eficiencia en desarrollo

Correlaciones				
			Cantidad Defectos Sprint Real (Unidades)	Número de Recursos
Rho de Spearman	Cantidad Defectos Sprint Real (Unidades)	Coefficiente de correlación	1,000	-,798**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	16	16
	Número de Recursos	Coefficiente de correlación	-,798**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	16	81

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Elaborado por: El autor de la Investigación

Según la tabla de datos, se realizó un análisis correlacional entre la cantidad de HU terminadas vs la cantidad de defectos reportada por esas HU desarrolladas. Según el método de Spearman, establece un nivel de correlación de 0,79 negativa lo que indica que es inversamente proporcional lo cual indica que, a mayor cantidad de recursos, menor cantidad de defectos por sprint, revisando el nivel de significancia vemos que es menor a 0,05 lo que indica estos valores no son significativos proporcionalmente.

3.2.3 VI3 Personal

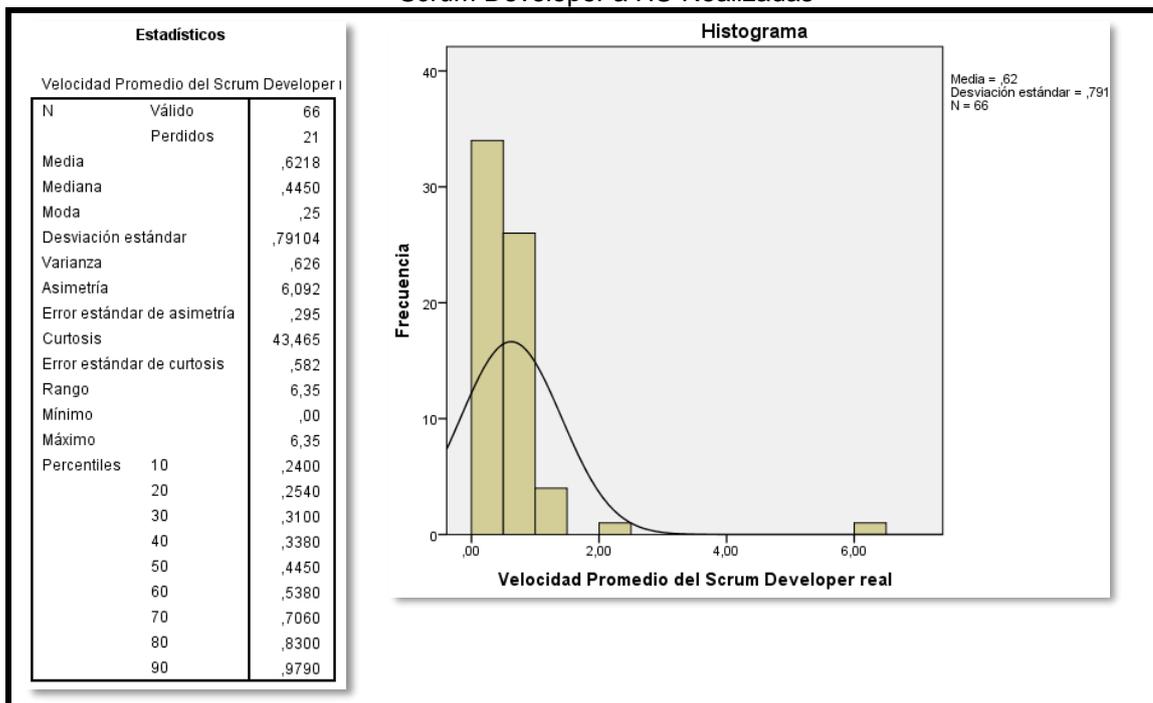
3.2.3.1 Ind VI3.1 Velocidad promedio del Scrum Developer a HU Realizadas

Tabla 24: Parámetros análisis de frecuencias en SPSS – Variable Velocidad promedio del Scrum Developer a HU Realizadas

Frecuencias IBM SPSS	
Variable:	ob_velrealporscrumdev
Estadísticos	
Tendencia Central:	Media, Mediana, Moda
Dispersión:	Desviación estándar, Varianza, Rango, Mínimo, Máximo
Distribución:	Asimetría, Curtosis
Percentiles:	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90
Gráficos	
Tipo de Gráfico:	Histogramas, Mostrar Curva normal en el histograma
Tabla de Frecuencias:	No

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 27: Resultados análisis de frecuencias en SPSS – variable Velocidad promedio del Scrum Developer a HU Realizadas



Elaborado por: El autor de la Investigación

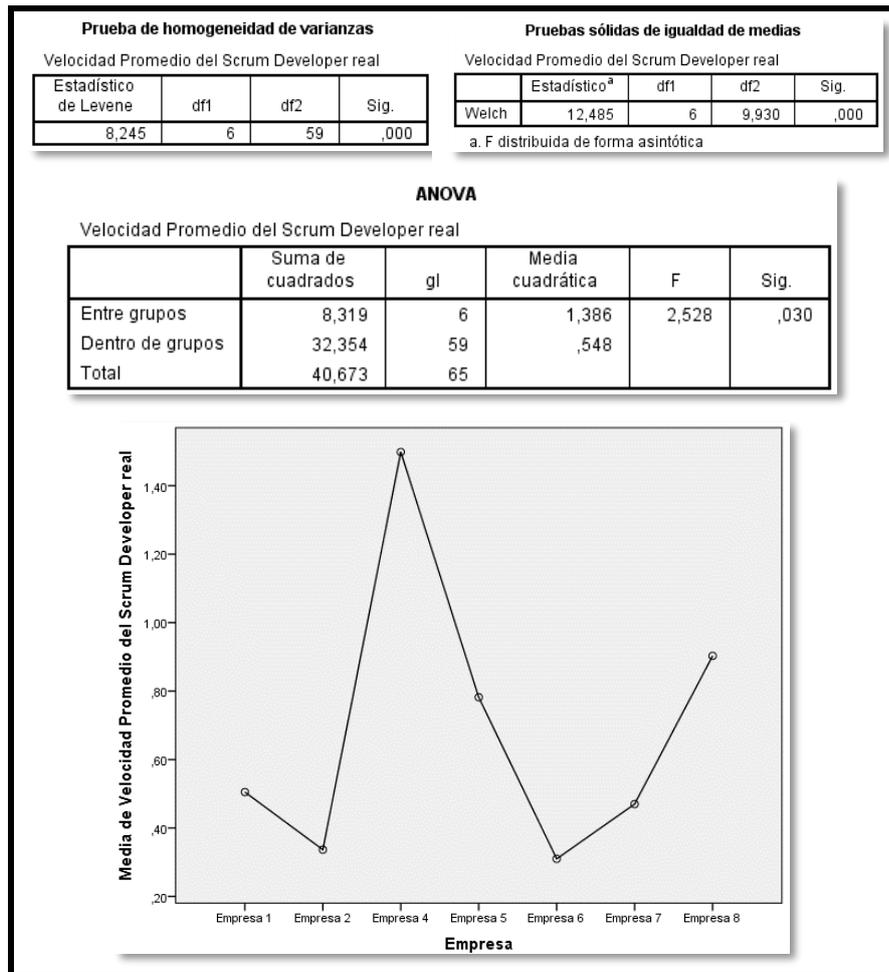
Tabla 25: Parámetros método reducción de dimensiones en SPSS - variable Velocidad promedio del Scrum Developer a HU Realizadas

Comparar medias ANOVA IBM SPSS	
Lista de dependientes	ob_velrealporscrumdev
Factor	at_empresa
Asumiendo varianzas iguales	
Opciones	
Estadísticos:	Descriptivos, prueba de homogeneidad de las varianzas, Welch
Gráfico de medias	Si
Valores perdidos	Excluir casos según lista

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 28: Resultados comparación de medias ANOVA en SPSS – variable Velocidad promedio del Scrum Developer a HU Realizadas

Descriptivos								
Velocidad Promedio del Scrum Developer real								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Empresa 1	2	,5050	,09192	,06500	-,3209	1,3309	,44	,57
Empresa 2	15	,3367	,10661	,02753	,2776	,3957	,25	,50
Empresa 4	6	1,4983	2,41829	,98726	-1,0395	4,0362	,13	6,35
Empresa 5	16	,7819	,19776	,04944	,6765	,8873	,45	1,20
Empresa 6	14	,3100	,05204	,01391	,2800	,3400	,24	,41
Empresa 7	6	,4700	,35094	,14327	,1017	,8383	,00	1,00
Empresa 8	7	,9029	,53360	,20168	,4094	1,3964	,36	2,03
Total	66	,6218	,79104	,09737	,4274	,8163	,00	6,35



Elaborado por: El autor de la Investigación

Revisando la tabla de datos podemos observar que se tiene una media de 0,62 correspondiente a la velocidad de un desarrollador en un proyecto, con una desviación estándar de 0,79 y un coeficiente de curtosis de 43,46; observando la gráfica, los datos presentan continuidad hasta las 2 primeras desviaciones estándar, la campana de Gauss presenta una curva pronunciada con un sesgo positivo, lo que indica que la media se encuentra a la derecha de la mediana y la moda.

Los datos no presentan continuidad sino hasta la segunda marca de clase cuyo rango es de un 0,5. Con esto podemos deducir que un 75% se encuentran en el rango de la primera desviación estándar, con un mayor peso en valores mayores a la media hasta 1,41. Revisando la prueba de comparación de varianzas, podemos observar que la velocidad de las empresas registrado no presenta una homogeneidad en los datos, puesto que el coeficiente de

significancia de la prueba es de 0, esto es similar a la prueba de Welch que muestra un mismo nivel de significancia, así mismo se presentan varios picos muy altos o muy bajos, lo cual confirma los datos de los coeficientes, sin embargo, excluyendo a la empresa 2 y 6 cuyos equipos tienen una velocidad promedio de 0,33 pesos por día, vemos que las empresas 1, 4, 5, 7 y 8 muestran equipos mayores a 0,44 pesos, siendo la más sobresaliente la empresa 4.

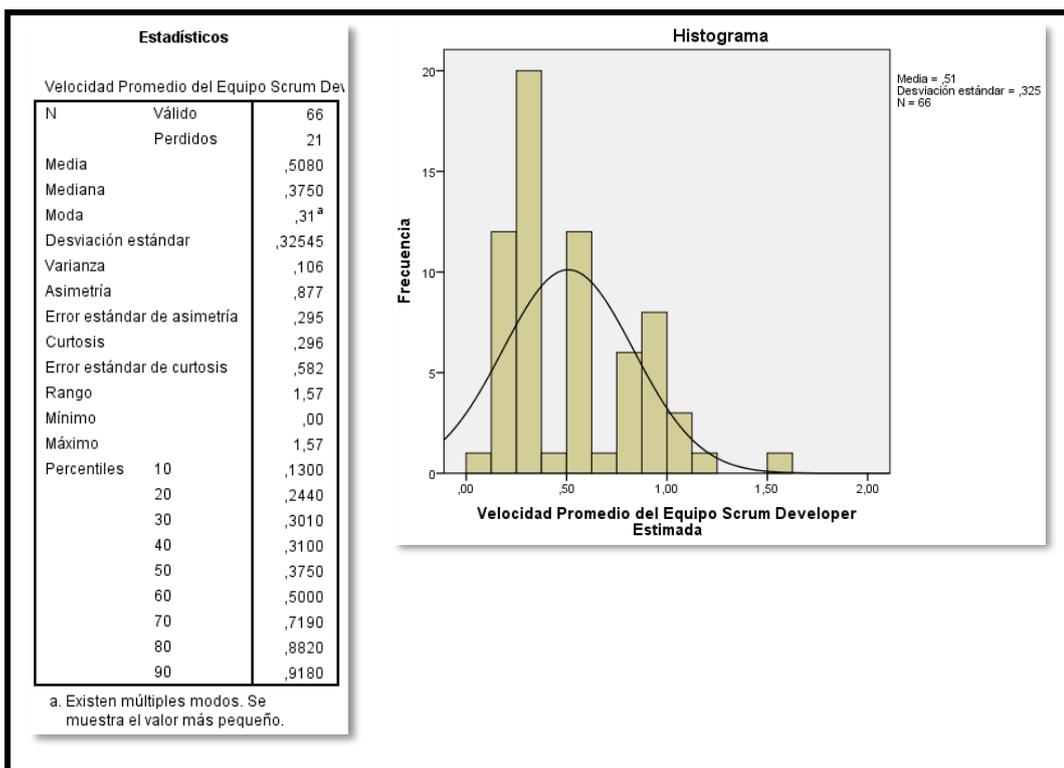
3.2.3.1.1 Ind VI3.1.1 Velocidad promedio del Equipo Scrum Developer estimada

Tabla 26: Parámetros análisis de frecuencias en SPSS – Variable velocidad promedio del equipo Scrum Developer estimada

Frecuencias IBM SPSS	
Variable:	ob_velegest
Estadísticos	
Tendencia Central:	Media, Mediana, Moda
Dispersión:	Desviación estándar, Varianza, Rango, Mínimo, Máximo
Distribución:	Asimetría, Curtosis
Percentiles:	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90
Gráficos	
Tipo de Gráfico:	Histogramas, Mostrar Curva normal en el histograma
Tabla de Frecuencias:	No

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 29: Resultados análisis de frecuencias en SPSS – variable velocidad promedio del equipo Scrum Developer estimada



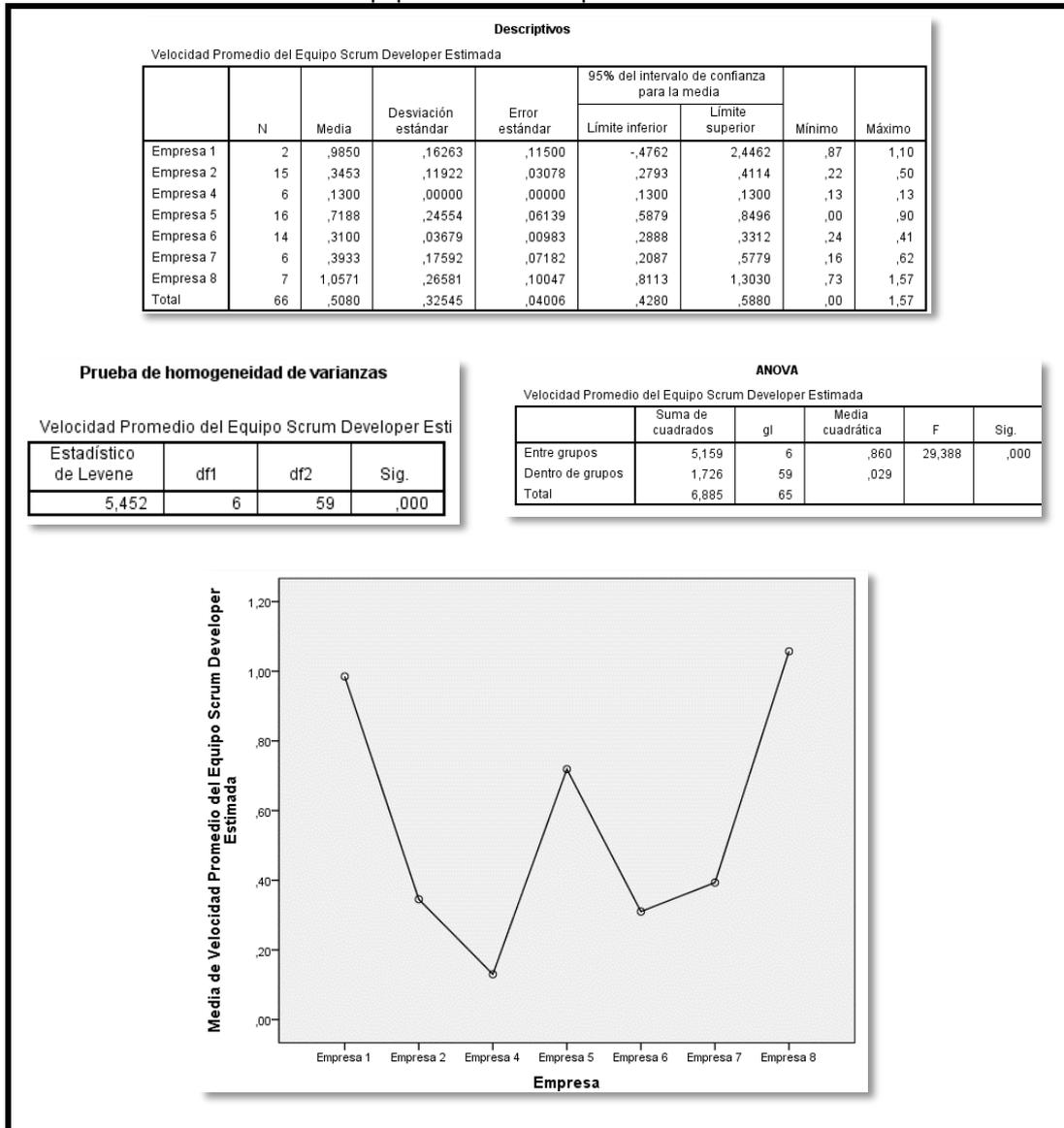
Elaborado por: El autor de la Investigación

Tabla 27: Parámetros método comparación de medias ANOVA en SPSS - variable velocidad promedio del equipo Scrum Developer estimada

Comparar medias ANOVA IBM SPSS	
Lista de dependientes	ob_veleqest
Factor	at_empresa
Asumiendo varianzas iguales	
Opciones	
Estadísticos:	Descriptivos, prueba de homogeneidad de las varianzas, Welch
Gráfico de medias	Si
Valores perdidos	Excluir casos según lista

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 30: Resultados comparación de medias ANOVA en SPSS – variable velocidad promedio del equipo Scrum Developer estimada



Elaborado por: El autor de la Investigación

Revisando la tabla de datos podemos observar que se tiene una media de 0,50 correspondiente a la velocidad de un desarrollador en un proyecto, con una desviación estándar de 0,32 y un coeficiente de curtosis de 0,29 por ser un coeficiente cercano a cero la curva de la normal se presenta de tipo mesocúrtica con un ligero sesgo a la izquierda, lo que indica que la media se encuentra a la derecha de la moda y la mediana.

Tomando en consideración la media y la forma simétrica de la curva, podemos deducir que el 69% de los datos se encuentra en la primera desviación estándar, lo que incluye un rango de 0,18 a 0,8, colocándose la mayor parte de

las frecuencias en un valor de 0,37, con lo cual podemos deducir que al menos un 50% de las estimaciones fueron de una velocidad de 0,37 pesos por desarrollador estimadas.

Podemos la velocidad promedio del equipo estimada analizada entre la muestra de las 7 empresas, no muestra un nivel de homogeneidad, es decir, se presentan diferencia de varianzas; así mismo el coeficiente de significancia de la prueba de factores ANOVA muestra los mismos resultados, observando la gráfica, se puede observar esta diferencia entre las empresas.

3.2.3.1.2 Ind VI3.1.2 Nivel de Correlación entre Velocidad Promedio del Equipo Scrum Developer Cantidad de HU (Pesos)

Tabla 28: Parámetros método correlación Bivariada en SPSS - variable velocidad promedio del equipo Scrum Developer estimada

Correlaciones Bivariadas SPSS IBM Statistics	
Variables:	ob_veleqest, ob_velrealporscrumdev, ob_cantplanHU, ob_cantrealHU
Opciones	
Estadísticas:	Medidas y desviaciones estándar
Valores perdidos:	excluir casos según pareja
Coefficientes de correlación:	Pearson
Prueba de significación	
Bilateral	Si
Marcar las correlaciones significativas	Si

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 31: Resultados método correlación bivariada en SPSS - variable velocidad promedio del equipo Scrum Developer estimada

Matriz de correlaciones					
		Velocidad Promedio del Equipo Scrum Developer Estimada	Cantidad Planificada de HU (Pesos)	Velocidad Promedio del Scrum Developer real	Cantidad real de HU terminadas (pesos)
Correlación	Velocidad Promedio del Equipo Scrum Developer Estimada	1,000	,782	,135	,518
	Cantidad Planificada de HU (Pesos)	,782	1,000	,095	,767
	Velocidad Promedio del Scrum Developer real	,135	,095	1,000	,472
	Cantidad real de HU terminadas (pesos)	,518	,767	,472	1,000

Comunalidades		
	Inicial	Extracción
Velocidad Promedio del Equipo Scrum Developer Estimada	1,000	,796
Cantidad Planificada de HU (Pesos)	1,000	,938
Velocidad Promedio del Scrum Developer real	1,000	,951
Cantidad real de HU terminadas (pesos)	1,000	,840

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Matriz de componente ^a		
	Componente	
	1	2
Velocidad Promedio del Equipo Scrum Developer Estimada	,828	-,332
Cantidad Planificada de HU (Pesos)	,918	-,310
Velocidad Promedio del Scrum Developer real	,415	,882
Cantidad real de HU terminadas (pesos)	,890	,217

Método de extracción: análisis de componentes principales.
a. 2 componentes extraídos.

Varianza total explicada						
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	2,493	62,316	62,316	2,493	62,316	62,316
2	1,032	25,789	88,105	1,032	25,789	88,105
3	,392	9,811	97,916			
4	,083	2,084	100,000			

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Elaborado por: El autor de la Investigación

Analizamos lo útil que pueden ser las 4 variables seleccionadas para el estudio correlativo; revisando la tabla de comunalidades, todas presentan un porcentaje de extracción de más de un 79%, lo que indica que todas las variables pueden ser explicadas por el modelo de componentes. La tabla de varianzas nos muestra dos componentes con valores mayores a 1, lo que indica que un 92% de los datos puede explicar esta correlación.

Con un 92% de datos que pueden ser analizados, se observa en la tabla de correlaciones que la velocidad promedio del Equipo Scrum Developers se encuentra en un 78% y relacionada con respecto a la cantidad Planificada de

HU (Pesos), es decir, la velocidad es directamente proporcional al número de pesos estimados, así mismo podemos ver que la cantidad planificada presenta un 58% de correlación con la cantidad de HU real; sin embargo, algo interesante es que la velocidad promedio real, no está relacionada en gran medida con ninguna de las variables detalladas, solo a un 47% con la cantidad real de HU terminadas, lo que implica que la velocidad real del equipo estuvo muy baja e inversamente proporcional a la cantidad real de HU. En el gráfico de componentes podemos observar que las variables con mayor correlación son velocidad estimada del equipo y la cantidad de HU estimada, con una ligera correlación a la cantidad real de HU desarrolladas y muy separada con respecto a la velocidad real del equipo. (Lizama & Boccoardo, 2014)

3.2.3.1.3 Ind VI3.1.3 Cantidad real de HU terminadas (pesos), Velocidad promedio real del equipo Scrum Developer

Tabla 29: Parámetros método correlación bivariada en SPSS - variable Cantidad real de HU terminadas (pesos), Velocidad promedio real del equipo Scrum Developer

Correlaciones Bivariadas SPSS IBM Statistics	
Variables:	ob_cantrealHU, ob_velrealporscrumdev
Opciones	
Estadísticas:	Medidas y desviaciones estándar
Valores perdidos:	excluir casos según pareja
Coefficientes de correlación:	Pearson
Prueba de significación	
Bilateral	Si
Marcar las correlaciones significativas	Si

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 32: Resultado método correlación bivariada en SPSS - variable Cantidad real de HU terminadas (pesos), Velocidad promedio real del equipo Scrum Developer

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación estándar	N
Cantidad real de HU terminadas (pesos)	29,2055	24,38854	66
Velocidad Promedio del Scrum Developer real	,6218	,79104	66

Correlaciones			
		Cantidad real de HU terminadas (pesos)	Velocidad Promedio del Scrum Developer real
Cantidad real de HU terminadas (pesos)	Correlación de Pearson	1	,472**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	66	60
Velocidad Promedio del Scrum Developer real	Correlación de Pearson	,472**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	60	66

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Elaborado por: El autor de la Investigación

Para analizar estas dos variables se utilizó el método de Pearson, con el cual podemos observar lo siguiente; sí existe un nivel de correlación entre estas dos variables puesto que el coeficiente sig es menor a 0,05. El nivel de correlación entre ellas es positivo y de un 47%, lo que indica que a mayor cantidad de solicitudes de producción no planificadas la velocidad aumenta. Observando la media de las dos variables podemos deducir que en los datos de las empresas colectadas en un promedio de operación de 29 HU, la velocidad promedio de los equipos fue de 0,62 HU. (Lizama & Boccardo, 2014)

3.2.4 VI4 Control de Cambios

3.2.4.1 Ind VI4.1 Nivel de no afectación de total de operaciones sobre la cantidad de HU Terminadas

Tabla 30: Parámetros método correlación bivariada en SPSS - Cantidad real de HU terminadas por sprint vs Total de Operación real

Correlaciones Bivariadas SPSS IBM Statistics	
Variables:	ob_cantrealHU, ob_toperacionreal
Opciones	
Estadísticas:	Medidas y desviaciones estándar
Valores perdidos:	excluir casos según pareja
Coeficientes de correlación:	Pearson
Prueba de significación	
Bilateral	Si
Marcar las correlaciones significativas	Si

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 33: Resultado método correlación bivariada en SPSS - Cantidad real de HU terminadas por sprint vs Total de Operación real

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación estándar	N
Cantidad real de HU terminadas por sprint (cantidad)	7,8144	3,23214	66
Total de Operación real	10,7619	9,31077	21

Correlaciones			
		Cantidad real de HU terminadas por sprint (cantidad)	Total de Operación real
Cantidad real de HU terminadas por sprint (cantidad)	Correlación de Pearson	1	,459
	Sig. (bilateral)		,085
	N	66	15
Total de Operación real	Correlación de Pearson	,459	1
	Sig. (bilateral)	,085	
	N	15	21

Elaborado por: El autor de la Investigación

Para analizar estas dos variables se utilizó el método de Pearson, con el cual podemos observar lo siguiente; no existe un nivel de correlación significativa entre estas dos variables puesto que el coeficiente de correlación es de 0,459 con lo cual no está cercano a 1, esto indica que no hay una influencia considerable que afecte al desarrollo de HU por causa del número de total de operación que se presente durante el sprint, dado que es un indicador que mide la No afectación, para obtener el valor real del indicador se resta de 1 el coeficiente de correlación obtenido, lo cual da un nivel del 54%. (Lizama & Boccardo, 2014)

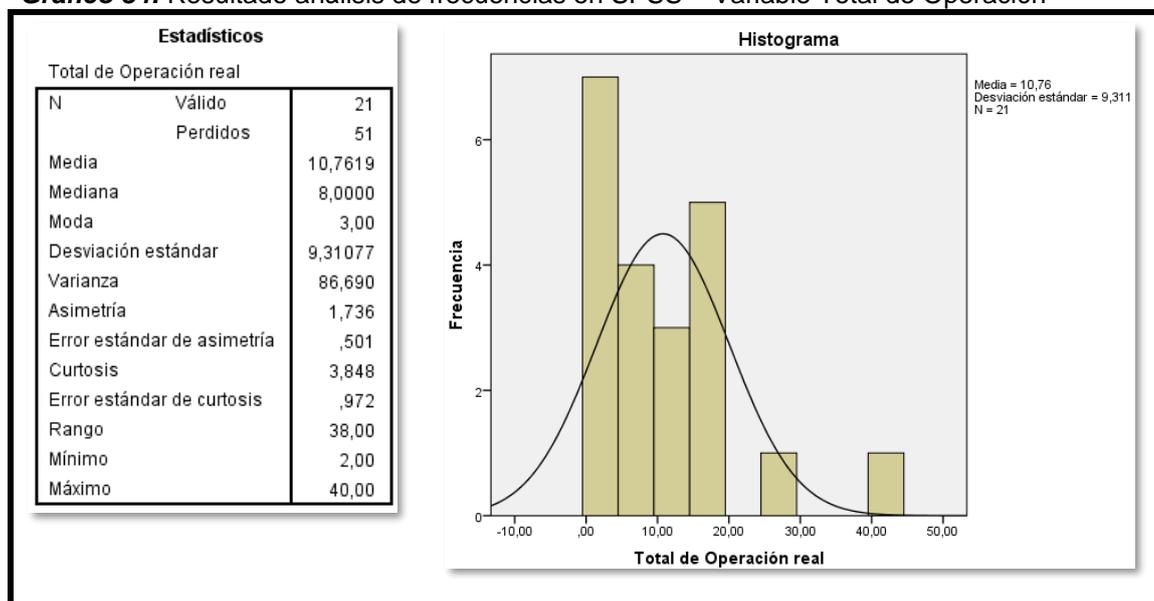
3.2.4.1.1 Ind V4.1.1 Total de Operación

Tabla 31: Parámetros análisis de frecuencias en SPSS – Variable Total de Operación

Frecuencias IBM SPSS	
Variable:	ob_toperacionreal
Estadísticos	
Tendencia Central:	Media, Mediana, Moda
Dispersión:	Desviación estándar, Varianza, Rango, Mínimo, Máximo
Distribución:	Asimetría, Curtosis
Gráficos	
Tipo de Gráfico:	Histogramas, Mostrar Curva normal en el histograma
Tabla de Frecuencias:	No

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 34: Resultado análisis de frecuencias en SPSS – Variable Total de Operación



Elaborado por: El autor de la Investigación

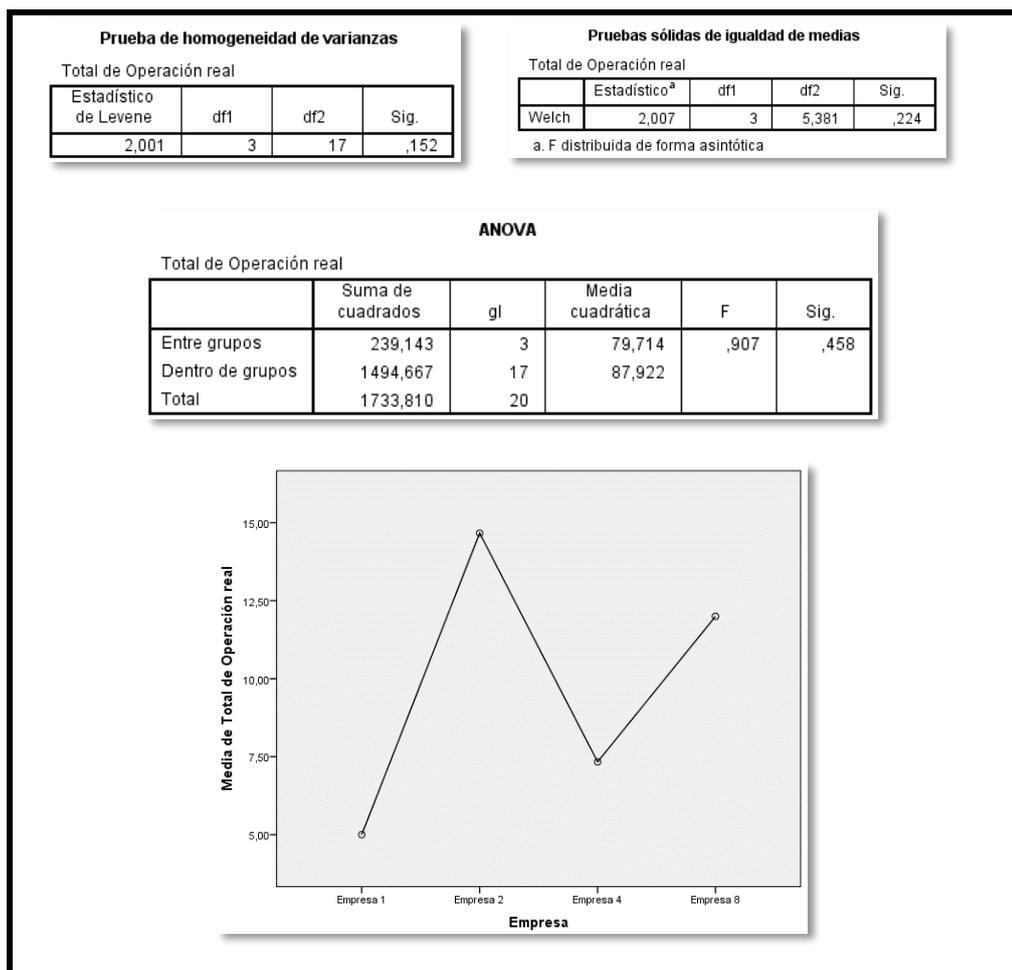
Tabla 32: Parámetros método comparación de medias ANOVA en SPSS - variable Total de Operación

Comparar medias ANOVA IBM SPSS	
Lista de dependientes	ob_toperacionreal
Factor	at_empresa
Asumiendo varianzas iguales	
Opciones	
Estadísticos:	Descriptivos, prueba de homogeneidad de las varianzas, Welch
Gráfico de medias	Si
Valores perdidos	Excluir casos según lista

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 35: Resultado método comparación de medias ANOVA en SPSS - variable Total de Operación

Descriptivos								
Total de Operación real								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Empresa 1	2	5,0000	4,24264	3,00000	-33,1186	43,1186	2,00	8,00
Empresa 2	6	14,6667	6,31401	2,57768	8,0405	21,2928	8,00	26,00
Empresa 4	6	7,3333	5,20256	2,12394	1,8736	12,7931	2,00	16,00
Empresa 8	7	12,0000	13,79613	5,21445	-,7593	24,7593	3,00	40,00
Total	21	10,7619	9,31077	2,03178	6,5237	15,0001	2,00	40,00



Elaborado por: El autor de la Investigación

Los datos nos muestran un coeficiente de curtosis mayor a uno, lo que indica una gráfica del normal tipo leptocúrtica con un ligero sesgo a la izquierda; por lo cual la media se contará a la derecha de la mediana y la moda. Hay un buen número de sprints con un total de operación de cero, sin embargo, existen porcentajes de datos bien altos entre el 5 y el 20. El 90% de los datos se encuentra entre el rango de 0 a 20. Podemos observar en la gráfica que el 90% de los datos se encuentra dentro de la primera desviación estándar, es decir que los datos son bastante elevados hasta un máximo de 20 con una media de 10 requerimientos de operación. Adicionalmente, podemos observar que el nivel de significancia es de 0,15 por lo cual siendo superior a 0,05, el resultado de la prueba de varianzas indica que no hay diferencias de varianzas entre las empresas con datos de total de operación, esto se refuerza con el resultado del ANOVA que da un valor de 0,45.

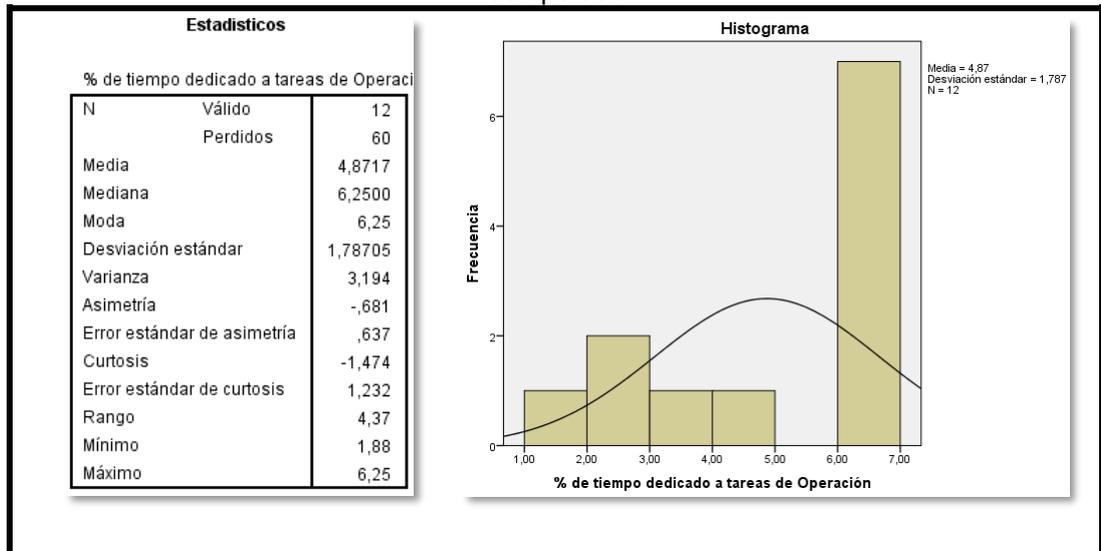
3.2.4.1.2 Ind V4.1.2 Porcentaje de Tiempo dedicado a tareas de operación

Tabla 33: Parámetros análisis de frecuencias en SPSS – Variable Tiempo dedicado a tareas de operación

Frecuencias IBM SPSS	
Variable:	ob_portopsprint
Estadísticos	
Tendencia Central:	Media, Mediana, Moda
Dispersión:	Desviación estándar, Varianza, Rango, Mínimo, Máximo
Distribución:	Asimetría, Curtosis
Gráficos	
Tipo de Gráfico:	Histogramas, Mostrar Curva normal en el histograma
Tabla de Frecuencias:	No

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 36: Resultado análisis de frecuencias en SPSS – Variable Tiempo dedicado a tareas de operación



Elaborado por: El autor de la Investigación

Tabla 34: Parámetros Prueba T Student en SPSS – Variable Tiempo dedicado a tareas de operación

Prueba T - Student para muestras independientes	
Variables de Prueba	ob_portopsprint
Variable de Agrupación	at_empresa (2,8)
Porcentaje del intervalo de confianza	95%
Valores perdidos	
Excluir datos según lista	SI

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 37: Resultado Prueba T Student en SPSS – Variable Tiempo dedicado a tareas de operación

Estadísticas de grupo					
	Empresa	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
% de tiempo dedicado a tareas de Operación	Empresa 2	5	2,9420	,89614	,40077
	Empresa 8	7	6,2500	,00000	,00000

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
% de tiempo dedicado a tareas de Operación	Se asumen varianzas iguales	19,304	,001	-9,968	10	,000	-3,30800	,33187	-4,04744	-2,56856
	No se asumen varianzas iguales			-8,254	4,000	,001	-3,30800	,40077	-4,42071	-2,19529

Elaborado por: El autor de la Investigación

Observando la tabla de valores vemos que la media se encuentra en un porcentaje de 4,87 el porcentaje de tiempo dedicado a tareas de operación, lo que indica que por cada día de trabajo de 8 horas se dedican 23 minutos a algún requerimiento de producción no planificado. Dado que el coeficiente de curtosis es negativo, se puede apreciar una curva de la normal de tipo platicúrtica, por lo cual el rango dentro de la primera desviación estándar es muy grande, lo que indica que no los datos se encuentran muy variados como para conciliar un nivel de frecuencia alto. Realizando un estudio transversal de las dos compañías con tiempos de operación definidos, vemos que el nivel de significancia de Levene es menor al 0,05 lo que indica que no se asumen varianzas iguales. El resultado de la prueba T-Student es muy parecido a Levene, por lo cual se concluye que hay una diferencia significativa entre las dos varianzas.

3.2.4.2 Ind V4.2 Nivel de No afectación de HU replanificadas sobre la planificación inicial de HU

Tabla 35: Parámetros método correlación bivariada en SPSS - variable Cantidad HU Replanificadas y Cantidad Planificada de HU por Sprint

Correlaciones Bivariadas SPSS IBM Statistics	
Variables:	ob_cantHUreplan, ob_cantplanHU
Opciones	
Estadísticas:	Medidas y desviaciones estándar
Valores perdidos:	excluir casos según pareja
Coefficientes de correlación:	Pearson
Prueba de significación	
Bilateral	Si
Marcar las correlaciones significativas	Si

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 38: Resultado método correlación bivariada en SPSS - variable Cantidad HU Replanificadas y Cantidad Planificada de HU por Sprint

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación estándar	N
Cantidad HU Replanificadas	2,0947	2,99543	66
Cantidad planificada de HU por sprint (cantidad)	9,9091	3,86991	66

Correlaciones			
		Cantidad HU Replanificadas	Cantidad planificada de HU por sprint (cantidad)
Cantidad HU Replanificadas	Correlación de Pearson	1	,582**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	66	66
Cantidad planificada de HU por sprint (cantidad)	Correlación de Pearson	,582**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	66	66

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Elaborado por: El autor de la Investigación

Para analizar estas dos variables se utilizó el método de Pearson, con el cual podemos observar lo siguiente; no existe un nivel de correlación significativa entre estas dos variables puesto que el coeficiente de correlación es de 0,58 con lo cual no está cercano a 1, y dándose una mayor influencia en las colas, tomando en consideración que las colas representan un 25%, se puede deducir que la no afectación de las HU replanificadas se encuentra en un 75%, eso se visualiza en la relación entre las dos medias; observando la gráfica podemos deducir que por cada 10 HU planificadas, 2 son replanificadas. (Lizama & Boccardo, 2014)

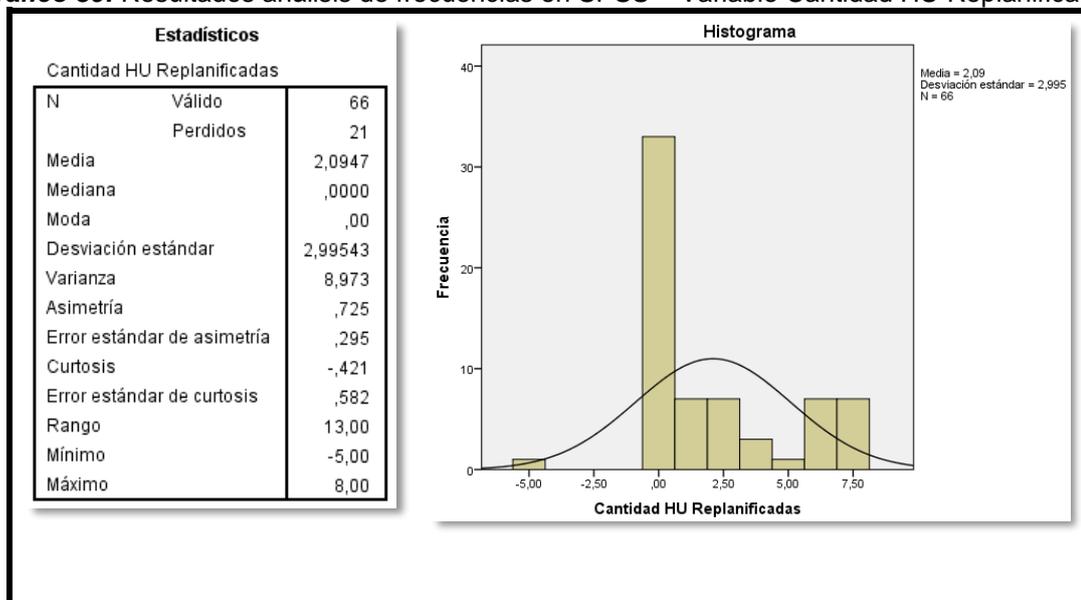
3.2.4.2.1 Ind V4.2.1 Cantidad HU Replanificadas

Tabla 36: Parámetros análisis de frecuencias en SPSS – Variable Cantidad HU Replanificadas

Frecuencias IBM SPSS	
Variable:	ob_cantHUreplan
Estadísticos	
Tendencia Central:	Media, Mediana, Moda
Dispersión:	Desviación estándar, Varianza, Rango, Mínimo, Máximo
Distribución:	Asimetría, Curtosis
Gráficos	
Tipo de Gráfico:	Histogramas, Mostrar Curva normal en el histograma
Tabla de Frecuencias:	No

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 39: Resultados análisis de frecuencias en SPSS – Variable Cantidad HU Replanificadas



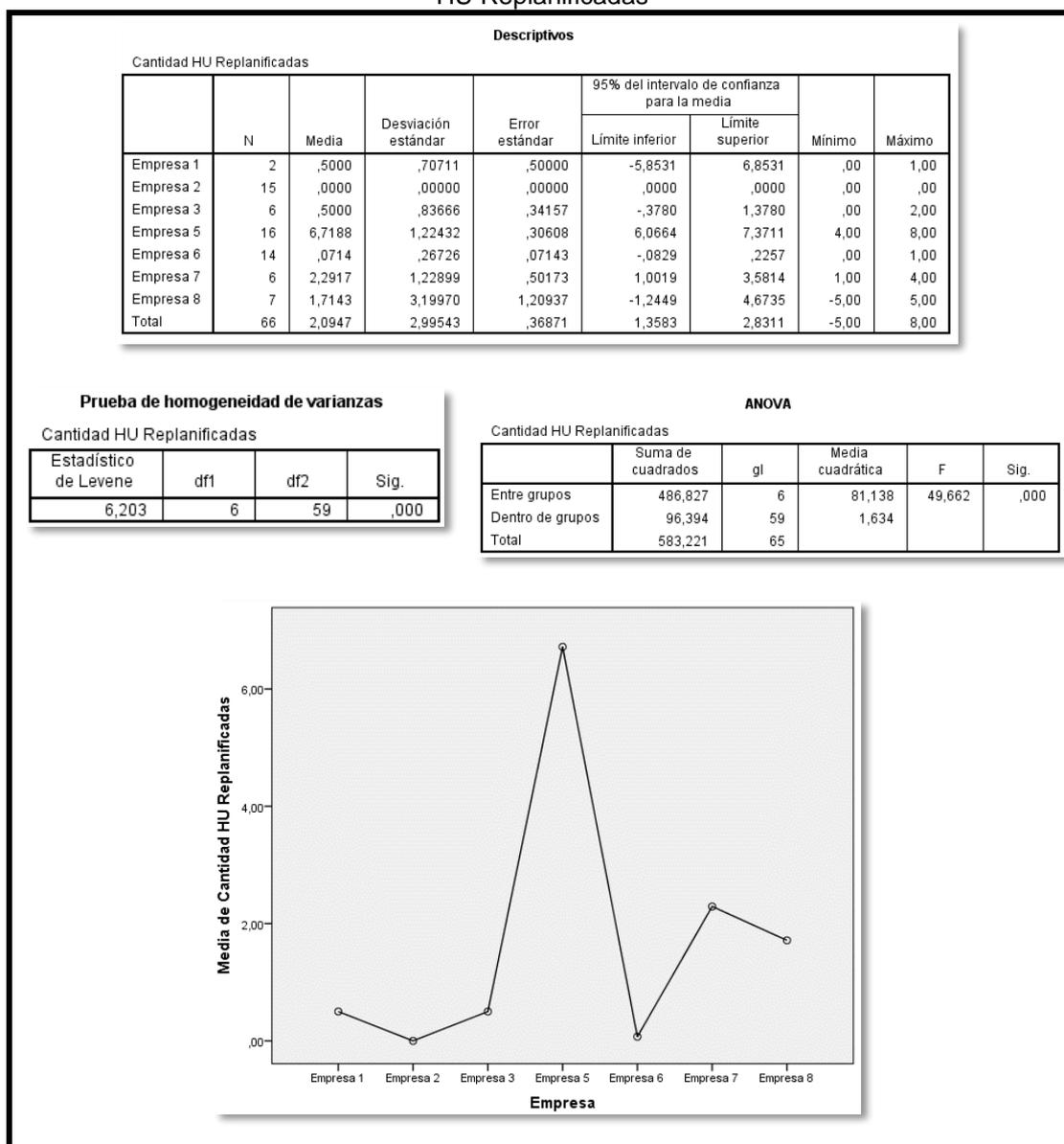
Elaborado por: El autor de la Investigación

Tabla 37: Parámetros método comparación de medias ANOVA en SPSS - variable Cantidad HU Replanificadas

Comparar medias ANOVA IBM SPSS	
Lista de dependientes	ob_cantHUreplan
Factor	at_empresa
Asumiendo varianzas iguales	
Opciones	
Estadísticos:	Descriptivos, prueba de homogeneidad de las varianzas, Welch
Gráfico de medias	Si
Valores perdidos	Excluir casos según lista

Elaborado por: El autor de la Investigación

Gráfico 40: Resultado método comparación de medias ANOVA en SPSS - variable Cantidad HU Replanificadas



En la gráfica podemos observar que los datos no presentan continuidad, el coeficiente de curtosis es negativo por lo cual la curva de la normal es de tipo platicúrtica con un sesgo a la izquierda, lo que indica que las medidas más a la izquierda son la mediana y la moda. La media presenta un valor de 2,09, con la mayor parte de los datos en un valor de cero. El 80% de los datos se presenta dentro de la primera desviación estándar, lo que indica que al menos hasta 4 HU son replanificadas por sprint. Así mismo, observando el análisis de comparación de medias podemos observar que el coeficiente de significancia es menor que 0,05 lo que indica que no hay relación entre las varianzas de las empresas, de igual manera, el mismo resultado nse presenta en la prueba

ANOVA; Observando la gráfica de medias, vemos picos pronunciados sobresaliendo el de la empresa 5 como el más alto, lo que indica que replanificó más del 50% de sus HU.

3.3 Presentación de resultados y discusión

3.3.1 Resultados Generales

Se realizó el análisis de los cuatro factores de la metodología Scrum relacionados a la gestión de proyectos y se determinó el nivel de éxito que las empresas obtuvieron en sus proyectos por cada uno de ellos. Para esto, se definió una tabla de valoración de éxito de 5 niveles, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 38: Niveles de éxito

Nivel de éxito	valoración
No exitoso	20%
Nivel de éxito bajo	40%
Nivel de éxito medio	60%
Nivel de éxito alto	80%
Exitoso	100%

Elaborado por: El autor de la Investigación

Tabla 39: Análisis de variables

Variables Independientes	Variables	Porcentajes	Valoración
VI1 Planificación	Ind. VI1.1 Porcentaje de cumplimiento de objetivo de sprints	80,32%	89,50% Nivel de éxito alto
	Ind. VI1.2 Porcentaje de cumplimiento de objetivo del proyecto	97,38%	
	Ind. VI1.3 Porcentaje de cumplimiento de tiempo del proyecto	90,79%	
	Ind. VI1.4 Porcentaje de cumplimiento de tiempo del sprint	97,49%	
	Ind. VI1.5 Cantidad Planificada de HU vs Cantidad real de HU Desarrolladas	78,00%	
	Ind. VI1.6 Cantidad Tiempos planificados por sprint vs Cantidad Tiempos reales de desarrollo por sprint	93,00%	
VI2 Calidad	Ind. VI2.1 Calificación del Usuario por entrega de sprint	77%	64% Nivel de éxito medio
	Ind. VI2.2 Porcentaje de cumplimiento en calidad de desarrollo	25%	
	Ind. VI2.3 Porcentaje de sprints con más de 5 inspecciones	75%	
	Ind. VI2.4 Porcentaje de calidad en desarrollo	79%	
VI3 Personal	Ind. VI3.1 Velocidad promedio de Scrum Developer	62%	62% Nivel de éxito medio
VI4 Control de Cambios	Ind. VI4.1 Nivel de no afectación de total de operaciones sobre la cantidad de HU Terminadas	54%	65% Nivel de éxito medio
	Ind. VI4.2 Nivel de No afectación de HU replanificadas sobre la planificación inicial de HU	42%	

Elaborado por: El autor de la Investigación

La evaluación de la planificación se obtuvo tomando en consideración porcentajes de cumplimiento en su mayoría, los cuales fueron obtenidos de la

validación entre lo planificado y lo real; para esto se consideró objetivos tanto del sprint como de los proyectos, tiempos generales de los sprints y los proyectos; y por último, historias de usuario a considerar por sprint; según la tabla de resultados, podemos apreciar una sobresaliente valoración cercana al 90%, lo que indica un nivel de éxito alto en cuanto al cumplimiento de la planificación establecida en cada uno de los proyectos.

La evaluación de la calidad se obtuvo tomando en consideración dos puntos de vista: la percepción del usuario y las métricas relacionadas a las cantidades de errores inyectadas por el equipo de scrum developers. Según la tabla de resultados, podemos apreciar un valor del 64%, no tan representativo como en la variable de planificación, lo que indica un nivel de éxito medio; aunque la calificación del usuario está sobre el 75%, la variable que afecta directamente el resultado de la calidad corresponde al nivel de calidad de desarrollo; estos resultados nos indican que el producto final, aquel entregado al usuario, se encuentra en un nivel de calidad alto, sin embargo, el equipo realiza un esfuerzo grande para lograr esto puesto que su calidad de desarrollo es muy baja.

Con respecto al control de cambios, se puede observar que la evaluación deja un porcentaje cercano al 50%, esto indica que el control de cambios cubrió al menos la mitad de los imprevistos presentados durante los proyectos evitando que ésta afecte significativamente a los resultados finales del sprint.

La evaluación del Personal se centra en la medición de la velocidad del equipo scrum developer. Todas las empresas generan la misma métrica y el objetivo es obtener los coeficientes de velocidad del equipo lo que determina cuantos pesos pueden realizar por día. Al personal se lo evaluó desde una perspectiva, su velocidad promedio para desarrollar historias de usuario planificadas. Se muestra un 62% que ubica al equipo en un nivel de éxito medio.

3.3.2 Discusión de Resultados

3.3.2.1 Caso Empresa # 1

Para la primera empresa evaluada se consideró un proyecto de Sistema de Información Gerencial; el proyecto se definió para un grupo de funcionalidades desarrolladas en dos sprints contando con dos grupos de desarrolladores Scrum de 3 personas cada uno. La duración de cada sprint fue de 13 días laborables en los cuales se buscaba cubrir todas las historias de usuario y liberar un entregable al final de cada sprint.

La empresa 1 centra su evaluación al final de cada sprint a los resultados de sus métricas de cumplimiento de objetivos y calificación del usuario; en cuanto a la calidad, no es su prioridad evaluar el número de errores generados durante el desarrollo puesto que cuentan con un equipo de desarrolladores senior todos considerados en un nivel equitativo y su política es la resolución de un problema como equipo y no aislar problemas individuales. Las historias de usuario son repartidas en igual proporción de pesos y todas deben ser cubiertas dentro del tiempo de sprint planificado.

Con respecto a la planificación, la empresa 1 contó con un porcentaje de cumplimiento de un 97.34% de los objetivos del sprint y objetivos del proyecto, por lo cual se puede deducir que la ejecución de este proyecto se presentó sin contratiempos o sorpresas con actividades cumplidas en su totalidad. En cuanto a los tiempos, su cumplimiento es superior al 95% guardando una relación con los resultados previos, presentando un nivel de planificación muy bueno en cuanto a tareas y tiempos.

La calidad de los productos entregados en esta empresa corresponde a una calificación de 4.7/5, siendo 5 el nivel de mayor satisfacción, se deduce que los resultados fueron los esperados por el usuario; por otro lado, como lo describí en el párrafo anterior, esta empresa no lleva registro de métricas de errores puesto que no es un valor útil para ellos en cuanto a la evaluación de sus niveles de calidad o su equipo; sin embargo, lo importante si es la inspección del trabajo

del equipo, esta empresa tiene una media de casi 8 revisiones de código en un sprint, es decir, corresponde a casi un 1.5 de revisiones por desarrollador Scrum.

En cuanto al equipo de desarrolladores, el coeficiente de velocidad es vital para evaluar a su personal, la métrica de velocidad por Desarrollo Scrum presenta una media de 0.5, esto significa que un desarrollador puede realizar al menos 0.5 de pesos por día.

Los resultados de la evaluación del control de cambios presentan una relación con los porcentajes de planificación, el índice de historias de usuario replanificadas es muy baja 0.5 pesos, lo que indica que casi en su totalidad todos los requerimientos fueron cubiertos. Los errores o imprevistos provenientes de producción presentan el nivel más bajo de todas las empresas estudiadas, tienen una media de 5 errores de producción cubiertos por sprint, lo que guarda relación con sus índices altos de calidad.

3.3.2.2 Caso Empresa # 2

Para la segunda empresa evaluada se consideró un proyecto de Sistema de Planificación de Recursos Empresariales; el proyecto se definió para un grupo de funcionalidades desarrolladas en 5 sprints contando con 1 grupo de desarrolladores Scrum de 4 personas. La duración de cada sprint fue de 10 días laborables en los cuales se buscaba cubrir todas las historias de usuario y liberar un entregable al final de cada sprint.

El porcentaje de cumplimiento de objetivos por sprint corresponde a una media de un 60.4%, y en los porcentajes de cumplimiento de proyecto un 100%, esto nos indica que aunque hubo sprints con rendimiento muy bajo, se lo compensó con un sobre esfuerzo en otras para lograr cumplir lo planificado a lo largo del proyecto; esto no significa que la planificación se haya realizado correctamente, por el contrario indica que en este caso, la empresa supo apagar correctamente y a tiempo los incendios presentados.

Con respecto a la calificación de los sprints, se presentan unos valores buenos con una general del 4.8/5 por parte del usuario, lo cual es sostenible dado que los objetivos totales del proyecto se cumplieron satisfactoriamente; sin embargo, en cuanto a la calidad de desarrollo, se presenta un nivel muy bajo, que se representa en un 133% de defectos reportados por sprint; esto indica que todas las historias de usuario planificadas tuvieron al menos un error reportado. Contrastando este resultado con los resultados de la planificación del sprint, se puede deducir la primera causa del no cumplimiento: la proliferación de errores inyectados por el equipo de desarrollo.

Con respecto al control de cambios, la empresa 2 no incluye entre sus métricas oficiales el número de historias de usuario replanificadas, esto puede constituir en un factor negativo en la planificación puesto que no es posible prever problemas futuros que se han aprendido y superado en proyectos anteriores; sin embargo, el total de operación de este caso es el mayor de todos con un 14.6 de errores provenientes de producción, esto indica que el equipo se dedicó a cubrir un buen número de errores en solo dos semanas de duración del sprint.

En cuanto al personal, la velocidad promedio del equipo muestra un 0.33, lo que indica un desarrollo de 0.33 pesos por día realizado por desarrolladores Scrum. Con respecto al caso anterior la velocidad de este equipo es menor casi en un 50%, esto puede ser justificado por los valores elevados en total de operación, es decir, que al menos el 50% del tiempo del equipo estaba destinado a corregir errores de producción.

3.3.2.3 Caso Empresa # 3

Para la tercera empresa evaluada se consideró un proyecto de Sistemas de Información Gerencial; el proyecto se definió para un grupo de funcionalidades desarrolladas en 3 sprints contando con 1 grupo de desarrolladores Scrum de 3 personas. La duración de cada sprint fue de 8 días laborables en los cuales se buscaba cubrir todas las historias de usuario y liberar un entregable al final de cada sprint.

La empresa 3, presenta un cumplimiento de objetivos por sprint y en por proyecto en general muy alto 89.68% y 83.29% respectivamente; lo que indica que la planificación fue realizada tomando en consideración todos los factores influyentes y acercada a lo más posible a los valores reales.

Con respecto a la calidad, la calificación del usuario se encuentra en un nivel muy bueno de 4.4/5, lo cual indica que el nivel de satisfacción del usuario con el producto recibido fue alta y cumpliendo sus expectativas, ésta empresa no registra métricas de defectos, puesto que para ellos, al igual que la empresa 1, lo más importante es el resultado final y no los detalles del proceso, en cuanto a las inspecciones, muestra una media de 4 inspecciones por sprint, es decir, al menos 1 por desarrollador Scrum.

En cuanto al control de cambios, muestra una media de historias de usuario replanificadas de 0.5 pesos, es decir, el control de cambios fue bajo y tratado correctamente puesto que el porcentaje de cumplimiento del proyecto fue cubierto en casi un 90%; sin embargo, no muestra métricas de total de operación.

3.3.2.4 Caso Empresa # 4

Para la cuarta empresa evaluada se consideró un proyecto de Sistema de Procesamiento de Transacciones; el proyecto se definió para un grupo de funcionalidades desarrolladas en 1 sprint contando con 1 grupo de desarrollador Scrum de 3 personas. La duración del sprint fue de 10 días laborables en los cuales se buscaba cubrir todas las historias de usuario y liberar un entregable al final de cada sprint.

La planificación en este caso de estudio cumplió con las expectativas, el porcentaje de cumplimiento del sprint muestra un 86.3%, y el del proyecto un 104%, esto quiere decir que se presentaron problemas durante el desarrollo de los sprints, es decir hubo algunos con porcentajes de cumplimientos bajos, pero

en otros se hizo un doble esfuerzo para lograr que dichos problemas no afecten la totalidad del proyecto en su conjunto.

Con respecto a la calidad, esta empresa no lleva métricas de evaluación del usuario, lo cual puede ser un punto en contra para validar la usabilidad de su producto desde la perspectiva del usuario, de igual manera, no registra métricas de seguimiento de errores, es decir como punto bajo este caso de estudio muestra falta de métricas de valoración de su producto. El índice de velocidad del equipo de desarrollador Scrum, muestra un valor de 1.49, el más alto de todos los casos, lo cual indica que cada desarrollador puede realizar 1.5 historias de usuario por día lo que muestra una clara causa del porcentaje de cumplimiento elevado en la planificación.

La empresa # 4 no registra métricas de historias de usuario replanificadas, pero con respecto al total de operación tiene una media de 7.33, lo que indica al menos dos errores de producción asignados por desarrollador; sin embargo, se valida la alta calidad de su equipo puesto que, aunque cubren un valor alto de imprevistos, la velocidad promedio por persona es alta, éste se convierte en una causa fundamental del logro de cumplimientos de objetivos.

3.3.2.5 Caso Empresa # 5

Para la quinta empresa evaluada se consideró un proyecto de Sistema de Procesamiento de Transacciones; el proyecto se definió para el desarrollo total del sistema en 20 sprint contando con 1 grupo de desarrolladores Scrum de 3 personas, de las cuales solo se ejecutaron 16. La duración de cada sprint fue variada entre 5 y 14 días laborables; a diferencia de los proyectos anteriores no tuvo un resultado exitoso.

Los porcentajes de cumplimiento por sprint son los más bajos del grupo de empresas evaluadas sin contar los casos de estudio documentales, 75.71%, este porcentaje se obtiene de las métricas contabilizadas hasta que el proyecto fue cancelado.

La calidad de las entregas realizadas muestra los valores más bajos de todos los casos un 2.5/5, lo que indica que, así como hubo problemas en planificación, también los hubo durante el desarrollo del proyecto. La empresa no registra métricas de inspecciones de código, por lo cual el seguimiento a la calidad del mismo no fue monitoreado constantemente.

Con respecto al personal, la métrica de velocidad es muy alentadora, corresponde a un 0.78, lo que indica que cada desarrollador Scrum fue capaz de cubrir 0.78 pesos por día, eso demuestra que al menos el personal no fue una causa del fracaso del proyecto.

El control de cambios tuvo mucha actividad en relación con otros casos con muy bajos índices de planificación. La empresa 5, muestra el índice más elevado en esta categoría 6.71 pesos replanificados por sprint, es decir, vamos reforzando la idea de que la planificación tuvo mucha influencia negativa en los resultados.

Según la empresa, la principal causa de fracaso fue la mala planificación, y la mala estimación tanto de pesos como de tiempos. Las historias de usuario fueron mal evaluadas y los pesos no reflejaban la verdadera complejidad de la funcionalidad, esto incurrió a un bajo cumplimiento, aunque el nivel de los desarrolladores fue alto.

3.3.2.6 Caso Empresa # 6

Los datos de este caso provienen de un estudio realizado por el Centro de Investigación en Tecnologías de Información y Comunicaciones de la Universidad Gastón Dachary en Argentina. Proviene de la evaluación de proyectos pequeños desarrollo. Se considera un estudio de 7 sprints con una duración de 7 días y un equipo de desarrolladores Scrum de 4 personas.

En cuanto a planificación, este caso de estudio muestra buenos resultados un cumplimiento por sprint del 100% de los objetivos, al igual que un nivel bastante alto en el cumplimiento de objetivos generales del proyecto, con lo cual

podemos deducir que, para este caso, las estimaciones fueron acertadas y su correcta ejecución evitó que los imprevistos afectaran los resultados finales.

En cuanto a calidad, este caso de estudio no muestra métricas de calificación del usuario, pero sí de defectos reportados, ni métricas de defectos; sin embargo, el número de inspecciones de código es bajo con respecto al resto de casos, presenta una media de 4 inspecciones, es decir un promedio de 1 inspección por desarrollador Scrum.

La velocidad promedio de los desarrolladores Scrum, se presenta relativamente baja con un valor de 0.31 pesos por día, es decir, no tienen un nivel muy bueno de destreza para cubrir mayor número de historias de usuario. El control de cambios presenta muy poca variación con respecto a los otros casos de estudio, y, uno de los más bajos 0.7 pesos replanificados por sprint, guardando relación con los índices de planificación.

3.3.2.7 Caso Empresa # 7

Al igual que la Empresa 6, los datos de este caso provienen de un proyecto de desarrollo de un sistema a ser utilizado en una planta de producción de gas, dicho estudio fue realizado por en un trabajo de tesis de la Universidad Politécnica de Madrid. Se evaluaron 6 sprints con una duración de 13 días laborables y un grupo de desarrolladores Scrum conformado por 9 personas.

Esta empresa presenta un porcentaje de cumplimiento de sprint bastante bajo comparado con el resto de los casos un 64.8%, lo cual indica que las estimaciones no fueron las adecuadas y se presentaron niveles alto de replanificación, aunque el nivel de cumplimiento del proyecto si es alto un 85.9% indica un sobreesfuerzo del equipo para solventar los problemas presentados en cada sprint.

En cuanto a la calidad, este caso de estudio no presenta métricas de calificación del usuario; sin embargo, con respecto a los errores reportados por sprint, el 33% reflejado se considera un elevado índice, esto nos demuestra que el

desenvolvimiento del equipo fue una potencial causa de las métricas bajas en planificación. El número de inspecciones de código se encuentra presenta un nivel bastante bajo de 7 inspecciones por sprint, siendo el número de desarrolladores superior significa que no todos los miembros del equipo fueron inspeccionados.

El personal presenta un nivel de velocidad medio, correspondiente a 0.47 pesos por día; sin embargo, comparando este resultado con el número de defectos obtenido, demuestra que, si bien es cierto, el equipo está en un punto medio de velocidad, también es una fuente muy alta de inserción de errores.

En cuanto al control de cambios, si muestra un comportamiento relativamente bajo de 2.29 pesos replanificados por sprint, debido al alto índice de tiempo empleado en la corrección de errores.

3.3.2.8 Caso Empresa # 8

Para este caso, se realizó el estudio para un proyecto de Sistema de Información Gerencial para una entidad bancaria, en el cual se definió 7 sprints para el desarrollo de un grupo de funcionalidades y contó con un grupo de desarrolladores Scrum de 6 personas. Los porcentajes de cumplimiento se presentan bastante buenos un 88.57% y a nivel global el cumplimiento fue total, lo cual indica, como en casos anteriores, que los problemas presentados durante la ejecución de los sprints fueron correctamente manejados y no afectaron mayormente a los objetivos globales.

Con respecto a la calidad, esta empresa muestra una calificación de alta de 4.9/5 indicando que el resultado final sí satisfizo las necesidades del usuario. El número de defectos reportados por sprint es bastante alto, responde a un 184%, quiere decir que los desarrolladores presentan un bajo nivel de destreza técnica, esto sumado al bajo número de inspecciones de código, solo 2 por sprint se convierte ésta en una causa relevante del poco cuidado al código colocado en el sistema.

La velocidad de desarrollo del equipo se presenta bastante alta, 0.9 pesos por día, sin embargo, al igual que en caso anterior, esta fortaleza presenta una desventaja y una realidad, la falta de destreza en la codificación puesto que inyectan más errores en el sistema.

El nivel de replanificación es bastante bajo, presenta un 1.7 pesos lo que concuerda con el nivel de cumplimiento de los objetivos; adicional un aspecto interesante a resaltar es el número de total de operación que se presenta como el más alto de todos los casos con un valor de 12; esto indica que los desarrolladores corrigen un promedio de 2 errores de producción por sprint, lo cual, como vemos las métricas de errores, si influye en la calidad de su codificación.

IV. CONCLUSIONES

Según las métricas analizadas, podemos identificar las razones por las cuales la metodología Scrum se convierte en la favorita al momento de seleccionar una herramienta de gestión del ciclo de vida del desarrollo del software:

- El control total y la necesidad de recolectar métricas en todos los aspectos no es importante;
- Realizar entregas periódicas a los usuarios finales.
- Limitar los objetivos a cumplir por cada iteración.
- Contar con un equipo homogéneo.

Con respecto segundo problema planteado, se determina que el éxito de Scrum se centra en la planificación de los sprints; todas las empresas realizan sus estimaciones y preparan todos sus cronogramas en base a las historias de usuario, las cuales son medidas no en días, y mediante una valoración de pesos.

Adicional, podemos concluir que otra métrica muy importante en Scrum es la calificación del usuario, casi todos los proyectos salvo 1 presentan una valoración superior al 80% de satisfacción, lo que demuestra que al usuario le agrada el producto obtenido y a su vez le entrega una sensación de participación en el mismo.

En base al tercer problema planteado, se concluye que aquellas que no deben faltar al momento de gestionar un proyecto bajo la metodología Scrum:

- Cantidad de historias de usuario
- Velocidad del equipo de desarrollo
- Calificación del usuario
- Errores reportados o existentes
- Registro de requerimientos externos

V. RECOMENDACIONES

Antes de seleccionar la aplicación del Scrum, siempre se debe considerar que no es una metodología muy estricta, se muestra ajena a la formalidad en su ejecución; por lo tanto, su aplicación dependerá de un cambio de principios tanto del equipo de desarrollo, como de administradores en los cuales el grado de responsabilidad mayor recae en los equipos operativos.

En cuanto a los aspectos influyentes en la calidad se debe considerar no solo el punto de vista del usuario para medir la calidad del producto, sino también la calidad del desarrollo del equipo Scrum y con respecto al personal, considerando que los equipos presentan habilidades en niveles equitativos, se debe considerar la cantidad de trabajo adicional que en ocasiones ejerce una presión que puede influir negativamente y puede afectar el cumplimiento de tiempos y objetivos a la calidad del desarrollo.

Por último, en cuanto a indicadores de control se recomiendan algunas adicionales:

- Realizar mediciones de errores cometidos e incrementar las inspecciones de desarrollo.
- Incrementar el análisis en los errores de producción, puesto que en común todos los casos de estudio solo llevan la cuenta de cuantos errores de producción atendieron durante el sprint y no cuánto tiempo le cuesta al equipo.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Acebo Plaza, M., & Núñez, A. (2017). *Industria del Software*. Guayaquil: ESPAE-ESPOL. Obtenido de <http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2016/12/industriasoftware.pdf>
- Alaimo, D. M. (2013). *Proyectos Ágiles con Scrum - Flexibilidad, aprendizaje, innovación y colaboración en contextos complejos* (Primera ed.). Buenos Aires, Argentina: Ediciones Kleer.
- Allue, X. Q., Cymment, A., & Alaimo, M. (2013). *Proyectos Ágiles con Scrum*. Buenos Aires: Ediciones Kleer.
- Allue, X. Q., Cymment, A., & Alaimo, M. (2013). *Scrum: Una Descripción*. Estados Unidos: Scrum Alliance.
- Basañez, J. A. (2014). *Metodología de Evaluación y Gestión del Conocimiento Dinámico por procesos utilizando soporte TIC el entorno colaborativo de Trabajo basado en el modelo de creación de Conocimiento de Nonaka-Takeuchi. Caso de estudio en el área de Gestión de Proyectos*. Córdoba, España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales.
- Cadavid, A. N., Martínez, J. D., & Vélez, J. M. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Prospect*, 11, 9.
- ComputerWorld. (2015). *El software ágil tiene su comunidad en Ecuador*. Quito: Revista ComputerWorld. Obtenido de <http://computerworld.com.ec/actualidad/tendencias/98-el-software-agil-tiene-su-comunidad-en-ecuador.html>
- ComputerWorld. (2016). Business Process Management. Obtenido de <http://www.computerworld.com.ec/2-uncategorised/600-business-process-management.html>
- Gómez, C. L., García, A. Á., & Dedo, R. d. (2017). *Métodos Ágiles Scrum, Kanban, Lean*. España: Anaya Multimedia.
- Henrie, M. E. (2015). *Cultural Influences in Engineering Projects*. New York, Estados Unidos: Momentum Press. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/uteg-ebooks/reader.action?docID=1869105&query=>
- Hundhausen, R. (2012). *Professional Scrum Development with Microsoft Visual Studio 2012*. Seattle - Estados Unidos: Microsoft Press.
- Huttermann, M. (2012). Using Scrum for Release Management. En M. Huttermann, *Ágil ALM* (pág. 332). Shleter Island: Manning Publications Co.
- IBM, C. (2015). *IBM SPSS Advanced Statistics*. Estados Unidos: IBM.
- Ikujiro, Nonaka; Hirotaka, Takeuchi. (1999). *La Organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- INEC. (2016). *Encuesta Nacional de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Quito: INEC. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Ciencia_Tecnologia-ACTI/2012-2014/presentacion_ACTI.pdf

- Johnson, J., Crear, J., Theo, M., Lee, G., & Poort, J. (2015). *Reporte del Caos*. Estados Unidos: The Standish Group. Obtenido de <http://blog.standishgroup.com/post/50>
- Kavadias, S., Ladas, K., & Loch, C. (2016). The Transformative Business Model. *Harvard Business Review*, 12.
- kerzner, H. (2013). *Project Management Metrics, KPIs and Dashboards. A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance* (Second ed.). New York, United States: John Wiley and Sons, Inc.
- Kuziwa, A., & Ndagire, K. F. (2016). Application of Agile Methods in Distributed Software Development. *Ume University*, 27. Obtenido de <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:939291/FULLTEXT01.pdf>
- Livingood, R., Braxton-Lieber, S., & Mehan, J. (2011). *The relationship between PMI MPBOK Guide's nine project Knowledge areas and projects success: An investigation of manufacturing information technology projects*. Estados Unidos: ProQuest.
- Lizama, P., & Boccardo, G. (2014). *Guía de Asociación entre variables Pearson y Spearman en SPSS*. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile.
- Mariño, S., & Alfonso, P. (2014). Implementación de Scrum en el diseño del proyecto del trabajo Final de Aplicación. *Ciencia y Técnica*, 19, 5.
- Martel, A. (2014). *Gestión Práctica de Proyectos con Scrum. Desarrollo de Software Ágil para el Scrum Máster*. España: Safe Creative Commons.
- Mayer, T. (2013). *The People's Scrum: Agile Ideas for Revolutionary Transformation*. San Francisco, United States: Dymaxicon.
- Measey, P., Levy, R., & Short, M. (2015). Agile Myths. En P. Measey, *Agile Foundations: Principles, Practices and frameworks* (pág. 198). Inglaterra: BCS Learning and Development Limited.
- Mundaca, I. L., & Abarca, M. V. (2015). Método Ágil Híbrido para desarrollar software en dispositivos móviles. *Revista Chilena de Ingeniería*, 12.
- Palacio, J. (2014). *Gestión de Proyectos Scrum Manager*. Estados Unidos: Lubaris Info 4 Media S.L.
- Perez, V. (November de 2017). Project Success in Agile Development Projects. *IT Project Management*, 14. Obtenido de <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1711/1711.06851.pdf>
- PMI. (2013). *Guía de los Fundamentos para la Proyección de Proyectos* (Quinta ed.). Pensilvania, Estados Unidos: Project Management Institute.
- Rally Software, G. (2013). Cinco Niveles de Planificación Ágil: Desde la Visión Corporativa del Producto hasta el Stand-up del Equipo. *Rally Development*.
- Ruqian, Lu; Zhi Jin. (2014). Knowware - Based Software Engineering. En G. Imran, N. W. Wan Mohd, & N. A. Mohammad, *Hadbook of Research on Emerging Advancements and Technologies in Software Engineering* (pág. 686). USA, USA: IGI Global.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la Investigación* (Cuarta ed.). México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Sánchez, J. C. (2013). *Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica*. España: Díaz de Santos.
- Satpathy, T. (2016). *Guide to the Scrum Body of Knowledge*. Phonix, Estados Unidos: ScrumMStudy.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (Noviembre de 2017). <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017>. Obtenido de <https://www.scrumguides.org>

- <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-Spanish-SouthAmerican.pdf>
- Smilay, D. R., Barreto, L. T., & Lima, C. L. (2014). El papel de la TI en la Gestión del Conocimiento: Estudio de caso en una Agencia de Viajes en Navidad. (J. A. Cunha, Ed.) *Podium Sports, Leisure and Tourism Review*, 10.
- Sols, A. (2014). *System Engineering Theory and Practice*. España: Rico Adrados S.L.
- Spiegel, M., & Stephens, L. (2009). *Estadística* (Cuarta ed.). México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Success, S. T. (2016). *Una Guía para el Cuerpo de Conocimiento Scrum (Guía SBOOK)*. Phoenix, Estados Unidos: ScrumStudy.
- Sutherland, J. (2014). *Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time*. Colorado, United States: Business Books.
- Triola, M. (2013). *Estadística* (11 ed.). (R. F. Rivera, Ed.) Monterrey, México: Pearson Educación.
- Velásquez, M. M. (s.f.). Gestión del conocimiento y comunicados de práctica en laboratorios de investigación del Polo .
- Verheyen, G. (2013). *Best Practice Scrum: A Smart Travel Companion*. United Kingdom: Van Haren Publishing.
- Wallace, W. (2014). *Gestión de Proyectos*. Edimburgo: Heriot-Watt University.
- Zabala, V., & Saltos, A. (2017). *Ranking TIC 2017 Ecuador*. Quito: Computer World. Obtenido de <http://dp.hpublication.com/publication/514fc6bc/mobile/?alt=1>
- Zabaleta Etxebarria, N., López, I., & Lozarres N., E. (2012). *Análisis de la relación existente entre los Estándares de Gestión de Proyectos y los Factores Críticos para su éxito. Sexto Congreso Internacional de Ingeniería e Industria*. Gupuzcoa, España: Sexto Congreso Internacional de Ingeniería e Industria. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4246194>

VII. GLOSARIO DE TÉRMINOS

PMBok.- Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos.

SAP.- Sistemas Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos.

ERP.- Sistema de Planificación de Recursos Empresariales

CRM.- Sistema de Gestión de Clientes.

BI.- Sistemas de Información de Negocios.

PMI.- Instituto de Administración de Proyectos.

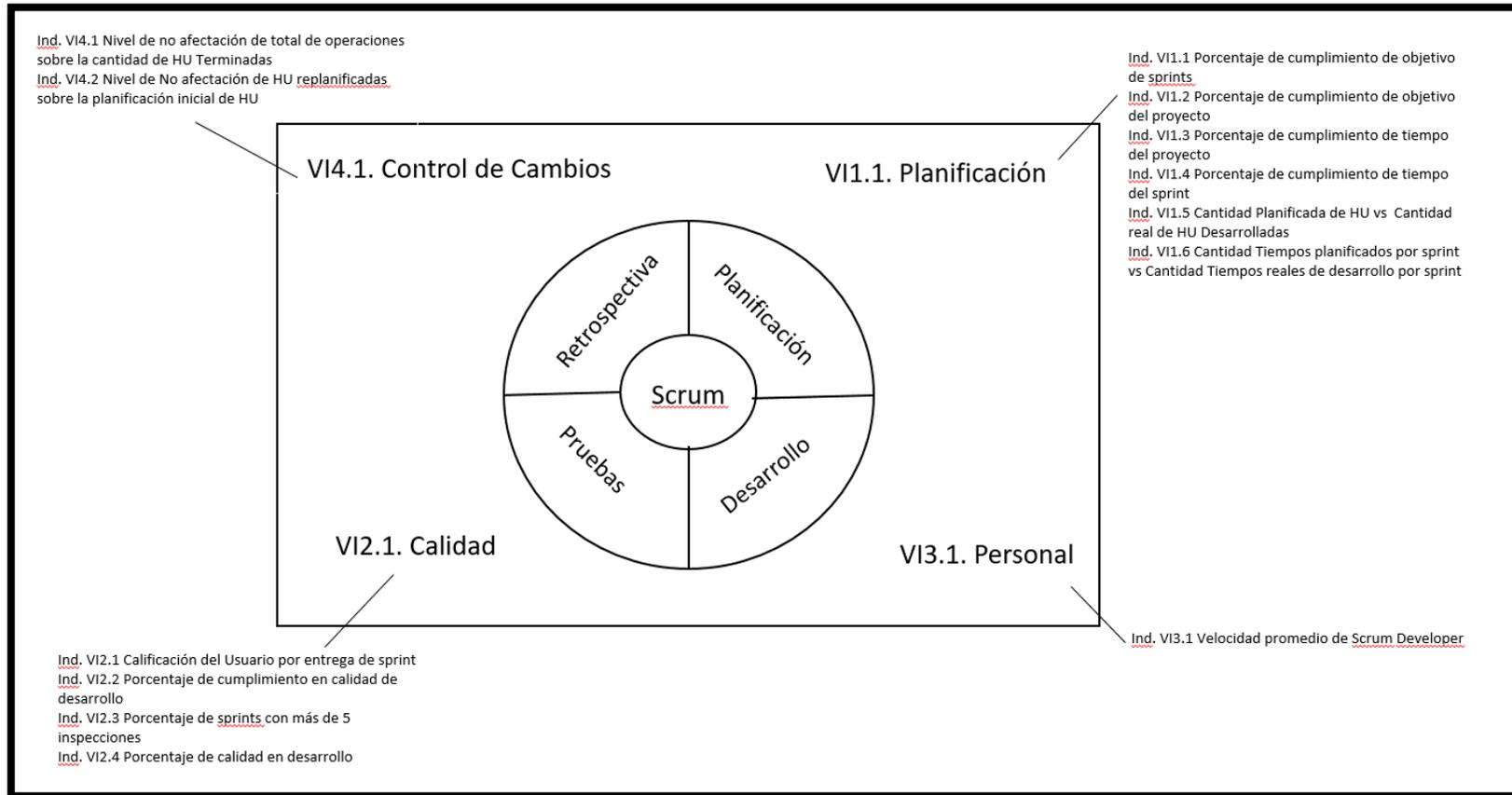
SPSS.- Software de Análisis Predictivo

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Matriz Auxiliar para el Diseño de la Investigación

Problemas	Objetivos	Operacionalización de las Variables			
		VI y VD	Variables empíricas	Indicadores	Ítems
Metodología de Desarrollo y Gestión no adecuada o no aplicada para proyectos de desarrollo de sistemas.	Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología Scrum	Variables Independientes: Planificación Recursos Calidad Control de Cambios Variable Dependiente: Gestión de Proyectos en Scrum	VEVI: Tiempo planificado de desarrollo HU por sprint (Días) Tiempo real de desarrollo HU por sprint (Días) Cantidad planificada de HU (Pesos) Cantidad real de HU realizadas (pesos) Porcentaje de Defectos Reportados Cantidad planificada de HU por sprint Cantidad real de HU terminadas por sprint Tiempo de pruebas HU realizadas (Días) Cantidad Defectos Sprint esperada (Unidades) Cantidad Defectos Sprint Real (Unidades) Número de inspecciones de código por sprint Número de desarrolladores por sprint Cantidad real de HU realizadas (pesos) Tiempo real de desarrollo HU por sprint (Días) Cantidad planificada de HU (Pesos) Tiempo planificado de desarrollo HU por sprint (Días) Total de Operación Tiempo dedicado a tareas de operación Cantidad HU replanificadas Número de reuniones de equipo por sprint Total de Operación VEVD: Velocidad promedio del Equipo Scrum Respecto a Solicitudes No planificadas Cantidad Tiempos planificados por sprint vs Cantidad Tiempos reales de desarrollo por sprint Cantidad / Tiempos Planificada de HU vs Cantidad / Tiempos Cantidad real de HU desarrolladas Número de reuniones de equipo por sprint Total de Operación % de total de operación realizado Tiempo dedicado a tareas de operación	Ind. VI1.1 Porcentaje de cumplimiento de objetivo de sprints Ind. VI1.2 Porcentaje de cumplimiento de objetivo del proyecto Ind. VI1.3 Porcentaje de cumplimiento de tiempo del proyecto Ind. VI1.4 Porcentaje de cumplimiento de tiempo del sprint Ind. VI1.5 Cantidad Planificada de HU vs Cantidad real de HU Desarrolladas Ind. VI1.6 Cantidad Tiempos planificados por sprint vs Cantidad Tiempos reales de desarrollo por sprint Ind. VI2.1 Calificación del Usuario por entrega de sprint Ind. VI2.2 Porcentaje de cumplimiento en calidad de desarrollo Ind. VI2.3 Porcentaje de sprints con más de 5 inspecciones Ind. VI2.4 Porcentaje de calidad en desarrollo Ind. VI3.1 Velocidad promedio de Scrum Developer Ind. VI4.1 Nivel de no afectación de total de operaciones sobre la cantidad de HU Terminadas Ind. VI4.2 Nivel de No afectación de HU replanificadas sobre la planificación inicial de HU	¿En qué medida el Scrum Developer Team ha cumplido con los tiempos de desarrollo de historias de usuario? ¿En qué medida se cumplieron los objetivos planteados al inicio del sprint? ¿En qué medida se cumplieron las planificaciones de historias de usuario planteadas? ¿Cuánto tiempo del sprint se utiliza para realizar pruebas a las historias de usuario desarrolladas? ¿En qué medida se registran errores en el producto final? ¿Cómo se mide el nivel de satisfacción del usuario? ¿Cómo se mide el nivel de agilidad de los scrum developers? ¿Cómo se mide el nivel de agilidad del equipo de scrum developers? ¿Cómo se estima el nivel de agilidad de los scrum developers? ¿Cómo se estima el nivel de agilidad del equipo de scrum developers? ¿Cuál es el esfuerzo dedicado a desarrollos no planificados?
Definición de indicadores de seguimiento y control no adecuados.	Evaluar mecanismos de control que se aplican un proyecto ejecutado bajo la metodología Scrum				
Inadecuada planificación de tiempos durante la ejecución del ciclo de vida de desarrollo del software, estrategias de pruebas con muy poca orientación a los requerimientos	Analizar la influencia de la Metodología Scrum sobre los recursos y la calidad del software.				

Anexo 2: Modelamiento de Variables, Dimensiones e Indicadores



Fuente: Satpathy, T. (2016). Guide to the Scrum Body of Knowledge. Phonix, Estados Unidos: ScrumMStudy.(Schwaber & Sutherland, <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017>, 2017); PMI. (2013). Guía de los Fundamentos para la Proyección de Proyectos (Quinta ed.). Pensilvania, Estados Unidos: Project Management Institute; Alaimo, D. M. (2013). Proyectos Ágiles con Scrum - Flexibilidad, aprendizaje, innovación y colaboración en contextos complejos (Primera ed.). Buenos Aires, Argentina: Ediciones Kleeer.

Anexo 3: Autores de Antecedentes del Marco Teórico Variables, Dimensiones e Indicadores

Variable	Descripción de la Variable	Nombre del autor que aporta conceptos	Año de Publicación
Planificación	Debe preocuparse de la mejor manera de diseñar y desarrollar software al costo más conveniente	Acebo Plaza Mauro; Alexis Núñez	2017
	busca el éxito de un producto mediante la aplicación adecuada de procesos, recursos bien distribuidos y destrezas explotadas eficientemente	PMI	2013
	El conocimiento organizacional se define en dos partes: la epistemológica que incluye el conocimiento tácito y explícito y la ontológica que demuestra al generador del conocimiento.	Nonaka Ikujiro ; Takeuchi Hiroataka	1999
	Un proyecto debe ser planificado en cada una de sus fases, debe incluir actividades, tareas y entregables; los detalles no deben ser dejados al azar	William Wallace	2014
	los factores que determinan el éxito de los proyectos son: Planificación, Personal, Control, Adquisición, Riesgos, Tiempo, Costo, Calidad, Alcance	Noemi Zabaleta Etxebarria ; Igartua López ; Erresti Lozarres	2012
	La metodología Scrum posee menos disciplinas o procesos en comparación con la metodología RUP. Las mismas están más dedicadas a proporcionar ayuda al equipo de desarrollo e impulsar el continuo mejoramiento de producto: Requerimientos, Implementación, Pruebas, Control	Richard Hudhuansen	2012
	Consiste en un conjunto de subprocesos relacionados entre sí, los cuales pueden ser aplicados sobre todas las fases de los proyectos desde su concepción hasta su finalización.	Richard Livingood , Sherri Braxton-Lieber , Julie Mehan	2011
Calidad	Los tiempos no se establecen en base a una prioridad o análisis, el equipo y los usuarios deben esperar meses para obtener el sistema requerido	Tridibesh Satpathy	2016
	La metodología ágil puede incrementar su nivel de aceptación del cliente	Veiga Perez	2017
	La transformación del conocimiento, es una analogía a la transformación de los minerales, de las fuentes se extrae el conocimiento y pasa por una serie de niveles hasta obtener lo que se conoce como el "Cristal del Conocimiento", al cual se le aplican los procesos de requerimientos y los procesos de desarrollo de software para obtener el producto y finalizar con la obtención del knowware	Ghani Imran , Nazir Wan Kadir , Wan Mohd. Nazir Ahamad , Mohammad	2014
	El concepto de "Agilidad", se centra en la retroalimentación de los usuarios quienes generan cambios constantes a los sistemas con el objetivo de cumplir con las expectativas planteadas, es decir consiste en una evolución continua del software	Ignacio Leiva Mundaca , Marco Villalobos Abarca	2015
	La calidad del producto se asegura con un código de alta calidad que involucre técnicas robustas de implementación que simplifiquen la arquitectura sin descuidar las funcionalidades del sistema y esto solo puede lograr un grupo de expertos en desarrollo de software	Peter Measey , Richard Levy , Michael Short	2015

Variable	Descripción de la Variable	Nombre del autor que aporta conceptos	Año de Publicación
Personal	La clave es aprovechar las destrezas del equipo y lograr minimizar el tiempo de ejecución; esto se debe lograr tomando en cuenta la comunicación, al equipo y recibiendo retroalimentaciones de todos los involucrados	Peter Measey , Richard Levy, Michael Short	2015
	El equipo de desarrollo define estimaciones de los tiempos de desarrollo de cada historia de usuario, es responsable del diseño, implementación y pruebas de las mismas y su posterior paso a producción	Martín Alaimo	2013
	El equipo propietario del producto representa la voz y ojos del usuario; es decir, son el cliente, aquellos que toman decisiones y valoran el producto entregado	Juan Palacio	2014
	El Scrum Máster es aquel que inyecta valores y reglas al proyecto a través de los otros dos equipos	Tridibesh Satpathy	2016
	Se debe contar con personal calificado para lograr buenas estimaciones	Veiga Perez	2017
Control de Cambios	Se demuestra que los indicadores de control no son los adecuados cuando los problemas que surgen durante la ejecución de un proyecto no son detectados a tiempo	Harold Kerzner	2013
	La falta de indicadores tales como métricas de tamaño o complejidad del requerimiento, esfuerzo requerido y duración limita la capacidad de resolver imprevistos que detengan o retrasen la ejecución de las tareas	Diego Martín Alaimo	2013
	El conocimiento puede cambiar o transformarse mediante 4 diferentes procesos: Socialización, Exteriorización, Interiorización, Combinación	Nonaka Ikujiro ; Takeuchi Hirotaka	1999
	la retroalimentación de los usuarios quienes generan cambios constantes a los sistemas con el objetivo de cumplir con las expectativas planteadas, es decir consiste en una evolución continua del software	Ignacio Leiva Mundaca , Marco Villalobos Abarca	2015
	La pila del producto, o también llamda Backlog , corresponde a una lista de requerimientos, los cuales son implementados durante el sprint y aquellos que no puedan ser cubiertos, deben ser re-planificados para la siguiente iteración	Michael Huttermann	2012
	Los cinco eventos definidos en Scrum son: Sprint, Reunión de Planificación del Sprint, Scrum Diario	Xavier Quesada Allue , Alan Cyment , Martín Alaimo	2013
	los tiempos de las reuniones son definidos en base al tiempo del Sprint y por lo general toman la mitad de tiempo de las reuniones de planificación	Richard Hudhansen	2012
el control de la implementación del mismo se realiza de manera empírica y se sustenta en tres pilares fundamentales: Transparencia, Inspección, Adaptación	Ken Schwaber , Jeff Sutherland	2013	

Anexo 4: Descripción de Variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Objetivo	Unidad	Fórmula	Tipo de Variable	Ítems	Frecuencia	Técnica	Instrumento	Fuente
Planificación	Planificación	Tiempo planificado de desarrollo HU por sprint (Días)	Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología	Días	Tiempo estimado de desarrollo HU por sprint	Analítica	¿Cuáles son los tiempos setimados de desarrollo de historias de usuario?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Desarrollo	Tiempo real de desarrollo HU por sprint (Días)	Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología	Días	Tiempo real de desarrollo HU por sprint	Analítica	¿Cuáles son los tiempos reales de desarrollo de historias de usuario?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Retrospectiva	Porcentaje de cumplimiento de tiempo del sprint	Evaluar mecanismos de control que se aplican un proyecto ejecutado bajo la metodología Scrum.	Porcentaje	Tiempo real de desarrollo HU por sprint (Días)/Tiempo estimado de desarrollo HU (Días)	Correlacional	¿En qué medida el Scrum Developer Team ha cumplido con los tiempos de desarrollo de historias de usuario?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Retrospectiva	Porcentaje de cumplimiento de tiempo del proyecto	Validad el nivel de objetivos alcanzados en un proyecto	Porcentaje	Tiempo real de desarrollo del proyecto (Días)/Tiempo estimado de desarrollo del (Días)	Correlacional	¿En qué medida el Equipo Scrum ha cumplido con los tiempos planificados del proyecto?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Planificación	Cantidad planificada de HU (Pesos)	Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología	Cantidad	Cantidad de pesos de Historias de usuario planificadas por sprint	Analítica	¿Cuál es el número de historias de usuario planificadas en los proyectos?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Desarrollo	Cantidad real de HU realizadas (pesos)	Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología	Cantidad	Cantidad de pesos de historias de usuario realizadas por sprint	Analítica	¿Cuál es la cantidad real de historias de usuario desarrolladas por el scrum?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Retrospectiva	Porcentaje de Cumplimiento de objetivo de sprints	Evaluar mecanismos de control que se aplican un proyecto ejecutado bajo la metodología Scrum.	Porcentaje	Cantidad real de HU terminadas (pesos)/Cantidad planificada de HU (Pesos)	Correlacional	¿En qué medida se cumplieron los objetivos planteados al inicio del sprint?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Retrospectiva	Porcentaje de Cumplimiento de objetivo del proyecto	Evaluar mecanismos de control que se aplican un proyecto ejecutado bajo la metodología Scrum.	Porcentaje	Promedio de cumplimiento de los sprints dentro de un proyecto	Correlacional	¿En qué medida se cumplieron los objetivos de proyecto planteados?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Planificación	Cantidad planificada de HU por sprint	Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología	Cantidad	cantidad de HU planificadas por sprint	Analítica	¿Cuáles son las historias de usuario planificadas por proyecto?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Desarrollo	Cantidad real de HU terminadas por sprint	Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología	Cantidad	Cantidad de HU desarrolladas por sprint	Analítica	Cuales son las historias de usuario planificadas que se desarrollaron?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Planificación	Cantidad Tiempos planificados por sprint vs Cantidad Tiempos reales de desarrollo por sprint	Evaluar la relación inversa o directamente proporcional entre variables estimadas y variables reales relacionadas a tiempos de desarrollo HU	Cantidad	correlación Tiempos planificados por sprint vs Tiempos reales de desarrollo por sprint	Correlacional	¿Existe una relación o similitud entre tiempos de desarrollo HU planificados comparados con los tiempos de desarrollo HU?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Planificación	Cantidad / Tiempos Planificada de HU vs Cantidad / Tiempos Cantidad real de HU desarrolladas	Evaluar la relación inversa o directamente proporcional entre variables estimadas y variables reales relacionadas a cantidades de desarrollo HU	Cantidad	correlación cantidad planificados por sprint vs cantidad reales de desarrollo por sprint	Correlacional	¿Existe una relación o similitud entre cantidades de desarrollo HU planificados comparados con los tiempos de desarrollo HU?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria

Calidad	Desarrollo	Tiempo de pruebas HU realizadas (Días)	Analizar la influencia de la Metodología Scrum sobre	Días	Tiempo de pruebas ejecutadas por sprint	Analítica	¿se dedica tiempo a pruebas de historias de	semanal	Estadística	Base de datos	Primaria
	Planificación	Cantidad Defectos Sprint esperada (Unidades)	Identificar factores con mayor influencia en la	Cantidad	Número de defectos esperados por grupo de HU realizada por sprint	Analítica	¿Aún si el equipo de scrum developers es	semanal	Estadística, Análisis	Base de datos, Investigación	Primaria, secundaria
	Pruebas	Cantidad Defectos Sprint Real (Unidades)	Identificar factores con mayor influencia en la	Cantidad	Número de defectos reportados por grupo de HU realizada por sprint	Analítica	¿Existen registros de defectos encontrados	semanal	Estadística, Análisis	Base de datos, Investigación	Primaria, secundaria
	Desarrollo	Número de inspecciones de código por sprint	Evaluar mecanismos de control que se aplican un proyecto ejecutado bajo la metodología Scrum.	Cantidad	número de inspecciones de código realizadas por sprint	Analítica	¿Cuántas inspecciones de código se realizan para asegurar la calidad del producto?	semanal	Estadística	Base de datos	Primaria
	Desarrollo	Porcentaje de sprints con más de 5 inspecciones	Determinar el número de empresas con más de 5 inspecciones	Porcentaje	Número Inspecciones mayores a 5	Analítica	¿Qué empresas tienen el mayor número de inspecciones?	semanal	Estadística	Base de datos	Primaria
	Pruebas	Porcentaje de cumplimiento en calidad de desarrollo	Determinar el nivel de calidad del desarrollo desde un aspecto técnico	Porcentaje	100 - Porcentaje de Defectos reportados	Analítica	¿Cómo se mide el nivel de cumplimiento de calidad del desarrollo?	semanal	Estadística	Base de datos	Primaria
	Pruebas	Porcentaje de Defectos Reportados	Analizar la influencia de la Metodología Scrum sobre	Porcentaje	Cantidad Defectos Sprint Real (Unidades) / Cantidad Defectos Sprint	Correlacional	¿En qué medida se registran errores en el	semanal	Estadística, Análisis	Base de datos, Investigación	Primaria, secundaria
	Retrospectiva	Calificación del Usuario por entrega de sprint	Determinar el nivel de calidad del desarrollo desde el punto de vista del usuario	valor	valoración del usuario del producto entregado (se consideran niveles de 1 al 5, siendo 1 la calificación más baja y 5 la calificación más alta)	Correlacional	¿Cómo se mide el nivel de satisfacción del usuario?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria

Personal	Planificación	Número de desarrolladores por sprint	Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología	cantidad	cantidad de scrum developers por sprint	Analítica	¿Cuántos desarrolladores se consideran durante el sprint?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Desarrollo	Cantidad real de HU realizadas (pesos)	Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología Scrum.	Cantidad	Cantidad de pesos de historias de usuario realizadas por sprint	Analítica	¿Cuál es la cantidad real de historias de usuario desarrolladas por el scrum developer team por proyecto?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Desarrollo	Tiempo real de desarrollo HU por sprint (Días)	Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología	Días	Tiempo real de desarrollo HU por sprint	Analítica	¿Cuáles son los tiempos reales de desarrollo de historias de usuario?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Desarrollo	Velocidad promedio del Equipo Scrum Respecto a HU Realizadas	Analizar la influencia de la Metodología Scrum sobre los recursos y la calidad del software	Porcentaje	Cantidad real de HU realizadas (pesos)/Número de desarrolladores por sprint/Tiempo real de desarrollo HU por sprint (Días)	Correlacional	¿Cómo se mide el nivel de agilidad de los scrum developers?	semanal	Estadística	Base de Datos	Primaria
	Desarrollo	Velocidad promedio del Equipo Scrum Respecto a Solicitudes No planificadas	Analizar la influencia de la Metodología Scrum sobre los recursos y la calidad del software	Porcentaje	Cantidad planificada de HU realizadas (pesos)/Número de desarrolladores por sprint/Tiempo planificado de desarrollo Solicitudes no planificadas por sprint (Días)	Correlacional	¿Cómo se mide el nivel de agilidad de los scrum developers en cuanto a desarrollo de solicitudes no planificadas?	semanal	Estadística	Base de Datos	Primaria
	Planificación	Cantidad planificada de HU (Pesos)	Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología	Cantidad	cantidad de HU planificadas por sprint	Analítica	¿Cuáles son las historias de usuario planificadas por proyecto?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Planificación	Tiempo planificado de desarrollo HU por sprint (Días)	Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología	Días	Tiempo estimado de desarrollo HU por sprint	Analítica	¿Cuáles son los tiempos setimados de desarrollo de historias de usuario?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Desarrollo	Total de Operación	Evaluar mecanismos de control que se aplican un proyecto ejecutado bajo la metodología Scrum.	cantidad	Número de problemas de producción no planificados resueltos en un sprint	Analítica	¿Cuántos problemas ajenos al desarrollo planificado resuelve el scrum developer team durante la ejecución del	semanal	Estadística	Base de datos	Primaria
	Desarrollo	Tiempo dedicado a tareas de operación	Evaluar mecanismos de control que se aplican un proyecto ejecutado bajo la	Días	Número de días dedicados a tareas de desarrollo no planificadas	Analítica	¿Cuánto tiempo dedica el equipo scrum developer para resolver problemas	semanal	Estadística	Base de datos	Primaria
	Planificación	Velocidad estimada por Scrum Developer	Analizar la influencia de la Metodología Scrum sobre los recursos y la calidad del software	Porcentaje	Cantidad planificada de HU (Pesos)/Número de desarrolladores por sprint/Tiempo planificado de desarrollo HU por sprint (Días)	Correlacional	¿Cómo se estima el nivel de agilidad de los scrum developers?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
Planificación	Velocidad estimada del equipo Scrum Developer	Analizar la influencia de la Metodología Scrum sobre los recursos y la calidad del software	Porcentaje	Cantidad planificada de HU (Pesos)/Tiempo planificado de desarrollo HU por sprint (Días)	Correlacional	¿Cómo se estima el nivel de agilidad del equipo de scrum developers?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria	

Control de cambios	Revisión	Cantidad HU replanificadas	Identificar factores con mayor influencia en la gestión de proyectos de software bajo metodología	Cantidad	Número de HU que se planificaron en un sprint, no fueron terminadas y se calendarizaron para sprints siguientes	Analítica	¿Cuál es la cantidad de historias de usuario replanificadas?	semanal	Estadística, Análisis documental	Base de datos, Investigación bibliográfica	Primaria, secundaria
	Revisión	Número de reuniones de equipo por sprint	Evaluar mecanismos de control que se aplican un proyecto ejecutado bajo la metodología Scrum.	Cantidad	Número de reuniones de scrum developer team durante el sprint	Analítica	Si la comunicación y colaboración son muy importantes para el scrum, ¿Cuántas reuniones se realizan para conocer los avances del proyecto?	semanal	Estadística	Base de datos	Primaria
	Desarrollo	Total de Operación	Evaluar mecanismos de control que se aplican un proyecto ejecutado bajo la metodología Scrum.	cantidad	Número de problemas de producción no planificados resueltos en un sprint	Analítica	¿Cuántos problemas ajenos al desarrollo planificado resuelve el scrum developer team durante la ejecución del	semanal	Estadística	Base de datos	Primaria
	Desarrollo	Tiempo dedicado a tareas de operación	Evaluar mecanismos de control que se aplican un proyecto ejecutado bajo la	Días	Número de días dedicados a tareas de desarrollo no planificadas	Analítica	¿Cuánto tiempo dedica el equipo scrum developer para resolver problemas	semanal	Estadística	Base de datos	Primaria
	Desarrollo	% de total de operación realizado	Analizar la influencia de la Metodología Scrum sobre los recursos y la calidad del	Porcentaje	Total de Operación/Cantidad real de HU terminadas por sprint	Correlacional	¿Qué porcentaje representa el número de tareas de operación	semanal	Estadística	Base de datos	Primaria
	Retrospectiva	Tiempo dedicado a tareas de operación	Analizar la influencia de la Metodología Scrum sobre los recursos y la calidad del software	Porcentaje	Tiempo dedicado a tareas de operación/Tiempo real de desarrollo HU por sprint (Días)	Correlacional	¿Cuál es el esfuerzo dedicado a desarrollos no planificados?	semanal	Estadística	Base de datos	Primaria
	Desarrollo	Nivel de no afectación de total de operaciones sobre la cantidad de HU Terminadas	Analizar la influencia de las solicitudes no planificadas sobre la cantidad de HU desarrolladas	Porcentaje	Correlación Variables Cantidad real de HU terminadas por sprint vs Total de Operación real	Correlacional	¿En qué medida afecta al desarrollo de las HU el trabajo de las solicitudes no planificadas?	semanal	Estadística	Base de datos	Primaria
	Planificación	Nivel de No afectación de HU replanificadas sobre la planificación inicial de HU	Analizar la influencia de las HU replanificadas sobre la planificación inicial de HU	Porcentaje	Correlación Cantidad HU Replanificadas y Cantidad Planificada de HU por Sprint	Correlacional	¿En qué medida afecta a la planificación de las HU el número de HU replanificadas?	semanal	Estadística	Base de datos	Primaria