



---

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS, ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA SISTEMAS Y  
TELECOMUNICACIONES**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:  
ELABORACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA COMO HERRAMIENTA DE  
APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE EN EL DESARROLLO DE  
APLICACIONES PARA TELECOMUNICACIONES**

**Autor:  
AXEL ENRIQUE LÓPEZ ORTIZ**

**VILLA DEL ROSARIO - COLOMBIA  
JUNIO de 2016**



---

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS, ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA SISTEMAS Y  
TELECOMUNICACIONES**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:  
ELABORACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA COMO HERRAMIENTA DE  
APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE EN EL DESARROLLO DE  
APLICACIONES PARA TELECOMUNICACIONES**

**Autor:  
AXEL ENRIQUE LÓPEZ ORTIZ**

**Director:  
Ing. ANGELO JOSEPH SOTO V.**

**VILLA DEL ROSARIO - COLOMBIA  
JUNIO de 2016**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS, ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA SISTEMAS Y  
TELECOMUNICACIONES**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:  
ELABORACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA COMO HERRAMIENTA DE  
APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE EN EL DESARROLLO DE  
APLICACIONES PARA TELECOMUNICACIONES**

**FECHA DE INICIO DEL TRABAJO: 22 DE FEBRERO DE 2016  
FECHA DE TERMINACIÓN DEL TRABAJO: 24 DE JUNIO DE 2016**

**NOMBRES Y FIRMAS DE AUTORIZACIÓN PARA LA SUSTENTACIÓN**

---

**AXEL ENRIQUE LÓPEZ ORTIZ**

**AUTOR**

---

**Ing. ANGELO JOSEPH SOTO V.**

---

**M.Sc. JOSÉ DEL CARMEN SANTIAGO G.**

---

**Esp. ADRIANA VILLAMIZAR P.**

**VILLA DEL ROSARIO, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA**

**JUNIO de 2016**



## DEDICATORIA

*Bienaventurado el hombre que halla la sabiduría, y que obtiene la inteligencia; porque su ganancia es mejor que la ganancia de la plata, y sus frutos más que el oro fino. Más preciosa es que las piedras preciosas; y todo lo que puede desear, no se puede comparar a ella. Largura de días está en su mano derecha; en su izquierda, riquezas y honra. Sus caminos son caminos deleitosos, y todas sus veredas paz. Proverbios 3:13-17*

*Al ingeniero terrestre Dios, que creó con sus celestiales manos mi vida y la moldeó hasta éste momento colmándome de bendiciones.*

*A mis padres Biológicos **María del Rosario Ortiz**, **Arsenio Enrique López** y adoptivos de corazón **Felicita Ortiz** y **Abel Pardo**, fuentes de apoyo, amor y pilares fundamentales de motivación por enriquecer mi formación integral día a día.*



## PENSAMIENTOS

*“Más que una disciplina o cuerpo de conocimientos, ingeniería es un verbo, una palabra de acción, una forma de abordar un problema.”*

***Scott Whitmir***

*“Una buena ingeniería de software requiere la diferenciación entre la especificación y la implementación.”*

***Andrew S. Tanenbaum***

*"Obtener información de internet es como intentar beber agua de una manguera de incendios"*

***Mitchell Kapor***

*"¿Dónde está la tecla 'ANY'?"*

***Homer Simpson, frente a un mensaje "press any key"***



## AGRADECIMIENTOS

*Al mejor papá del mundo, Dios, quien es mi refugio y fortaleza en momentos difíciles, a María virgen madre de misericordia, que ha traído tanta paz y compañía a mi corazón desde que la conocí, mujer que dio luz a la tierra al concebir a Jesús.*

*A mi madre María Del Rosario Ortiz, quien ha sido la primera docente en Telecomunicaciones solucionando mis inquietudes desde niño, empezando por enseñarme a caminar por buenas sendas y por caminos difíciles donde las cicatrices son muestra más que de heridas, pruebas del amor conmensurable del sacrificio mismo y por los demás. A mi padre Arsenio Enrique López siendo ejemplo de dedicación, ingenio y pasión al trabajo con herramientas como sus manos.*

*A mi madre adoptiva Felicita Ortiz Osorio, además de ser mi tía madrina conoce mis planes e ideas, consiente mis días de vacaciones y es indiscutible apoyo en conjunto con Abel pardo su esposo.*

*A mi único hermano, Alexis Enrique López, con quién además de compartir filiación, comparto peleas, alegrías y tristezas.*

*A Claudia Milena Moreno, por acompañarme en éste maravilloso proceso llena de comprensión, paciencia, por las largas horas de charla que se han extendido por todos éstos años con las mejores palabras cargadas de amor y espiritualidad, motivación y dulzura.*

*A todos mis amigos, compañeros del camino, en especial a Juan Camilo Marrugo, pana de toda la vida, personaje irreverente y cómico, ejemplo de que el conocimiento tiene poder, Carolina Vásquez Chamorro y Gendy Monroy Estrada, mis amigas del alma, con quienes desde siempre encuentro picardía, diversión, apoyo incondicional en nuestra formación profesional, así como en situaciones para llorar o reír juntos.*

*Muy especialmente al profesor José Manuel Reyes (Q.E.P.D), docente incansable y luchador, que despertó y moldeó de la mejor manera mis aptitudes académicas en formación básica, herramientas vitales para toda mi vida. A Edwin Mauricio Sequeda, con cada conocimiento impartido, respeto de mis ideales y los mejores consejos dados por mi paso en la amada Universidad De Pamplona. A Hernando José Velandia, muestra puntual de amistad, amor a la academia y sencillez mezclada con las metodologías adecuadas para hacer más amena la vida en las aulas.*

*Por último y no menos importante, a mi tutor y director de trabajo de grado Ángel Joseph Soto, por la dedicación, trabajo incansable, ideas concretas, colaboración y preocupación por explotar mis conocimientos y capacidades, y por supuesto, por su gran amistad compaginada en lo académico y la orientación.*



## RESUMEN

Las telecomunicaciones son parte esencial de las ciencias aplicadas existentes como mecanismos de interacción entre sistemas, suministrando en su mayoría, flexibilidad, disponibilidad y movilidad, entre otras cosas que los usuarios demandan al efectuar actividades cotidianas. Éste escrito documenta la investigación, estudio y análisis de las metodologías, modelos y procesos que se llevan a cabo basados en la Ingeniería De Software para el desarrollo de aplicaciones en telecomunicaciones, de ésta manera se hizo un recorrido por proyectos anteriores como apoyo bibliográfico relacionado, determinando de los mismos, los porcentajes estadísticos de cuáles de ellos trabajaron bajo herramientas de Ingeniería De Software y cuáles no, entre otras categorizaciones que surgieron a medida se avanzaba, con el propósito de efectuar la comparación apropiada que aproximara a establecer el procedimiento más acertado al trabajar bajo modelos clásicos orientados a ciclos iterativos secuenciales y modelos recientes encaminados a pequeños grupos de trabajo reduciendo el riesgo en el ciclo de vida del software, culminando con la estructuración de una guía metodológica cuyo objetivo fue la orientación teórica para el citado desarrollo de aplicaciones, en la que se recopilaran formas de evitar gastos de tiempo y dinero innecesarios según sea el producto requerido. Finalmente, la metodología se apoyó bajo **PMI (Project Management Institute)**, siendo una asociación con documentación actualizable cada cuatro años en relación con la gestión de proyectos. De igual manera se seleccionó el **Modelo Clásico Evolucionario** por ser incremental, orientado a prototipos, y el **Modelo Reciente XP** (Xtreme Programing), que permite reducir riesgos en el ciclo de vida del software mediante grupos de trabajos pequeños.

**Palabras Clave:** Aplicaciones En Telecomunicaciones, Guía Metodológica, Ingeniería De Software, Modelo Clásico Evolucionario, Modelo Reciente XP, PMI.



## ABSTRACT

Telecommunications are an essential part of applied sciences as existing mechanisms of interaction between systems, providing mostly, flexibility, availability and mobility, among other things users want to perform daily activities. This paper documents the research, study and analysis methodologies, models and processes carried out based on Software Engineering for the development of applications in telecommunications, this way was a tour of past projects as bibliographic support related, determining thereof, statistical percentages which of them worked under tools Software Engineering and which are not, among other categorizations that emerged as progressed, with the purpose of making the appropriate comparison approached to establish the most successful procedure work under classical models oriented sequential iterative cycles and recent models aimed at small workgroups reducing the risk in the life cycle of the software, culminating in the structuring of a methodological guide whose objective was the theoretical guidance for said application development, in which ways to avoid unnecessary expenditures of time and money as the required product was collected. Finally, the methodology was based on **PMI (Project Management Institute)**, being an association with upgradeable documentation every four years regarding project management. Similarly **Classic Evolutionary** Model was selected to be incremental, oriented prototypes, and the **Model Recent XP** (Xtreme Programing), which reduces risks in the software lifecycle by small work groups.

**Keywords:** Applications In Telecommunications, PMI, Methodological Guide, Model Clasic Evolutionary, Model Recent XP, Software Engineering.



## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	3
PENSAMIENTOS.....	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
I. INTRODUCCIÓN .....	18
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	19
III. JUSTIFICACIÓN.....	20
IV DELIMITACIÓN.....	21
V ACOTACIONES .....	22
CAPÍTULO I.....	23
1.1 ESTADO DEL ARTE.....	24
1.2 INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES E INGENIERÍA ELECTRÓNICA COMO PROFESIONES AFINES .....	26
1.2.1 INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES.....	26
1.2.1.1 ÁREAS DE DESEMPEÑO DE LA INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES .....	27
1.2.2 INGENIERÍA ELECTRÓNICA.....	27
1.2.2.1 AREAS DE DESEMPEÑO DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA.....	27
1.3 INGENIERÍA DE SOFTWARE .....	28
1.3.1 CAPAS DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE .....	29
1.3.1.1 HERRAMIENTAS.....	29
1.3.1.2 MÉTODOS.....	29
1.3.1.3 PROCESO .....	29
1.3.1.4 COMPROMISO CON LA CALIDAD .....	30
1.3.2 MODELOS DE PROCESOS DEL SOFTWARE .....	30
1.4 MODELOS CLÁSICOS Y RECIENTES DE LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE .....	31
1.4.1 MODELOS CLÁSICOS .....	31
1.4.1.1 CASCADA .....	31
1.4.1.2 INCREMENTAL.....	32
1.4.1.2 EVOLUCIONARIO .....	33



1.4.1.2 ESPIRAL.....	34
1.4.2 MODELOS RECIENTES .....	35
1.4.2.1 GANAR- GANAR.....	35
1.4.2.2 PROGRAMACIÓN EXTREMA (XP).....	36
1.4.2.3 PROCESO UNIFICADO .....	37
1.4 PILARES DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE .....	38
1.4.1 EL PERSONAL.....	39
1.4.2 EL PROCESO .....	40
1.4.3 EL PRODUCTO .....	40
1.4.4. LA TECNOLOGÍA .....	40
1.5 SOFTWARE.....	40
1.5.1 DOMINIOS DE APLICACIÓN DEL SOFTWARE.....	41
1.5.2 SOFTWARE DE APLICACIÓN .....	41
1.6 APLICACIONES MÓVILES.....	41
1.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS APLICACIONES MÓVILES .....	42
1.6.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS APLICACIONES MÓVILES NATIVAS .....	44
1.6.2.1 VENTAJAS DE UNA APLICACIÓN NATIVA.....	44
1.6.2.2 DESVENTAJAS DE UNA APLICACIÓN NATIVA .....	44
1.6.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE APLICACIONES MÓVILES HÍBRIDAS.....	45
1.6.3.1 VENTAJAS DE APLICACIONES MÓVILES HÍBRIDAS.....	45
1.6.3.2 DESVENTAJAS DE APLICACIONES MÓVILES HÍBRIDAS .....	45
1.7 APLICACIONES WEB.....	45
1.7.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS APLICACIONES WEB .....	46
1.7.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS APLICACIONES WEB .....	47
1.7.2.1 VENTAJAS DE LAS APLICACIONES WEB .....	47
1.7.1.2 DESVENTAJAS DE LAS APLICACIONES WEB .....	47
1.8 INGENIERÍA DE SOFTWARE DE TELECOMUNICACIONES .....	48
1.9 MÉTODO ESTADÍSTICO .....	48
1.9.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA (PUNTO DE VISTA ESTADÍSTICO) .....	49
1.9.2 RECOPIACIÓN DE DATOS.....	49
1.9.3 ALGUNOS PROCEDIMIENTOS Y MÉTODOS PARA RECOLECTAR DATOS .....	49
1.9.4 FUENTES DE INFORMACIÓN .....	49



1.9.4.1 DATOS PRIMARIOS .....	49
1.9.4.2 DATOS SECUNDARIOS .....	50
1.9.5 ORGANIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE DATOS .....	50
1.9.6 REPRESENTACIONES GRÁFICAS .....	50
1.9.6.1 GRÁFICA DE BARRAS Y CIRCULAR .....	50
1.9.7 GENERALIZACIÓN O INFERENCIA.....	51
CAPÍTULO II.....	52
2.1 MÉTODO ESTADÍSTICO PROPUESTO .....	53
2.2 DISCRIMINACIÓN DE TRABAJOS EN BASES DE DATOS .....	53
2.2.1 BASE DE DATOS UNIVERSIDAD DE PAMPLONA .....	53
2.2.2 REPOSITORIO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER .....	54
2.2.3 REPOSITORIO UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.....	57
2.2.4 BASE DE DATOS SCOPUS.....	60
2.3 SELECCIÓN DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO E INFOGRÁFICO.....	63
2.4 CLASIFICACIÓN DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO E INFOGRÁFICO EN CONJUNTO CON LA SELECCIÓN DE ÁREAS DE CONOCIMIENTO A ESTUDIAR Y ANALIZAR .....	63
2.5 DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE DE APLICACIONES DE SOFTWARE DESARROLLADAS CON ORIENTACIÓN A TELECOMUNICACIONES .....	64
2.5.1 DESCRIPCIÓN NUMÉRICA DE TRABAJOS NO SOFTWARE Y SOFTWARE UNIVERSIDAD DE PAMPLONA POR CATEGORÍAS .....	65
2.5.2 DESCRIPCIÓN NUMÉRICA DE TRABAJOS NO SOFTWARE Y SOFTWARE REPOSITORIO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (UIS) POR CATEGORÍAS .....	66
2.5.3 DESCRIPCIÓN NUMÉRICA DE TRABAJOS NO SOFTWARE Y SOFTWARE REPOSITORIO UNIVERSIDAD NACIONAL POR CATEGORÍAS.....	67
2.5.4 DESCRIPCIÓN NUMÉRICA DE TRABAJOS NO SOFTWARE Y SOFTWARE BASE DE DATOS SCOPUS POR CATEGORÍAS .....	68
2.6 DESCRIPCIÓN PORCENTUAL GENERALIZADA DE TRABAJOS ESCRUTADOS.....	69
2.6.1 DESCRIPCIÓN PORCENTUAL GENERALIZADA DE TRABAJOS SOFTWARE Y NO SOFTWARE	69
2.6.2 DESCRIPCIÓN PORCENTUAL GENERALIZADA INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES .....	69
2.6.3 DESCRIPCIÓN PORCENTUAL GENERALIZADA INGENIERÍA ELECTRÓNICA .....	70
2.6.4 DESCRIPCIÓN PORCENTUAL GENERALIZADA DE TRABAJOS NO SOFTWARE POR CATEGORÍAS.....	70
2.6.5 DESCRIPCION PORCENTUAL GENERALIZADA DE APLICACIONES WEB Y MÓVILES.....	71



2.6.6 DESCRIPCIÓN PORCENTUAL GENERALIZADA DE APLICACIONES SOFTWARE DESARROLLADAS O NO SOBRE PILARES DE INGENIERÍA DE SOFTWARE .....	71
CAPÍTULO III.....	72
3.1 CARACTERIZACIÓN DE PATRONES DE MEDICIÓN QUE DETERMINAN LA EFECTIVIDAD DE MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INGENIERÍA DE SOFTWARE .....	73
3.1.1 NORMA ISO 15504, DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE MEJORA DEL PROCESO DE SOFTWARE .....	74
3.1.2 NORMA ISO 9004, GESTIÓN PARA EL ÉXITO SOSTENIDO DE UNA ORGANIZACIÓN.....	76
3.1.3 NORMA ISO 9000-3 DIRECTRICES PARA LA APLICACIÓN DE LA NTC-ISO 9001:2000 A SOFTWARE DE COMPUTADOR.....	77
3.1.4 NORMA ISO 9126 ANÁLISIS DE SOFTWARE .....	78
3.2 EXPLORACIÓN DE POLÍTICAS Y MODELOS DURANTE EL CICLO DE VIDA DEL DESARROLLO DE SOFTWARE .....	78
3.2.1 ISO/IEC DIS12207-1 LOS PROCESOS DEL CICLO DE VIDA DEL SOFTWARE.....	79
3.2.2 MODELO EN V .....	80
3.2.3 EL MODELO DE CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS .....	81
3.2.4 MODELO DRA (DESARROLLO RÁPIDO DE APLICACIONES).....	82
3.2.5 MÉTODOS FORMALES E INGENIERÍA DE SOFTWARE.....	83
3.3 IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE PRODUCTOS EVALUADOS SEGÚN ESTIMACIÓN ASOCIADA A LA POSIBLE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD.....	85
CAPÍTULO IV .....	87
4.1 FUNDAMENTACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE GUÍAS METODOLÓGICAS EN EL DESARROLLO DE APLICACIONES EN TELECOMUNICACIONES.....	88
4.2 METODOLOGÍA.....	90
4.2.1 ESPECIFICACIÓN Y ANÁLISIS (FASE I) .....	92
4.2.1.1 RECOPIRAR REQUISISTOS .....	92
4.2.1.2 IDENTIFICAR INTERESADOS.....	92
4.2.2 DISEÑO SIMPLIFICADO (FASE II) .....	93
4.2.2.1 DESARROLLAR PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO .....	93
4.2.2.2 GESTIÓN DE TIEMPO .....	93
4.2.2.4 IDENTIFICAR RIESGOS.....	94
4.2.2.5 PLANIFICACIÓN DE RECURSOS HUMANOS .....	95
4.2.2.6 GESTIÓN DE ADQUISICIONES .....	96
4.2.2.7 GESTIÓN DE COSTOS .....	96



4.2.2.8 GESTIÓN DE ALCANCE .....	97
4.2.2.9 PLANIFICAR LA CALIDAD.....	98
4.2.2.10 SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	98
4.2.2.12 CERRAR EL PROYECTO .....	99
4.2.3 DESARROLLO Y PROGRAMACION (FASE III) .....	99
4.2.3.1 ELABORACIÓN DE ALGORITMOS.....	99
4.2.3.2 PRUEBAS DE MÓDULOS .....	100
4.2.3.3 BACKUP DE INFORMACIÓN .....	101
4.2.4 TESTEO (FASE IV).....	101
4.2.4.1 SIMULACIÓN.....	101
4.2.4.2 ASEGURAR CALIDAD.....	101
4.2.4.3 REFINAMIENTO .....	103
4.2.5 PRODUCTO FINAL (FASE V) .....	103
4.2.5.1 ELABORAR MANUAL DE FUNCIONAMIENTO .....	103
4.2.5.2 ENTREGA DEL PRODUCTO .....	103
CONCLUSIONES .....	104
RECOMENDACIONES .....	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS EN INFOGRÁFICAS .....	107



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cláusulas Numero de la norma ISO 9000-3.....	77
Tabla 2 Características de ISO-9126 y aspecto que tiene cada una.....	78
Tabla 3 Resumen de procesos del DRA.....	83
Tabla 4 Matriz de proceso en la ejecución de proyectos bajo PMI.....	89
Tabla 5 Desarrollo del plan para la dirección del proyecto.....	93
Tabla 6 Estimación de costos.....	97



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Capas de la ingeniería de software.....	28
Figura 2 Áreas De Noción De Responsabilidad profesional.....	30
Figura 3 Secuencia de actividades para el modelo de cascada.....	31
Figura 4 Secuencia de actividades para el modelo incremental.....	33
Figura 5 Secuencia de actividades para el modelo evolucionario.....	34
Figura 6 Esquema de actividades del modelo espiral.....	35
Figura 7 Esquema de ciclos del modelo ganar-ganar.....	36
Figura 8 Esquema simplificado del modelo XP.....	37
Figura 9 Esquema del ciclo de proceso simplificado del modelo UP.....	38
Figura 10 Pilares de la ingeniería de software.....	39
Figura 11 Lenguajes de programación aplicaciones móviles.....	43
Figura 12 Alternativas de desarrollo nativo o multiplataforma.....	43
Figura 13 Esquema y respuesta mediante HTTP entre cliente y servidor.....	46
Figura 14 Copia de la base de datos Universidad De Pamplona.....	54
Figura 15 Página principal repositorio UIS .....	54
Figura 16 Catálogo bibliográfico Repositorio UIS.....	55
Figura 17 Búsqueda trabajos de grado repositorio UIS.....	55
Figura 18 Listado trabajos de grado repositorio UIS.....	56
Figura 19 Selección de PDF trabajos de grado repositorio UIS .....	56
Figura 20 Declaración de provacidad repositorio UIS.....	57
Figura 21 Búsqueda trabajos de grado repositorio UIS.....	57
Figura 22 Opciones de búsqueda trabajos de grado repositorio UIS.....	58
Figura 23 Buscar y reestablecer formulario trabajos de grado repositorio UIS.....	58



Figura 24 Listado de trabajos de grado repositorio UIS.....	59
Figura 25 Selección de trabajos de grado repositorio UIS.....	59
Figura 26 Área de Servicios y logo base de datos SCOPUS vortal Unipamplona.....	60
Figura 27 Búsqueda trabajos, base de datos SCOPUS.....	60
Figura 28 Lista de trabajos, base de datos SCOPUS.....	61
Figura 29 Información general trabajos, base de datos SCOPUS.....	61
Figura 30 Referencias trabajos, base de datos SCOPUS.....	62
Figura 31 Descarga de trabajos, base de datos SCOPUS.....	62
Figura 32 Discriminación no software por años Unipamplona, Ingeniería En Telecomunicaciones.....	65
Figura 33 Discriminación no software por años Unipamplona, ingeniería Electrónica.....	65
Figura 34 Discriminación software por años Unipamplona, Ingeniería En Telecomunicaciones.....	65
Figura 35 Discriminación software por años Unipamplona, Ingeniería Electrónica.....	65
Figura 36 Discriminación no software por años Ingeniería en Telecomunicaciones repositorio UIS.....	66
Figura 37 Discriminación no software por años Ingeniería Electrónica repositorio UIS.....	66
Figura 38 Discriminación software por años Unipamplona, Ingeniería en Telecomunicaciones, Repositorio UIS.....	66
Figura 39 Discriminación software por años Unipamplona, Ingeniería en Telecomunicaciones, Repositorio UIS.....	66
Figura 40 Discriminación no software por años, Ingeniería En Telecomunicaciones.....	67
Figura 41 Discriminación no software por años, Ingeniería Electrónica repositorio Uninacional.....	67
Figura 42 Discriminación software por años, Ingeniería En Telecomunicaciones repositorio Uninacional.....	67



Figura 43 Discriminación software por años, Ingeniería Electrónica repositorio Uninacional.....	67
Figura 44 Discriminación no software por años, Ingeniería En Telecomunicaciones SCOPUS....	68
Figura 45 Discriminación no software por años, Ingeniería Electrónica SCOPUS.....	68
Figura 46 Discriminación software por años, Ingeniería En Telecomunicaciones SCOPUS.....	68
Figura 47 Discriminación software por años, ingeniería Electrónica SCOPUS.....	68
Figura 48 Porcentaje general de trabajos software y no software.....	69
Figura 49 Porcentaje general de trabajos software y no software Ingeniería En Telecomunicaciones.....	69
Figura 50 Porcentaje general de trabajos software y no software Ingeniería Electrónica.....	70
Figura 51 Porcentaje general de trabajos No Software categorizados.....	70
Figura 52 Porcentaje Generalizado de aplicaciones Web y Móviles.....	71
Figura 53 Porcentaje Generalizado de aplicaciones fundamentadas y no fundamentadas bajo pilares de Ingeniería De Software.....	71
Figura 54 Recomendaciones y estándares de Calidad en Ingeniería de Software de Telecomunicaciones.....	74
Figura 55 Estructura del estándar ISO/IEC 15504.....	75
Figura 56 Niveles de madurez de la parte 7 del estándar ISO/IEC 15504.....	75
Figura 57 Estructura de la norma ISO 9004.....	76
Figura 58 Actividades del ciclo de vida del software según la Norma ISO/IEC DIS12207-1.....	79
Figura 59 Ilustración del ciclo de vida del modelo en V.....	80
Figura 60 Diagrama de flujo del ciclo de vida del modelo de construcción de prototipos.....	81
Figura 61 Fases de desarrollo rápido de aplicaciones.....	82
Figura 62 Utilización de métodos formales para Ingeniería De Software.....	84
Figura 63 Etapas de la metodología para el desarrollo de aplicaciones web y móviles en Telecomunicaciones.....	91
Figura 64 Gestión de tiempo en el proyecto según PMI.....	94



Figura 65 Riesgos más relevantes en un proyecto de software.....	95
Figura 66 Recursos humanos distribuidos por roles.....	96
Figura 67 Planificación de alcance en el proyecto.....	97
Figura 68 seguimiento y control del trabajo.....	98
Figura 69 Elaboración de algoritmos en pareja.....	100
Figura 70 Características y ventajas de las pruebas de módulos.....	100
Figura 71 Definición de actividades.....	102



## I. INTRODUCCIÓN

Los sectores de telecomunicaciones, electrónica, y tecnologías de la información cuentan con uno de los futuros más prometedores del tejido productivo, y en consecuencia del empleo, gracias al desarrollo continuo de nuevos productos y servicios cada vez más sofisticados. Se trata de sectores que absorben continuamente profesionales titulados. De hecho, el 57,5% de su plantilla está especializada con alta cualificación, según un estudio realizado por la Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España (AETIC). Otra de las características de estos sectores es la mano de obra es joven, puesto que la edad media de los trabajadores es de 35,5 años, señala dicha asociación.

No obstante, los puestos más solicitados en el mercado son Ejecutivo Comercial, Analista Programador, Ingeniero De Sistemas, Técnico De Sistemas, Web Developer, Ingeniero Electrónico, Analista Y Técnicos De Automatización De Pruebas, Ingeniero De Comunicaciones Móviles Y Operador De Redes Y Sistemas, entre otros[1].

Por tales razones, las telecomunicaciones día a día van calando en muchas porciones de la humanidad, siendo herramientas de desarrollo mediático para alcanzar la finalidad de mejorar en ciertos aspectos la calidad de vida. Ellas ofrecen formas de dar solución a problemáticas con un abanico de posibilidades que contrastan con otras áreas de conocimiento, lo que además prevé convergencia de tecnologías. De esta manera se encuentra una evolución en la forma de concebir el mundo y de trabajar en él, oferta que ofrece el teletrabajo con el desarrollo e implementación de aplicaciones web y móviles, entre otras.



## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La sociedad actual ha sido testigo de la creciente demanda en la utilización de las telecomunicaciones como fuente de transmisión y recepción de datos, así como puente que permite la agilización de procesos complementando otras ciencias y tecnologías. La propuesta de este estudio y elaboración de una guía metodológica nace de la necesidad de indagar y conocer la forma en la que se planean, desarrollan y testean las aplicaciones diseñadas bajo Ingeniería De Software. Al observar que no existe claridad en cómo se puede aplicar dicha ingeniería en el desarrollo de aplicaciones en el área de telecomunicaciones o al emprender un proyecto en la misma basados en patrones o una guía metodológica en específico, se puede incurrir en complicaciones innecesarias, retrasos y excedentes de presupuesto ya que los sistemas de software son creaciones complejas: realizan muchas funciones, están contruidos para lograr muchos objetivos diferentes y con frecuencia conflictivos, muchos de sus componentes son en sí mismos complejos y hechos a la medida, muchos participantes de disciplinas diferentes intervienen en el desarrollo de estos componentes, el proceso de desarrollo y el ciclo de vida del software a menudo abarcan muchos años y, por último, muchos sistemas son tan difíciles de comprender, incluso durante su fase de desarrollo que nunca llegan a ser terminados[2]. Por tal motivo se hace necesario implementar la ya mencionada guía, en la que se definirán pautas que permitan adentrar al lector a construir un producto de calidad respaldado en modelos ingenieriles y de forma indirecta aportar una herramienta para reducir el índice de fracasos relacionados al tema.



### III. JUSTIFICACIÓN

El contexto de las telecomunicaciones cubre actualmente todos los sectores productivos, hecho que induce que las cadenas productivas planteen la existencia de sistemas distribuidos, protocolos de comunicación, arquitecturas software y hardware, servicios de Internet, medios de comunicación fija y móvil, etc., en la que prevalecen sistémica y sistemáticamente, la aplicación de la ingeniería de software a los productos y servicios de telecomunicación[2].

En el trabajo planteado para la temática se resalta la Ingeniería De Software como herramienta fundamental aplicada en varios campos de acción de la ingeniería, específicamente en las telecomunicaciones. Al culminar la labor investigativa no se pretende modificar la forma de trabajo con la utilización de parámetros modelados ya establecidos por entidades, por el contrario, se busca una base proceso-metodológica que soporte la idealización de una propuesta de guía metodológica para el desarrollo de dichas aplicaciones.

Los beneficios de contar con una guía que permita aplicar metodologías en los proyectos, radica en tener una ayuda teórica para trabajos de desarrollo de software y de ésta manera tener un mejor seguimiento a las actividades relevantes del proceso para abrir un puente de comunicación entre los directos involucrados ya sean clientes, analistas, desarrolladores, etc., además contribuye a la fácil localización de problemas dentro del proceso; así como permitir una mejor detección de fallas y generar soluciones a algunos problemas que se puedan presentar[3].



## IV DELIMITACIÓN

### OBJETIVO GENERAL

Elaborar una guía metodológica que sirva como herramienta para aplicar la Ingeniería De Software en el desarrollo de aplicaciones para proyectos de telecomunicaciones.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio a mediana escala acerca de aplicaciones de software desarrolladas con orientación a las telecomunicaciones que permita describir si fueron ejecutadas sobre pilares de Ingeniería De Software, determinando un porcentaje aproximado de ellas con la proposición de una clasificación para cada tipo.
- Analizar el modelo de convergencia generado por la Ingeniería De Software en el desarrollo de aplicaciones en el área de las telecomunicaciones, en conjunto con la estimación asociada a la calidad y productividad que generan éstas herramientas en la sociedad.
- Proponer una guía metodológica de cómo aplicar la Ingeniería De Software en el desarrollo de aplicaciones para telecomunicaciones tomando como base modelos clásicos y recientes.



## V ACOTACIONES

- El desarrollo del trabajo se apoyará en proyectos realizados bajo ingenierías afines tales como, Ingeniería En Telecomunicaciones e Ingeniería Electrónica, donde se halla diseñado aplicaciones en telecomunicaciones con la utilización o no de la Ingeniería De Software, concretando específicamente dos áreas de conocimientos que serán escogidas durante la elaboración de la guía metodológica.
- El trabajo final se afianzará en estándares y metodologías planteadas por la PMI como asociación sin ánimos de lucro de dirección de proyectos[4].
- Al ser amplia la gama de investigación se delimitará la temática a aplicaciones en telecomunicaciones, entendida como aplicaciones web y móviles.
- En vista de la gran extensión de documentos en investigaciones que se pueden abordar en el tema, todo el análisis de proyectos estará comprendido entre 2010-2015 en Colombia.
- Se consultará la información en bases de datos tomada principalmente de instituciones educativas adicionándose la búsqueda que se realice en Scopus u otras fuentes académicas.



# CAPÍTULO I

## ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

*En éste capítulo inicial se describen de forma breve los trabajos más destacables realizados por ciertos autores que guardan relación con la propuesta que se planteó. De igual forma, se presentan las razones de importancia de la Ingeniería De Software, describiendo modelos, procesos y herramientas como información necesaria para elaborar el documento.*



## 1.1 ESTADO DEL ARTE

El término Ingeniería De Software fue acuñado en 1968 como una respuesta al nivel de progreso desolador del objetivo de desarrollar software de calidad a tiempo y dentro del presupuesto. Los desarrolladores de software no fueron capaces de definir objetivos concretos, predecir los recursos necesarios y manejar las expectativas de los clientes. Con mucha frecuencia se prometía la luna y la construcción de un vehículo lunar, y se entregaba un par de ruedas cuadradas. El ingeniero se enfrenta a menudo con problemas mal definidos y con soluciones parciales, y tiene que apoyarse en métodos empíricos para evaluar soluciones[2].

Debido a éste tipo de inconvenientes se han venido realizando guías de soporte teórico para medir gastos, enfocar la elaboración de software a sectores con necesidades bien definidas y dentro de tiempos marcados, cabe destacar que el desarrollo de software está inmerso en muchas áreas del saber cómo fuente de procesos de avance tecnológico.

Actualmente en la Universidad De Pamplona no existe un estudio o investigación relacionados a destacar la relevancia de la Ingeniería De Software, sus procesos y modelos para el desarrollo de aplicaciones para Telecomunicaciones y de igual manera tampoco se ha realizado una guía metodológica que describa el conjunto de normas para trabajar con el fin mencionado, esto se apoya en la revisión bibliográfica a mediana escala que se efectuó.

A continuación, se mencionan trabajos realizados por otros autores relacionados a la propuesta postulada.

***¿Instructivismo O Constructivismo?: Guía Multimedia Para El Desarrollo De Software Educativo.***

***(¿Instructivism Or Constructivism? Multimedia Guide for the Development of Educational Software).***

**Autor(es):** Carlos Vargas Castillo.

**Fecha:** 2013.

En la parte educacional en el IX congreso argentino de ciencias de la computación de la Universidad de Costa Rica se encuentra se encuentra plasmado en el documento desde una perspectiva diferente la forma en la que se aplica a Ingeniería De Software, en este caso, el producto esperado fue el énfasis entre la pedagogía y la Ingeniería Del Software, esto se logró gracias a metodologías de desarrollo lineal y desarrollo por prototipos, adicionando una etapa final acoplada al equipo humano como pedagogos y especialistas en la materia para enmarcar el contenido adecuado de las interfaces y lograr la captación de la información expresada hacia los estudiantes de posgrado en Ciencias de la Computación de la misma universidad [5].



***Guía metodológica para el levantamiento y análisis de requerimientos de software con base en procesos de negocio.***

***(Methodological guide for mapping and analysis of software requirements based on business processes).***

***Autor(es):*** José Miguel Martínez Guerrero, Camilo Andrés Silva Delgado.

***Fecha:*** 2011.

Estudiantes de la Universidad Javeriana, de la ciudad de Bogotá, trabajo enfocado a desarrollo de software apoyado en procesos de negocio en la que clasificaron técnicas dependiendo del tamaño de la empresa, incorporándose sobre evaluación de necesidades, revisión de modelos de negocio, análisis de requerimientos de software y finalmente según los pasos anteriores generaron e implementaron estrategias con una etapa de evaluación de la misma como forma de retroalimentación de la teoría propuesta[3].

***Propuesta metodológica para la gestión de proyectos de software bajo estándar PMI.***

***(proposed methodology for project management software under standard PMI).***

***Autor(es):*** María del Pilar Rojas Puentes y Sara María Romero.

***Fecha:*** 2012.

Proyecto de la Universidad Francisco de Paula Santander, de la ciudad de Cúcuta, en el que el trabajo fue expuesto en la UDI (Universidad Investigación Y Desarrollo), cuya finalidad consistió como su nombre lo indica en una propuesta metodológica con pautas del Project Management Institute, ejecutaron un diagnóstico inicial del estado de la administración de proyectos en las empresas desarrolladoras de software en la ciudad de Cúcuta, luego procedieron a revisar prácticas de PMI para tal caso y finalmente diseñaron una estructura desglosada de trabajo para la mencionada gestión [6].



## ***Modelo de Negocio para la pequeña empresa software: Una propuesta de implantación utilizando CMMI Nivel 2.***

***(Business model for small software company: A proposed implementation using CMMI Level 2).***

**Autor(es):** Judith del Pilar Rodríguez Tenjo.

**Fecha:** 2008.

Docente de la universidad Francisco de Paula Santander, en Cúcuta Norte De Santander, llevó a cabo una guía metodológica para la implantación de un modelo de mejoras para las catalogadas pequeñas compañías de desarrollo de software, dando a conocer los pasos a seguir mediante un plan de implementación de áreas claves, al culminar, encontró que el modelo de proceso propuesto fue completo, modificable y fácilmente aprovechable debido a ser gráfico, lo que aportó a la sencillez a la hora de transmitir y comunicar [7].

## **1.2 INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES E INGENIERÍA ELECTRÓNICA COMO PROFESIONES AFINES**

Fue necesario realizar un estudio previo que verificara la correlación y afinidad de la Ingeniería Electrónica y la Ingeniería En Telecomunicaciones con el fin de escogerlas como áreas de conocimiento para discriminación de información en los trabajos realizados bajo las mismas. La comprobación de esto se encuentra en el documento emitido por El Consejo Profesional Nacional De Ingenierías Eléctrica, Mecánica Y Profesionales Afines Resolución No. 50 Del 2 De septiembre De 2008 [8].

### **1.2.1 INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

Es la rama de la ingeniería que resuelve problemas de transmisión, recepción y procesamiento de señales e interconexión de redes de telecomunicaciones. Esto incluye diversas tecnologías y servicios como Internet, telefonía fija y móvil, televisión y radio, a la vez que infinidad de aplicaciones en áreas tan diversas como salud, educación, trabajo, gobierno, comercio, industria y entretenimiento, entre otros. Las telecomunicaciones hacen parte de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones TIC [9].

El Ingeniero de Telecomunicaciones, con un amplio conocimiento de las ciencias físicas y matemáticas, de la teoría y de la práctica, de la administración y de la gestión y con una gran consideración del medio ambiente, con responsabilidad social y ética profesional, realiza actividades de investigación, diseño, planeación, implementación, operación, consultoría, comercialización, prueba, mantenimiento y gestión de servicios y sistemas de telecomunicaciones[8].



### **1.2.1.1 ÁREAS DE DESEMPEÑO DE LA INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

Las principales áreas de desempeño son:

- Transmisión de datos.
- Propagación y antenas.
- Radiodifusión y televisión.
- Redes y servicios telemáticos.
- Sistemas de telefonía fija y móvil.
- Regulación de telecomunicaciones.
- Convergencia de servicios en redes de nueva generación.
- Radiocomunicaciones, incluyendo comunicaciones satelitales[8].

### **1.2.2 INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

La Ingeniería Electrónica se define como el campo de la ingeniería que concierne a la aplicación de los campos electromagnéticos en la teoría del diseño, aplicación y manejo de dispositivos electrónicos, comunicaciones, diseño de software, instrumentación y medidas, automatización y control de procesos, sistemas digitales, telemática y robótica[10].

La Ingeniería Electrónica es la base de la mayoría de los productos de alta tecnología y servicios sobre los cuales está basada la civilización moderna. Como tal, sus aplicaciones y principales áreas de desarrollo se encuentran en los sofisticados sistemas de comunicaciones actuales, en la Ingeniería De Computadores y sistemas de tratamiento de información, y en los sistemas de automatización y control de procesos industriales[11].

#### **1.2.2.1 AREAS DE DESEMPEÑO DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

- Telecomunicaciones.
- Electrónica de potencia.
- Electrónica de consumo.
- Micro, nano y optoelectrónica.
- Procesamiento digital de señales.
- Control, automatización y robótica.
- Electrónica médica y bioingeniería.

- Sistemas digitales y computacionales.
- Instrumentación electrónica y sistemas de medición[8].

### 1.3 INGENIERÍA DE SOFTWARE

La Ingeniería De Software es una disciplina de la ingeniería que comprende todos los aspectos de la producción de software desde las etapas iniciales de la especificación del sistema, hasta el mantenimiento de éste después de que se utiliza. En esta definición, existen dos frases clave:

1. **Disciplina de la ingeniería:** Los ingenieros aplican teorías métodos y herramientas donde sean convenientes, pero las utilizan de forma selectiva y siempre tratando de descubrir soluciones a los problemas, aun cuando no existan teorías y métodos para resolverlos, así como también saben trabajar con restricciones financieras y organizacionales.
2. **Todos los aspectos de producción de software:** La Ingeniería Del Software no solo comprende los procesos técnicos del desarrollo de software, sino también con actividades tales como la gestión de proyectos de software y el desarrollo de herramientas, métodos y teorías de apoyo a la producción de software[12].

En otras palabras, La Ingeniería De Software es una tecnología con varias capas tal como menciona la figura 1[13].

Figura 1. Capas de la ingeniería de software.



Fuente. [13].



### 1.3.1 CAPAS DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE

Como se aprecia en la figura1 cualquier enfoque de ingeniería (incluso la de software) debe basarse en un compromiso organizacional con la calidad[13]. Lo que conlleva a relacionar las demás capas que se mencionan en los ítems a continuación.

#### 1.3.1.1 HERRAMIENTAS

Las herramientas son aplicaciones que apoyan la administración del proceso de software. El conjunto de estas herramientas se conoce como Ingeniería De Software Asistida Por Computadora (CASE, Computer-Aided Software Engineering), cuyo objetivo es asistir al desarrollador durante las diferentes actividades del ciclo de vida del proceso de software. Las herramientas varían en su apoyo a los procesos integrando componentes como editores de texto, generadores de modelos gráficos, generadores de código, compiladores, administradores de configuración y administradores del proyecto[14].

#### 1.3.1.2 MÉTODOS

Los métodos de la Ingeniería De Software proporcionan la experiencia técnica para elaborar software. Incluyen un conjunto amplio de tareas, como comunicación, análisis de los requerimientos, modelación del diseño, construcción del programa, pruebas y apoyo, se basan en un conjunto de principios fundamentales que gobiernan cada área de la tecnología e incluyen actividades de modelación y otras técnicas descriptivas[13].

#### 1.3.1.3 PROCESO

Un proceso del software es un conjunto de actividades y resultados que producen un producto de software. Estas actividades son:

1. **Especificación del software:** donde los clientes e ingenieros definen el software a producir y las restricciones sobre su operación.
2. **Desarrollo del software:** donde el software se diseña y programa.
3. **Validación del software:** donde el software se válida para asegurar que es lo que el cliente requiere.
4. **Evolución del software:** donde el software se modifica para adaptarlo a los cambios requeridos por el cliente y el mercado[12].

### 1.3.1.4 COMPROMISO CON LA CALIDAD

Como otras disciplinas de la ingeniería, la Ingeniería De Software se lleva a cabo dentro de un marco legal y social que limita la libertad de los ingenieros. Los ingenieros de software deben aceptar que su trabajo comprende responsabilidades más amplias que simplemente la aplicación de habilidades técnicas, para ello existen áreas donde los estándares de comportamiento aceptable no están acotados por las leyes, sino por la más tenue noción de responsabilidad profesional[12]. Éstas se citan en la figura 2.

Figura 2 Áreas de noción de responsabilidad profesional.



Fuente. [12].

### 1.3.2 MODELOS DE PROCESOS DEL SOFTWARE

Un modelo de procesos del software es una descripción simplificada de un proceso del software que presenta una visión de ese proceso. Estos modelos pueden incluir actividades que son parte de los procesos y productos del software y el papel de las personas involucradas en la Ingeniería De Software. Algunos ejemplos de estos tipos de modelos que se pueden producir son:

- 1. Un modelo de flujo de trabajo:** Muestra la secuencia de actividades en el proceso junto con sus entradas, salidas y dependencias. Las actividades en este modelo representan acciones humanas.
- 2. Un modelo de flujo de datos o de actividad:** Representa el proceso como un conjunto de actividades, cada una de las cuales realiza alguna transformación en los datos. Muestra como la entrada en el proceso, tal como una especificación, se transforma en una salida, tal como un diseño. Pueden representar transformaciones llevadas a cabo por las personas o por las computadoras.
- 3. Un modelo de rol/acción:** Representa los roles de las personas involucradas en el proceso del software y las actividades de las que son responsables[12].

## 1.4 MODELOS CLÁSICOS Y RECIENTES DE LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE

### 1.4.1 MODELOS CLÁSICOS

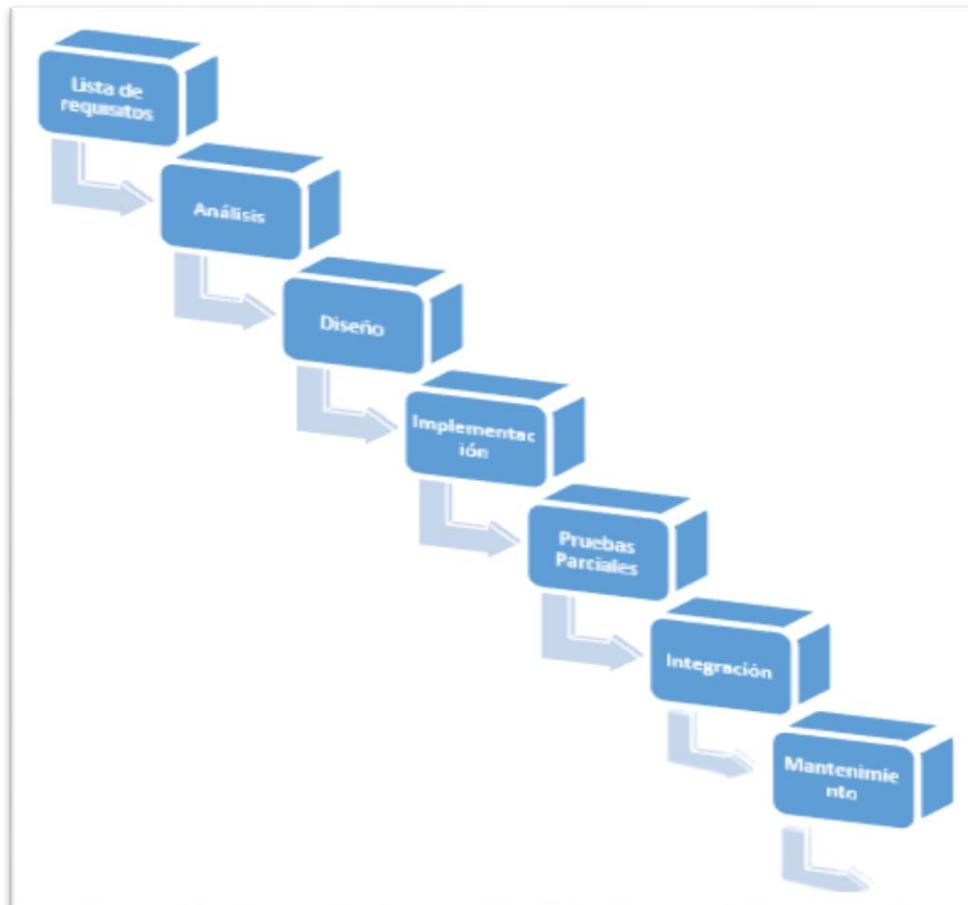
Los modelos de proceso dependen de las opiniones o creencias de las personas involucradas en un proyecto[14].

#### 1.4.1.1 CASCADA

El modelo de cascada original se desarrolló entre las décadas de los sesenta y setenta, y se define como una secuencia de actividades, donde la estrategia principal es seguir el progreso del desarrollo de software hacia puntos de revisión bien definidos (milestones o checkpoints) mediante entregas calendarizadas (schedule).

La figura 3 describe el orden de las actividades del desarrollo de software. El modelo original planteaba que cada actividad debía completarse antes de poder continuar con la siguiente. Sin embargo, en una revisión posterior se extendió el modelo permitiendo el regreso a actividades anteriores.

Figura 3 Secuencia de actividades para el modelo de cascada.



Fuente. [14].



De éste modelo se dice que:

- Las metas se logran mejor cuando se tienen puntos de revisión bien prestablecidos y documentados, dividiendo el desarrollo en actividades secuenciales bien definidas.
- Los documentos técnicos son comprensibles para usuarios y administradores no técnicos.
- Cada detalle de los requisitos se conoce de antemano antes de desarrollar el software, y los detalles son estables durante el desarrollo.
- Las pruebas y evaluaciones se realizan eficientemente al final del desarrollo.
- Lamentablemente no explica como modificar el resultado, toma demasiado tiempo en ver resultados, lo que retrasa la detección de errores[14].

#### **1.4.1.2 INCREMENTAL**

El modelo incremental es un desarrollo inicial de la arquitectura completa del sistema, seguido de incrementos y versiones parciales del mismo. Cada incremento tiene su propio ciclo de vida, agrega funcionalidad adicional o mejorada sobre el sistema. Conforme se completa cada etapa, se verifica e integra la versión con las demás versiones ya completadas del sistema. Durante cada incremento, el sistema se evalúa con respecto al desarrollo de versiones futuras. Para que la secuencia de desarrollo sea exitosa, es esencial definir etapas que no requieran cambiar los resultados anteriores al agregar nuevas.

Del modelo incremental se expresa que:

- La administración de proyectos es más fácil de lograr en incrementos más pequeños.
- Es más fácil comprender y probar incrementos de funcionalidad más pequeños.
- La funcionalidad inicial se desarrolla más temprano, logrando resultados de inversión en menor tiempo.
- Hay más probabilidad de satisfacer el cambio en los requisitos de usuario mediante incrementos del software en el tiempo, que si fueran planeados todos a la vez en un mismo periodo[14].

La figura 4 muestra lo mencionado anteriormente.

Figura 4 Secuencia de actividades para el modelo incremental.



Fuente. [12].

#### 1.4.1.2 EVOLUCIONARIO

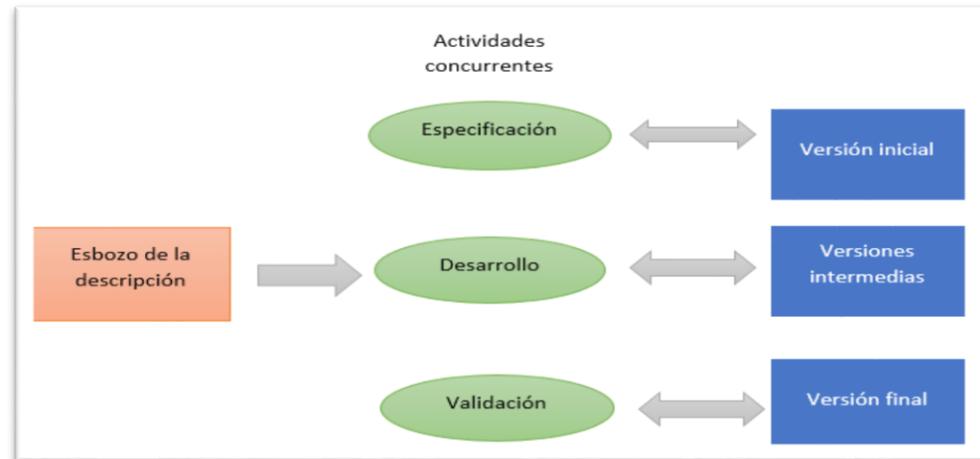
El modelo evolucionario es una extensión al modelo incremental, donde los incrementos se hacen de manera secuencial en lugar de en paralelo. Desde el punto de vista del cliente, el sistema evoluciona según se van entregando los incrementos. Desde el punto de vista del desarrollador, los requerimientos que son claros al principio del proyecto dictarán el incremento inicial, mientras que los incrementos para cada uno de los siguientes ciclos de desarrollo serán clarificados a través de la experiencia de los incrementos anteriores.

Del modelo evolucionario se señala que:

- Se entrega temprano parte del sistema, aunque no estén completos todos los requerimientos.
- Se permite entregar parte del sistema como herramienta para la generación de requerimientos.
- Se obtienen beneficios para el sistema mediante entregas iniciales, mientras las entregas posteriores están en desarrollo[14].

Esto se evidencia en la figura 5.

Figura 5 Secuencia de actividades para el modelo evolucionario.



Fuente. [12].

#### 1.4.1.2 ESPIRAL

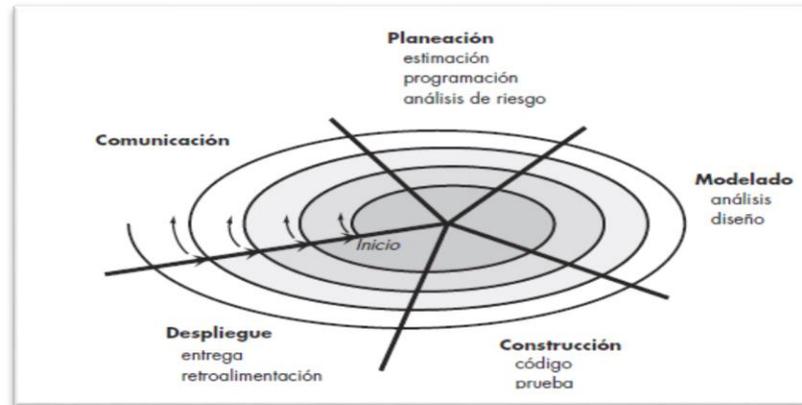
El modelo espiral, desarrollado durante la década de los ochenta, es una extensión del modelo de cascada. A diferencia del modelo de cascada, que es dirigido por documentos, el modelo de espiral se basa en una estrategia para reducir el riesgo del proyecto en área de incertidumbre, como requerimientos iniciales incompletos e inestables. El modelo enfatiza ciclos de trabajo, cada uno de los cuales estudia el riesgo antes de proceder al siguiente ciclo.

De este modelo se destaca que:

- Una actividad comienza cuando se entienden los objetivos y riesgos involucrados.
- Basado en la evaluación de soluciones alternas, se usan las herramientas que mejor reduzcan los riesgos.
- Todo el personal relacionado debe involucrarse en una revisión que determine cada actividad, planeando y comprometiéndose con las siguientes actividades.
- El desarrollo se incrementa en cada etapa, permitiendo prototipos sucesivos del producto[14].

Las actividades del modelo se aprecian en la figura 6 a continuación.

Figura 6 Esquema de actividades del modelo espiral.



Fuente. [13].

## 1.4.2 MODELOS RECIENTES

### 1.4.2.1 GANAR- GANAR

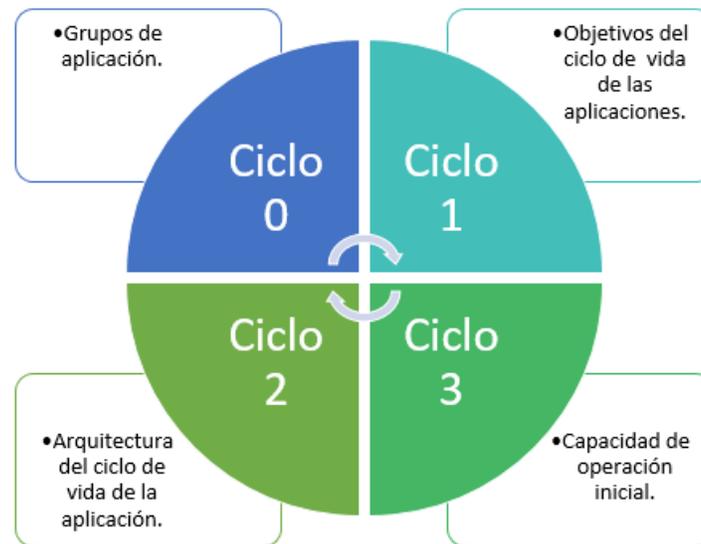
El modelo ganar-ganar (Win-Win) extiende el modelo de espiral, haciendo énfasis en la identificación de las condiciones de ganancia para todas las partes creando un plan para alcanzar las condiciones ganadoras y los riesgos correspondientes. Se establecen reglas para definir el proceso de desarrollo del proyecto, tomando en cuenta las partes implicadas. El modelo no necesita mucho tiempo de gestión, lo que permite utilizarlo tanto en proyectos pequeños, como mayores.

Se consideran cuatro ciclos, compuestos cada uno de cuatro actividades detalladas a continuación:

1. Elaborar los objetivos, restricciones y alternativas del proceso y producto del sistemas y subsistema.
2. Evaluar las alternativas con respecto a los objetivos y restricciones. Identificar y resolver las fuentes principales de riesgo en el proceso y el producto.
3. Elaborar la definición del producto y proceso.
4. Planear el siguiente ciclo y actualizar el plan de su ciclo de vida, incluyendo la participación del sistema en subsistemas para ser considerados en ciclos paralelos. Esto puede incluir un plan para terminar el proyecto si es muy riesgoso o no es factible[14].

Una vez revisadas las actividades, los ciclos que se observan en la figura 7 definen las líneas específicas a seguir.

Figura 7 Esquema de ciclos del modelo ganar-ganar



Fuente. Autor

#### 1.4.2.2 PROGRAMACIÓN EXTREMA (XP)

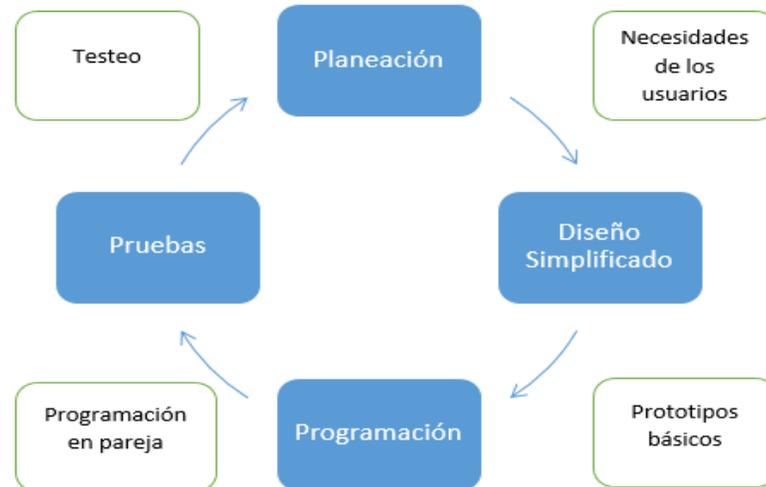
La programación extrema (XP, eXtreme Programming) es un modelo de proceso de software que toma los principios y prácticas aceptadas, y las lleva a niveles extremos. Tiene como objetivo reducir el riesgo en el ciclo de vida del software mediante grupos de desarrollo pequeños. Considera que la mejor manera de tratar la falta de requisitos estables es un sistema, es mediante la agilidad de un grupo pequeño de desarrollo. Aunque XP define varias prácticas a seguir, quizás la más representativa del proceso de XP es la programación en pares (Pair Programming), donde todo desarrollo requiere de dos programadores que trabajan juntos.

Característicamente el modelo:

- Se debe apoyar los cambios
- Se debe buscar la simpleza.
- Se debe lograr un trabajo de calidad
- Se deben manejar los cambios de manera incremental.
- Considera aspectos como costo, tiempo, calidad y alcance.
- La cuarta variable puede cambiar o controlar un conjunto diferente de tres de las cuatro variables, lo que puede conllevar a incrementar la probabilidad de éxito[14].

De manera simplificada el proceso de funcionamiento de éste modelo es el que evidencia la figura 8.

Figura 8 Esquema simplificado del modelo XP.



Fuente. Autor.

#### 1.4.2.3 PROCESO UNIFICADO

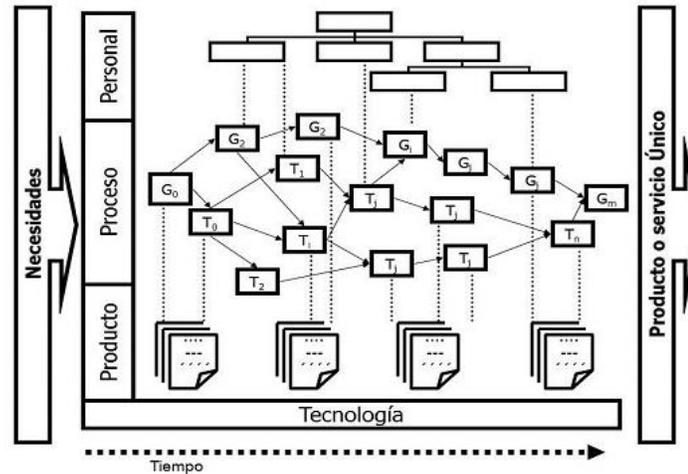
El proceso unificado (UP, Unified process) es una extensión al proceso (object factory) que tiene orígenes en la década de 1980, estos modelos de proceso se basan principalmente en la especificación de requerimientos de un sistema mediante casos de uso. El proceso unificado tiene como aspecto esencial del desarrollo de software una visión que parte de la arquitectura del sistema, siguiendo un proceso iterativo e incremental. El proceso integra aspectos como son los ciclos, fases, flujos de trabajo, mitigación de riesgo, control de calidad, administración de proyecto y control de configuración.

Distintivamente el modelo:

- Considera las cuatro “p” de desarrollo del software: personas, proyecto, producto y proceso.
- Para construir un sistema exitoso se debe conocer que quieren y que necesitan los usuarios potenciales.
- Las arquitecturas de los sistemas de software deben permitir visualizar un sistema desde múltiples perspectivas.
- El desarrollo de un producto de software comercial puede significar un gran esfuerzo durante meses e incluso años. Es productivo dividir el trabajo en etapas, donde cada iteración resulta en un incremento del proyecto[14].



Figura 10 Pilares de la ingeniería de software.



Fuente. [16]

### 1.4.1 EL PERSONAL

El componente humano es parte fundamental para llevar a cabo no solo las actividades que corresponden a la elaboración del producto final que viene siendo el software mismo, también es pieza clave en el desarrollo de soluciones. De hecho, el “factor humano” es tan importante que el Software Engineering Institute desarrolló un Modelo De Madurez De Capacidades Del Personal (People-CMM, por sus siglas en inglés), en reconocimiento al hecho de que “toda organización requiere mejorar continuamente su habilidad para atraer, desarrollar, motivar, organizar y conservar la fuerza de trabajo necesaria a fin de lograr sus objetivos empresariales estratégicos”.

El proceso de software (y todo proyecto de software) está poblado de participantes, quienes pueden organizarse en alguna de las siguientes áreas:

1. **Gerentes Ejecutivos**, quienes definen los temas empresariales que con frecuencia tienen una influencia significativa sobre el proyecto.
2. **Gerentes De Proyecto** (técnicos), quienes deben planificar, motivar, organizar y controlar a los profesionales que hacen el trabajo de software.
3. **Profesionales**, que aportan las habilidades técnicas que se necesitan para someter a ingeniería un producto o aplicación.
4. **Clientes**, que especifican los requerimientos para el software que se va a fabricar, así como otros participantes que tienen un interés periférico en el resultado.
5. **Usuarios Finales**, quienes interactúan con el software una vez que se libera para su uso productivo[13].



### **1.4.2 EL PROCESO**

Un proceso de software proporciona el marco conceptual desde el cual puede establecerse un plan completo para el desarrollo de software. Algunos conjuntos de diferentes tareas (hitos, productos operativos y puntos de aseguramiento de calidad) permiten que las actividades del marco conceptual se adapten a las características del proyecto de software y a los requerimientos del equipo del proyecto. Finalmente, las actividades sombrilla (como el aseguramiento de la calidad del software, la administración de configuración del software y las mediciones) recubren el modelo de proceso. Las actividades sombrilla son independientes de cualquier actividad del marco conceptual y ocurren a lo largo del proceso[13].

### **1.4.3 EL PRODUCTO**

Debe entenderse como la materialización o culminación del proyecto que reúne las características planeadas para satisfacer las necesidades requeridas.

Un gerente de proyecto de software se enfrenta con un dilema en el comienzo mismo de un proyecto de software. Se requieren estimaciones cuantitativas y un plan organizado, pero no hay información sólida disponible. Un análisis detallado de los requerimientos del software proporcionaría la información necesaria para las estimaciones, pero el análisis usualmente tarda semanas o incluso meses en completarse[13].

### **1.4.4. LA TECNOLOGÍA**

Constituye la esencia para que el trabajo sea más ameno, fructífero y no se extienda en el tiempo si se cuenta con equipos, instrumentos software actualizados que influyen directa e indirectamente en el producto final. La tecnología hace referencia al conjunto de métodos y herramientas que asisten cada una de las actividades propuestas en el proceso, tanto actividades técnicas como de gestión[16].

## **1.5 SOFTWARE**

El software de computadora es el producto que construyen los programadores profesionales y al que después le dan mantenimiento durante un largo tiempo. Incluye programas que se ejecutan en una computadora de cualquier tamaño y arquitectura, contenido que se presenta a medida que se ejecutan los programas de cómputo e información descriptiva tanto en una copia dura como en formatos virtuales que engloban virtualmente a cualesquiera medios electrónicos.

Conceptualizado de otra forma sería: El software es elemento de un sistema lógico y no de uno físico. Por tanto, tiene características que difieren considerablemente de las del hardware:

1. El software se desarrolla o modifica con intelecto; no se manufactura en el sentido clásico.
2. El software no se “desgasta”.



3. Aunque la industria se mueve hacia la construcción basada en componentes, la mayor parte del software se construye para un uso individualizado[13].

### **1.5.1 DOMINIOS DE APLICACIÓN DEL SOFTWARE**

Actualmente hay siete grandes categorías de software que se ven reflejados a continuación:

- Aplicaciones Web
- Software Incrustado
- Software De Sistemas
- Software De Aplicación
- Software De Línea De Productos
- Software De Ingeniería Y Ciencias
- Software De Inteligencia Artificial

En vista del amplio margen de trabajo el proyecto fue enfocado a aplicaciones en telecomunicaciones, entendidas como aplicaciones web y móviles. Lo que puede ser catalogado dentro de dos de las categorías anteriormente mencionadas, puntualmente aplicaciones web y software de aplicación.

### **1.5.2 SOFTWARE DE APLICACIÓN**

Un programa de aplicación conocido como “aplicación” o “app” son aquellos softwares construidos para satisfacer ciertas necesidades comunes de los usuarios realizando actividades específicas[17].

Son un conjunto de instrucciones de computadora escritas con un lenguaje de programación, las cuales dirigen al hardware para que efectúe actividades específicas de procesamiento de datos y de información que proporcionan funcionalidad al usuario. Esta puede ser amplia: procesamiento general de palabras o limitada como la nómina. Los programas de aplicación satisfacen una necesidad como incrementar la productividad o mejorar decisiones del nivel de inventarios[18].

### **1.6 APLICACIONES MÓVILES**

Las aplicaciones móviles son los conjuntos de instrucciones lógicas, procedimientos, reglas, documentación, datos e información asociada a estas que funcionan específicamente en dispositivos móviles, como por ejemplo teléfonos inteligentes, computadores, televisores inteligentes, tabletas, relojes, entre otros. Se desarrollan bajo diferentes lenguajes de programación y funcionan actualmente específicamente en sistemas operativos móviles, en estos momentos los lenguajes más usados para desarrollar aplicaciones móviles son: Java, Objetic C, Xcode C#, C++, WebOS, HTML5, Bad, XML, entre otros.



Las aplicaciones móviles pueden desarrollarse de forma nativa, quiere decir que se desarrolla en el lenguaje definido específicamente para el sistema operativo por la empresa u organización dueña del mismo, también se pueden desarrollar de forma híbrida es decir utilizando diferentes lenguajes de programación y herramientas, además se pueden desarrollar para el funcionamiento multiplataforma, es decir, para diferentes sistemas operativos, utilizando lenguajes como HTML 5.0, entre otros en los cuales podría funcionar en los diferentes sistemas operativos móviles[19].

### **1.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS APLICACIONES MÓVILES**

Dentro de las aplicaciones móviles existen diversos tipos y clasificaciones, en los que se pueden agrupar y enmarcar, de acuerdo a las características intrínsecas de la aplicación.

En este orden de ideas las aplicaciones se pueden clasificar de acuerdo a:

- El mercado para las que han sido desarrolladas.
- La lengua de programación con el que han sido desarrollados.
- Si han sido desarrolladas de forma nativa, multiplataforma o de forma híbrida.
- Si son aplicaciones empresariales o aplicaciones para el uso común de los usuarios.

La primera clasificación de los tipos de aplicaciones se refiere a las desarrolladas para dispositivos móviles específicos, como por ejemplo aplicaciones móviles para teléfonos inteligentes, tabletas, televisores inteligentes, reloj, neveras, gafas entre muchos otros dispositivos, es decir, aplicaciones que pueden funcionar en todos los dispositivos móviles.

La segunda clasificación se refiere a los diferentes lenguajes de programación en las que ha sido desarrollados, es decir, aplicaciones móviles que se han desarrollado bajo los lenguajes de programación como Java, Objective C, Bada, WebOS, C#, C++, HTML5, HTML/CSS/JavaScript, entre muchos otros.

La tercera clasificación reseña el desarrollo de las aplicaciones según la plataforma, lo que se denomina desarrollo nativo de aplicaciones, es decir el lenguaje de programación oficial definido por la empresa u organización: Android-Java, iOS-Objective C, BlackBerry OS-Java, Bada-C++, Windows Phone-C#, Windows 8-C#-C++, WebOS-HTML5-C++, Mobile Web- HTML5-HTML/CSS/JavaScript, Ubuntu OS-HTML5, entre otros.

Algunos Lenguajes de programación aplicaciones móviles se muestran en la figura 11.

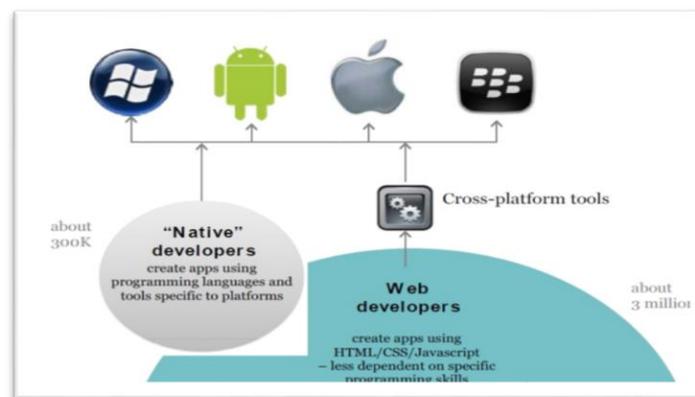
Figura 11. Lenguajes de programación aplicaciones móviles.



Fuente. [19].

La cuarta clasificación se refiere al desarrollo multiplataforma, es decir, el uso de herramientas de construcción de software que se utilizan para crear aplicaciones para diferentes sistemas operativos, el desarrollo web enfocado en aplicaciones móviles utilizando HTML5, CSS3 y el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas utilizando lenguajes de programación para aplicaciones nativas, otros lenguajes de programación y el uso de desarrollo web, por último se encuentran las aplicaciones que se pueden construir con herramientas y sistemas de construcción de aplicaciones como las fábricas de aplicaciones móviles que actualmente se encuentra en la web, para el desarrollo de aplicaciones con JavaScript, Traductores de código, Web to native, entre otros. Las Alternativas de desarrollo nativo o multiplataforma se muestran en la figura 12.

Figura 12 Alternativas de desarrollo nativo o multiplataforma.



Fuente. [19].

También se pueden clasificar según la tienda de aplicaciones, ya sea Google Play, App Store, OVI, App Phone Marketplace, App World, entre otras [19].



## **1.6.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS APLICACIONES MÓVILES NATIVAS**

### **1.6.2.1 VENTAJAS DE UNA APLICACIÓN NATIVA**

Algunas de las ventajas de las aplicaciones nativas son:

- Poder beneficiarse de los canales de distribución de los market places de cada plataforma.
- Al estar instalada en el propio Smartphone no es necesario contar con una conexión a internet, si bien es cierto que algunas partes de la aplicación pueden requerir de dicha conexión.
- Gracias a su programación en lenguaje nativo del dispositivo, todos los recursos de éste estarán accesibles para poder sacar el máximo partido a la aplicación.
- Al finalizar la instalación se dispondrá de un acceso directo para poder lanzar la aplicación de una forma fácil y rápida.
- Con respecto al rendimiento de la aplicación en la mayoría de los casos se desempeñan mejor que otras aplicaciones.
- Se pueden utilizar funcionalidades y elementos nativos del hardware del dispositivo y del sistema operativo.

### **1.6.2.2 DESVENTAJAS DE UNA APLICACIÓN NATIVA**

Dentro de las más destacadas se encuentran:

- El usuario deberá actualizar manualmente la aplicación desde los market places.
- A la hora de publicar la aplicación el desarrollador se enfrentará a los procesos de validación de los diferentes market places, algunos más duros que otros.
- Al tener que desarrollar específicamente para cada plataforma el tiempo de desarrollo y el costo se incrementarán.
- El mantenimiento es más costoso en tiempo y las actualizaciones se deben realizar para las nuevas versiones de los sistemas operativos en algunos casos desde cero.
- Se debe desarrollar una aplicación para cada plataforma y para cada sistema operativo[20].



## **1.6.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE APLICACIONES MÓVILES HÍBRIDAS**

### **1.6.3.1 VENTAJAS DE APLICACIONES MÓVILES HÍBRIDAS**

Las principales ventajas de una aplicación híbrida son:

- Desarrollar una aplicación que se pueda utilizar en diferentes sistemas operativos.
- Uso de diferentes herramientas como Framework o marcos de trabajo, lenguajes de programación nativos en el desarrollo de las aplicaciones.
- Uso de componentes desarrolladas para plataformas diferentes que permiten enriquecer la aplicación.

### **1.6.3.2 DESVENTAJAS DE APLICACIONES MÓVILES HÍBRIDAS**

Las principales desventajas de una aplicación híbrida son:

- Se desconoce la construcción y el funcionamiento interno de los componentes utilizados por las fábricas y los posibles problemas de compatibilidad y seguridad al integrarlos con otras tecnologías.
- Los componentes utilizados son desarrollados por terceros en muchos casos se desconoce el funcionamiento interno del mismo.
- No todas las características de los dispositivos móviles pueden ser utilizadas completamente[21].

## **1.7 APLICACIONES WEB**

Se denomina aplicación web o WebApp, a aquellas aplicaciones que los usuarios pueden utilizar accediendo a un Servidor web a través de Internet o de una intranet mediante un navegador. En otras palabras, es una aplicación software que se codifica en un lenguaje soportado por los navegadores web permitiendo su ejecución en éstos[22].

El desarrollo de aplicaciones web o también conocidas como WebApp, son las aplicaciones que utilizan lenguajes de programación web, como HTML5, CSS3 y JavaScript, son aplicaciones que no utilizan lenguajes nativos, son independientes de la plataforma, se pueden visualizar en cualquier dispositivo móvil y en cualquier sistema operativo, no es necesario someter la aplicación a un proceso de verificación y validación por parte de las compañías dueñas de las plataformas y tampoco es necesario instalar una aplicación en el sistema operativo del dispositivo móvil, los únicos requerimientos son tener conexión a internet desde el dispositivo móvil y tener un navegador compatible con los estándares de desarrollo de aplicaciones móviles[23].

### 1.7.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS APLICACIONES WEB

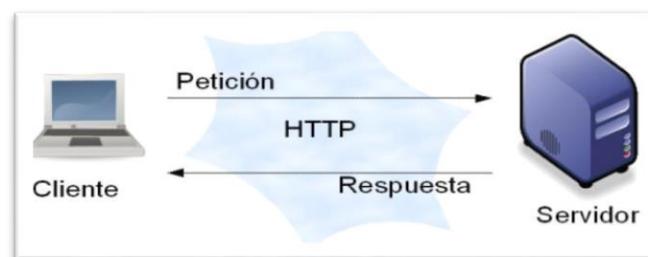
Sin profundizar mucho, la arquitectura de una aplicación Web normalmente se basa en una estructura que consta de tres-capas. La primera capa la proporciona el navegador Web y un motor capaz de usar alguna tecnología Web dinámica (como por ejemplo PHP) constituye la capa de en medio. La tercera y última capa la constituye una base de datos. De modo que el navegador manda peticiones a la capa de en medio que proporciona información valiéndose de las consultas que realiza a la base de datos.

Se trata de un tipo especial de aplicación cliente/servidor donde tanto el cliente (navegador o explorador), como el servidor (servidor web) y el protocolo mediante el que se comunican (HTTP, FTP...) están estandarizados y no han de ser creados por el programador. Analicemos los siguientes términos para comprender mejor el funcionamiento:

- **Cliente:** el cliente web es un programa mediante el cual el usuario interacciona para solicitar a un servidor web el envío de los servicios que desea obtener mediante HTTP o FTP. Esta parte cliente de las aplicaciones suele estar formada por el código HTML y también por algo de código ejecutable de script del navegador, como por ejemplo JavaScript. Es posible que también se utilicen algunos plug-ins que permiten la visualización de otros contenidos multimedia. En conclusión, la función del cliente web es la interpretación tanto de las páginas HTML como de todos aquellos recursos que son incluidos en éstas, como CSS o Javascript.
- **Servidor:** el servidor web es un programa que permanece constantemente esperando las solicitudes de conexión mediante por parte de los clientes web y le ofrece los recursos que éste le solicita. Esta parte del servidor está formada por diferentes elementos como los documentos HTML, scripts, recursos y algunos documentos adicionales que son ejecutados por el servidor web cuando el navegador del cliente solicita su ejecución[22].

La figura 13 recrea el esquema y respuesta entre cliente y servidor.

Figura 13 Esquema y respuesta mediante HTTP entre cliente y servidor



Fuente. [22].



## **1.7.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS APLICACIONES WEB**

### **1.7.2.1 VENTAJAS DE LAS APLICACIONES WEB**

- Fácil diseño, no es necesario pensar en el diseño de una aplicación móvil, simplemente diseñar para dispositivos con una pantalla más pequeña.
- Requiere menos complejidad de programación.
- Son multidispositivo y multiplataforma, es decir, funcionan en cualquier dispositivo o sistema operativo, siempre que se disponga de conexión a internet.
- No ocupa espacio en el disco duro.
- Actualizaciones inmediatas, cuando nos conectamos estamos usando siempre la última versión.
- Los navegadores cada vez ofrecen más y mejores funcionalidades para crear aplicaciones web.
- Los virus no dañan los datos ya que éstos están guardados en el servidor de la aplicación, de modo que tampoco se dañan otras aplicaciones.
- Pueden ser publicadas sin la aprobación de ningún fabricante.

### **1.7.1.2 DESVENTAJAS DE LAS APLICACIONES WEB**

- Es necesaria una conexión a internet para su ejecución, de modo que si no disponemos o se interrumpe dicha conexión no se puede utilizar.
- No es posible publicarlas en los market places.
- El acceso a los recursos del móvil es limitado, ofrecen menos funcionalidades que las aplicaciones nativas.
- El usuario debe recordar la dirección e introducirla en el navegador, haciendo más difícil acceder a ella.
- Estas aplicaciones son más lentas, ejecutar los HTML e interpretar los JavaScripts es más costoso.
- Solo se encuentra disponible la última versión, el usuario no tiene la libertad de elegir la versión que prefiera[22].



## 1.8 INGENIERÍA DE SOFTWARE DE TELECOMUNICACIONES

La Ingeniería De Software De Telecomunicaciones, comúnmente apoyada en la Ingeniería Telemática, plantea la integración de las telecomunicaciones e informática, centrada en el estudio, diseño y gestión de:

- Redes de computadores desde el nivel físico (redes de acceso, redes inalámbricas, redes ópticas) hasta niveles más lógicos (protocolos; arquitecturas de red; medidas, análisis y control de tráfico).
- Servicios de aplicación como MRP, CRM, e-learning o tele-enseñanza, e-commerce o el e-gobierno, servicios Web, TV digital;
- Conmutación y arquitectura de conmutadores.
- Servicios, modelado y simulación de redes: optimización, planificación de la capacidad, ingeniería de tráfico y diseño de redes.

Por lo tanto, se deduce fácilmente que en los sistemas de telecomunicación el software juega un papel importante y que estos sistemas controlados por software pueden disponer de servicios de alta calidad en plazos y costes razonables. Por otra parte, la complejidad de estos sistemas ha ido creciendo en funcionalidad, tamaño y flexibilidad, evento que ha puesto de manifiesto la importancia del software y su influencia en la calidad de los sistemas y servicios[24].

## 1.9 MÉTODO ESTADÍSTICO

El método científico de investigación se basa en dos tipos de razonamiento: el deductivo y el inductivo. El método deductivo procede de lo general a lo particular y utiliza especialmente el razonamiento matemático: se establecen hipótesis generales que caracterizan un problema y se deducen ciertas propiedades particulares por razonamientos lógicos. El método inductivo realiza el proceso inverso: a partir de observaciones particulares de ciertos fenómenos se intenta deducir unas reglas generales aplicables a todos ellos[25].

La palabra estadística se emplea en una gran variedad de formas, en plural se emplea como sinónimo de dato. El trabajo estadístico o la investigación estadística es un proceso que paga generalmente por:

Formulación del problema o la tarea

- Diseño del experimento (planteamiento del problema).
- Recopilación de los datos.
- Clasificación, tabulación y descripción de resultados.
- Generalización o inferencia[26].



### **1.9.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA (PUNTO DE VISTA ESTADÍSTICO)**

Los objetivos surgen al contestar la pregunta acerca de para qué se va a realizar la investigación, y están directamente vinculados a la justificación e importancia de la investigación proyectada, de aquí subyace el planteamiento del problema, que no es más que la disertación de posibles soluciones a la temática a abordar[25].

### **1.9.2 RECOPIACIÓN DE DATOS**

En esta etapa se recoge la información cualitativa y cuantitativa señalada en el diseño de la investigación. En vista que los datos recogidos suelen tener diferentes magnitudes o intensidades en cada elemento observado a dicha información o datos también se le conoce como variables[27].

La recolección correcta de los datos es de extrema importancia para el investigador, que tiene que ser realizada o vigilada por éste. Esta es la segunda etapa del método de investigación estadística que comprende la recolección de la información, y fundamentalmente los principales procedimientos y métodos que son utilizados para un estudio determinado[25].

### **1.9.3 ALGUNOS PROCEDIMIENTOS Y MÉTODOS PARA RECOLECTAR DATOS**

Existen tres métodos básicos con los cuales el investigador puede obtener los datos deseados: en primer lugar, el investigador puede recurrir a datos ya publicados por fuentes gubernamentales, industriales o individuales; en segundo lugar, puede diseñar un experimento para obtener los datos necesarios, y, en tercer lugar, puede efectuar una encuesta[25].

### **1.9.4 FUENTES DE INFORMACIÓN**

En el proceso de investigación social se puede distinguir básicamente dos tipos de fuentes o datos que se utilizan: los datos primarios y los datos secundarios[28].

#### **1.9.4.1 DATOS PRIMARIOS**

Son aquellos que se obtienen directamente de la realidad recogiéndoles (produciéndolos) con instrumentos propios. Son datos de primera mano. El uso de fuentes primarias en la investigación tiene una función esencialmente como elemento de contraste de la teoría con la realidad empírica[28].



#### 1.9.4.2 DATOS SECUNDARIOS

Son aquellos que han sido producidos por otras personas o instituciones, el uso de fuentes secundarias o datos secundarios tiene dos vertientes o utilidades dentro del marco de una investigación social:

- **Como marco teórico:** el uso de la documentación permite la revisión de la literatura específica sobre el tema a trabajar. Permite establecer lo que se llama estado de la cuestión, esto es, qué se ha escrito y planteado ya sobre el tema, que perspectivas de estudio existen, cuales son los principales posicionamientos, cuáles han sido hasta ahora los principales hallazgos.
- **Como material empírico:** el material documental es también objeto de estudio. El uso de datos estadísticos o documentos permite contrastar los planteamientos investigadores de partida y suponen una fuente de información de primer orden para la investigación sobre la que podemos trabajar[28].

#### 1.9.5 ORGANIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE DATOS

Frente a un conjunto de datos, el primer paso a dar, debe ser expresarlo y clasificarlo de acuerdo a criterios convenientes, en alguna forma simple que permita ver rápidamente todas las características posibles para obtener conclusiones útiles, ya sea directamente o por medio de cálculos posteriores. Se consideran los siguientes pasos:

1. Revisión y corrección de los datos.
2. Construcción de tablas de frecuencias.
3. Representación tabular o cuadros estadísticos y gráfica.

#### 1.9.6 REPRESENTACIONES GRÁFICAS

Después de la recopilación de los datos, es necesario resumirlos y presentarlos en forma tal que faciliten su comprensión y su posterior análisis y utilización. Para ello, se ordenan en cuadros numéricos y luego se representan en gráficos[26].

##### 1.9.6.1 GRÁFICA DE BARRAS Y CIRCULAR

Existe una gran variedad de gráficas para la distribución de frecuencias de variables cualitativas, las más comunes son la de barras y la de sectores circulares. En una gráfica de barras los datos de cada una de las modalidades se representan por una barra rectangular (u horizontal), cuya altura (o largo) es proporcional a su frecuencia. En una gráfica circular, los datos de cada categoría se representan por un sector circular cuyo ángulo en el centro es igual referente a la proporción ocupada por cada una de las mismas. Si la gráfica por sectores circulares es tridimensional es denominada de pastel[26].



### **1.9.7 GENERALIZACIÓN O INFERENCIA**

La inferencia estadística son el conjunto de métodos con los que se hacen la generalización de los datos. Esta puede contener conclusiones que pueden no ser ciertas en forma absoluta. Esto es el análisis de la representación organizada de los datos estudiados, expresados en los gráficos escogidos[25].



# CAPÍTULO II

## **DISCRIMINACIÓN DE TRABAJOS Y GENERACIÓN DE PORCENTAJE ESTADÍSTICO**

*En este capítulo se enuncia la realización del estudio a mediana escala en instituciones educativas y bases de datos acerca de aplicaciones de software orientadas a telecomunicaciones con posterior determinación de porcentajes acerca de los mismos basado en un método estadístico propuesto para tal fin.*



## 2.1 MÉTODO ESTADÍSTICO PROPUESTO

De forma inicial la recolección de datos se tomó de fuentes secundarias, es decir, bases de datos institucionales y académicas.

La investigación estadística se desarrolló utilizando el ciclo deductivo-inductivo al que conlleva la estadística descriptiva, siendo ideal para éste tipo de trabajos. Estableciendo las propiedades particulares de los datos, esto para la parte denominada deductiva, siendo la inductiva necesaria para obtener conclusiones generales a partir de premisas.

Finalmente, los datos se organizaron para ser mostrados en graficas tipo barras rectangulares con la culminación de la inferencia donde se generalizaron dichos datos para dictar un análisis aproximado.

## 2.2 DISCRIMINACIÓN DE TRABAJOS EN BASES DE DATOS

En vista de la gran extensión de documentos en investigaciones que se podían abordar en el tema, todo el análisis de proyectos estuvo comprendido entre 2010-2015 en Colombia.

Se consultó la información en bases de datos tomada principalmente de instituciones educativas tales como: **Universidad De Pamplona** en vista de que el autor del presente proyecto es estudiante de la academia lo que facilitó la solicitud de la base de datos requerida, **Universidad Nacional De Colombia** y **La Universidad Industrial De Santander** provistas ambas de repositorios con acceso al público en general, se adicionó a la búsqueda la base de datos **SCOPUS** en que sí misma abarca enlaces a otras bases similares y revistas indexadas.

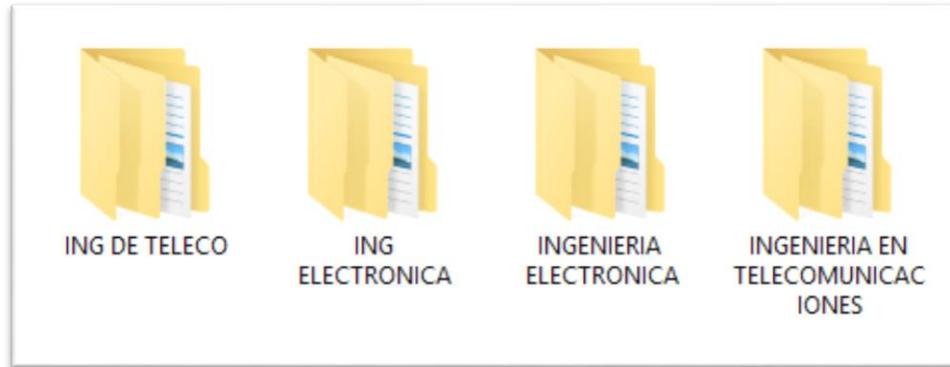
### 2.2.1 BASE DE DATOS UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Al estar asociado a la universidad de pamplona en calidad de estudiante de pregrado, la información fue solicitada directamente a la sala de tesis perteneciente a la biblioteca **José Rafael Farria Bermúdez** de la misma, la condición fue el respaldo de un docente que realizara la solicitud del material, en éste caso fue enviado un mail al director de programa de Ingeniería En Telecomunicaciones solicitando su colaboración con las indicaciones necesarias, quien muy amablemente reenvió el citado correo con su mensaje personal.

La copia de la información fue suministrada vía memoria USB finalmente. La figura 14 muestra la forma en la que fue proporcionada la base de datos por parte de la universidad.



Figura 14. Copia de la base de datos Universidad De Pamplona.

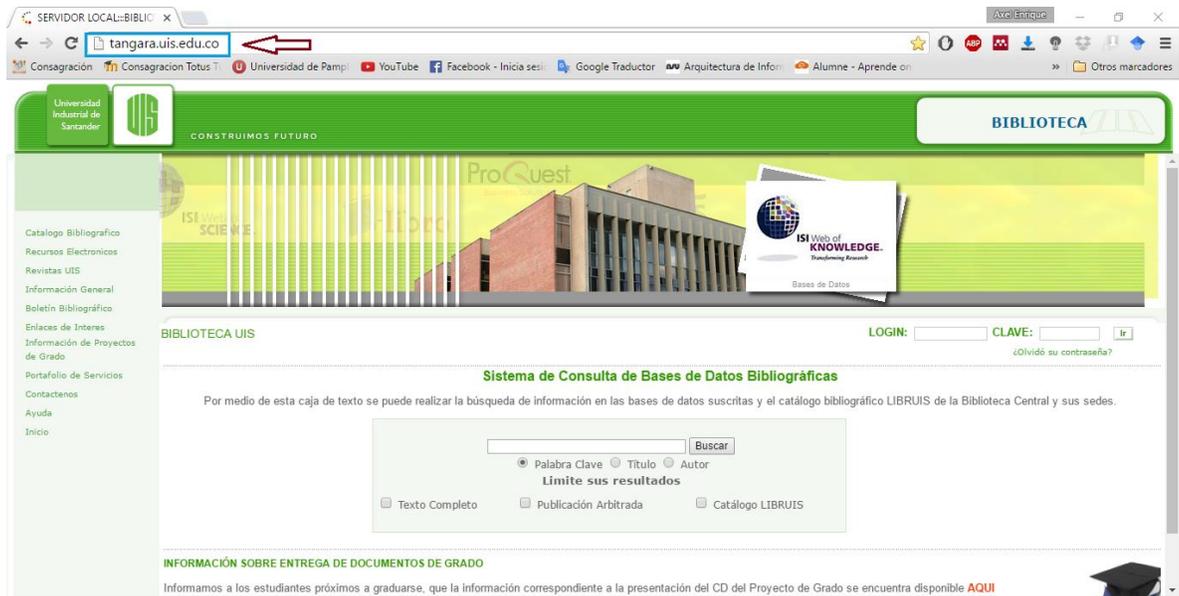


Fuente. Autor.

## 2.2.2 REPOSITORIO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

La universidad industrial de Santander (UIS) cuenta con un repositorio de accesibilidad publica a la comunidad en general al que se puede ingresar a través de la dirección web <http://tangara.uis.edu.co/> tal como se aprecia en azul como una flecha roja en la figura 15.

Figura 15 Página principal repositorio UIS.



Fuente. [29].

Al estar provista la página principal del repositorio de revistas, recursos electrónicos, boletines y demás enlaces de interés, se hizo necesario refinar la búsqueda en el enlace **Catálogo Bibliográfico** en la parte superior izquierda que indica la figura 2.3 en azul y flecha roja, al hacer esto abre la ventana que indica la figura 16.

Figura 16 Catálogo bibliográfico Repositorio UIS.



Fuente. [29].

Estando allí se puede seguir refinando la búsqueda a través de palabras claves, autor, título, materia, etc., para el caso las palabras fueron telecomunicaciones, electrónica, entre otras necesarias para hallar los documentos prioritarios, de igual manera, es importante seleccionar el check trabajos de grado, finalmente clic en buscar. Claramente es una búsqueda básica, pero si es necesario realizar una exploración con criterios personales se puede llevar a cabo en la pestaña **Búsqueda Avanzada** que señala la flecha verde en la figura 17.

Figura 17 Búsqueda trabajos de grado repositorio UIS.



Fuente. [29].

Aparecerán automáticamente los trabajos solicitados organizados bajos ítems numéricos, figura 18 que al dar clic sobre ellos despliega la ventana siguiente tal como en la figura 19 que provee al usuario de una visión general informativa sobre el tipo de documento, para poder desplegar el archivo debe hacer clic sobre la imagen del archivo pdf.

Figura 18 Listado trabajos de grado repositorio UIS.

1691 Resultados obtenidos. 1-51 ▼ SEDE BUCARAMANGA

ITEM	TITULO	TIPO DE MATERIAL
1	DISEÑO DE AMPLIFICADORES DE BAJA TENSION Y BAJO CONSUMO DE POTENCIA PARA APLICACIONES PORTATILES [recurso electronico] / Oscar Santiago Pineros Torres, Cristhian Rolando Torres Delgado ; directores Andres Felipe Amaya Beltran, Jaime Guillermo Barrero [+]	TRABAJOS DE GRADO
2	ESTUDIO GEOELECTRICO APLICADO AL DISEÑO DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA [recurso electronico] / Daniel Andres Torrado Rodriguez, Carlos Alberto Montes Cala ; directores Manuel Jose Ortiz Rangel, Jairo Blanco Solano [+]	TRABAJOS DE GRADO
3	CONTROL EN LAZO CERRADO DE UN CONVERTIDOR DE TENSION POR MEDIO DE UN FPGA [recurso electronico] / Jorge Yuldor Sepulveda Martinez, Damian Alberto Tristancho Corzo ; director Jaime Guillermo Barrero [+]	TRABAJOS DE GRADO
4	ESTUDIO DE LA PROPAGACION DE ONDAS ELECTROMAGNETICAS EN UN MEDIO CONFORMADO POR LODOS A BASE DE AGUA PARA APLICACIONES EN EL SECTOR PETROLERO [recurso electronico] / Camilla Mendoza Herrera, Wilmar Leonardo Jerez Diaz ; director Ernesto Aguilera B. [+]	TRABAJOS DE GRADO
5	PRUEBAS DE DESEMPEÑO DEL ALGORITMO PSO (PARTICLE SWARM OPTIMIZATION) UTILIZANDO UN DSP (DIGITAL SIGNAL PROCESSOR) [recurso electronico] / David Matajira Rueda ; directores Carlos R. Correa Cely, Oscar J. Begambre Carrillo [+]	TRABAJOS DE GRADO
6	ESTUDIO DE LAS ESTRATEGIAS NECESARIAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO ENERGETICO EN LA NUEVA SEDE DE LA LITOTECA NACIONAL [recurso electronico] / Fabian Andres Diaz Arciniegas, Elkin David Tamayo Rojas ; directores Manuel Jose Ortiz Rangel, Gabrie [+]	TRABAJOS DE GRADO
7	DESEMPEÑO COMPUTACIONAL DEL ALGORITMO DE DECODIFICACION HUFFMAN EN UN GPU [recurso electronico] / Gabriel Rincon Vergara, Christian Donald Hernandez Duran ; directores Carlos Augusto Fajardo, Carlos Arturo Boada Quijano [+]	TRABAJOS DE GRADO
8	SISTEMA PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO DE UN ALTERNADOR DE UN AUTOMOVIL EN GENERACION EOLICA [recurso electronico] / Laura Burgos Grateron, Diego Emilio Sierra Galindo ; director Hermann Raul Vargas Torres [+]	TRABAJOS DE GRADO
9	HOMOTOPIA COMO HERRAMIENTA PARA EL CONTROL DE CIRCUITOS ELECTRICOS [recurso electronico] / Hebert Manuel Rangel Arias ; director Ricardo Alzate Castano [+]	TRABAJOS DE GRADO
10	HERRAMIENTAS EDA PARA EL DISEÑO DE CONTROLADORES DIGITALES EN VHDL [recurso electronico] / Adriano Jose Pena Mora ; director Ricardo Alzate Castano [+]	TRABAJOS DE GRADO

Fuente. [29].

Figura 19 Selección de PDF trabajos de grado repositorio UIS.

INFORMACION DEL DOCUMENTO						
Registro 1 de 1691						
Tipo de Documento	TRABAJOS DE GRADO					
Número de Clasificación	EL28520/					
Título	DISEÑO DE AMPLIFICADORES DE BAJA TENSION Y BAJO CONSUMO DE POTENCIA PARA APLICACIONES PORTATILES [RECURSO ELECTRONICO] / OSCAR SANTIAGO PINEROS TORRES, CRISTHIAN ROLANDO TORRES DELGADO ; DIRECTORES ANDRES FELIPE AMAYA BELTRAN, JAIME GUILLERMO BARRERO					
Otros Títulos						
Autor(es)	PINEROS TORRES, OSCAR SANTIAGO; TORRES DELGADO, CRISTHIAN ROLANDO; AMAYA BELTRAN, ANDRES FELIPE, DIR.; BARRERO PEREZ, JAIME GUILLERMO, DIR.; UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES. TESIS (PREGRADO);					
Materias						
Edición						
ISBN						
Area Publicación	BUCARAMAGA : UIS, 2015					
Descripcion Fisica	1 CD-ROM : DIAGRS., TABLAS					
Notas Bibliográficas	TESIS (INGENIERO ELECTRONICO) - UIS. ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES, 2015					
<p><b>Señor Usuario:</b> Recuerde que nuestra Colección es Abierta. El estado <b>DISPONIBLE</b> indica que no ha sido prestado a domicilio, pero puede estar en Consulta Interna</p>						
Item	Número Inventario	Ubicación	Estado	Fecha vencimiento	Descripción	ArchivoPDF
1	156006	BASE DATOS - PISO 2	DISPONIBLE			

Fuente. [29].



Posterior a ello se despliega un anuncio donde se especifican los derechos patrimoniales, esto con el fin de proteger la autoría de cada uno de los trabajos, al dar aceptar se abrirá sobre la misma ventana el archivo previamente solicitado con la opción de descarga si lo desea el usuario, la figura 20 enuncia dicha declaración.

Figura 20 Declaración de provacidad repositorio UIS.

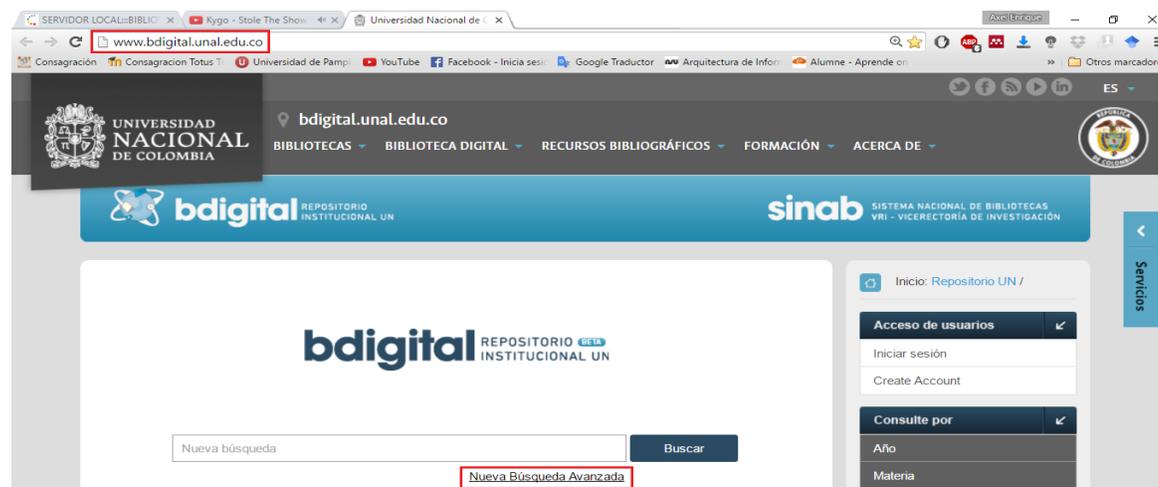


Fuente. [29].

### 2.2.3 REPOSITORIO UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Esta universidad consta de un repositorio de búsqueda publica al que cualquier usuario puede acceder desde la dirección <http://www.bdigital.unal.edu.co/>. El repositorio ofrece la posibilidad de realizar una búsqueda sencilla o una avanzada para refinar aún más según sea deseado, para ello se dio clic sobre nueva búsqueda avanzada, ambas situaciones relacionadas se observan en recuadros rojos en la figura 21 respectivamente.

Figura 21 Búsqueda trabajos de grado repositorio UIS.



Fuente. [30].

Inmediatamente se despliega una nueva ventana con opciones mas detalladas de consulta tales como palabras claves, fecha, unidad administrativa, tipo de documento tal cual como muestra la figura 22 a continuación.

Figura 22 Opciones de búsqueda trabajos de grado repositorio UIS.

**Búsqueda Avanzada**  
No se preocupe, solo llene los campos que conoce y los demas dejarlos en blanco.

Documentos:

Título:

Autores:

Resumen:

Fecha:

Palabras clave:

Temática:

- 6 Tecnología (ciencias aplicadas) / Technology
- ...61 Ciencias médicas; Medicina / Medicine & health
- 62 Ingeniería y operaciones afines / Engineering**
- ...63 Agricultura y tecnologías relacionadas / Agriculture
- ...64 Economía doméstica y vida familiar / Home & family management
- ...65 Gerencia y servicios auxiliares / Management & public relations
- ...66 Ingeniería química y Tecnologías relacionadas/ Chemical engineering
- ...67 Manufactura / Manufacturing
- ...68 Manufactura para usos específicos / Manufacture for specific uses
- ...69 Construcción / Building & construction
- 7 Las artes; Bellas artes y artes decorativas / Arts & recreation
- ...71 Urbanismo y arte paisajístico / Landscaping & area planning

Unidad administrativa:

- .....Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
- .....Ingeniería Electrónica
- .....Ingeniería Eléctrica
- .....Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica
- .....Ingeniería Mecatrónica
- .....Ingeniería Mecánica
- .....Departamento de Ingeniería Química y Ambiental
- .....Ingeniería Química
- .....Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial
- .....Ingeniería Industrial
- .....Ingeniería de Sistemas
- .....Instituto de Extensión e Investigación (IEI)

Tipo de documento:

- Artículo - Article
- Capítulo de Libro - Book Section
- Documento de trabajo - Monograph
- Ponencia - Conference or Workshop Item
- Libro - Book
- Tesis/trabajos de grado - Thesis
- Patente - Patent
- Artefactos - Artefact
- Exhibición - Show/Exhibition
- Composición musical - Composition
- Presentaciones - Performance
- Imagen - Image
- Video
- Audio
- Conjunto de datos - Dataset
- Experimento - Experiment
- Objeto de aprendizaje - Teaching Resource
- Otro - Other

Tipo de Tesis:

- Maestría
- Doctorado
- Pregrado
- Otra

Fuente. [30].

Al final de la pagina web se observa la opcion de buscar luego de rellenar los campos y dejar en vacio los no necesarios dando clic en buscar o simplemente restablecer la busqueda si se requiere algo más tal cual como denota la figura 23.

Figura 23 Buscar y reestablecer formulario trabajos de grado repositorio UIS.

Los registros recuperados deben cumplir:

Orden de Resultados:

Fuente. [30].

Al llegar hasta este punto se aprecia en la figura 24 el despliegue de una nueva pagina donde se encuentran los documentos solicitados, se debe clickar sobre el titulo del requerido que para el diseño de la pagina está denotado en azul.

Figura 24 Listado de trabajos de grado repositorio UIS.

1. García Parra, William Arley (2014) *Cálculo del Contenido Total de Electrones-TEC, para la Ionósfera Colombiana*. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia. 
2. Gómez Gómez, Edgar Leonardo (2014) *Modelamiento y simulación de una subred de enlace de datos en VHF (VDL), para el soporte de servicios de tránsito aéreo bajo el concepto CNS/ATM en Colombia*. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia. 
3. Soacha Garay, Adriana Lizeth (2014) *Estudio de la viabilidad técnica para integrar los planes de fibra óptica con accesos inalámbricos de banda ancha en zonas rurales en las bandas de 450-470MHz y diviendo digital*. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia. 
4. Reyes Vera, Erick Estefen (2013) *Estudio teórico y experimental de un dispositivo de fibra óptica micro-estructurada con electrodos internos*. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 
5. Becerra Tobar, Juan Miguel David (2012) *Simulación del canal PLT in-home tomando en cuenta efectos estocásticos debidos a las cargas del sistema*. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia. 

Fuente[30].

Figura 25 Selección de trabajos de grado repositorio UIS.

### Análisis de transferencia tecnológica para una adecuada implementación de contenidos educativos en el sistema de TDT interactiva en Colombia

Palacio Niño, Julio Omar Ancizar (2011) *Análisis de transferencia tecnológica para una adecuada implementación de contenidos educativos en el sistema de TDT interactiva en Colombia*. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia.

 PDF - Versión Aceptada  
Available under License [Creative Commons Attribution Non-commercial No Derivatives](#).  
5MB

Fuente[30].

Al realizar la accion mencionada aparecerá una nueva pagina con un breve resumen del trabajo seleccionado y la opcion de despliegue del pdf para lectura o descarga tal como indica la figura 25.

## 2.2.4 BASE DE DATOS SCOPUS

Para ingresar a ésta base de datos es totalmente necesario acceder desde una red universitaria y el campus de la misma. Por ser estudiante activo de pregrado de la Universidad De Pamplona, se procedió al logeo en el campus TI. En el área de servicios de la página principal se encuentra localizado el icono correspondiente a la base de datos, tal como muestra la figura 26, círculo verde.

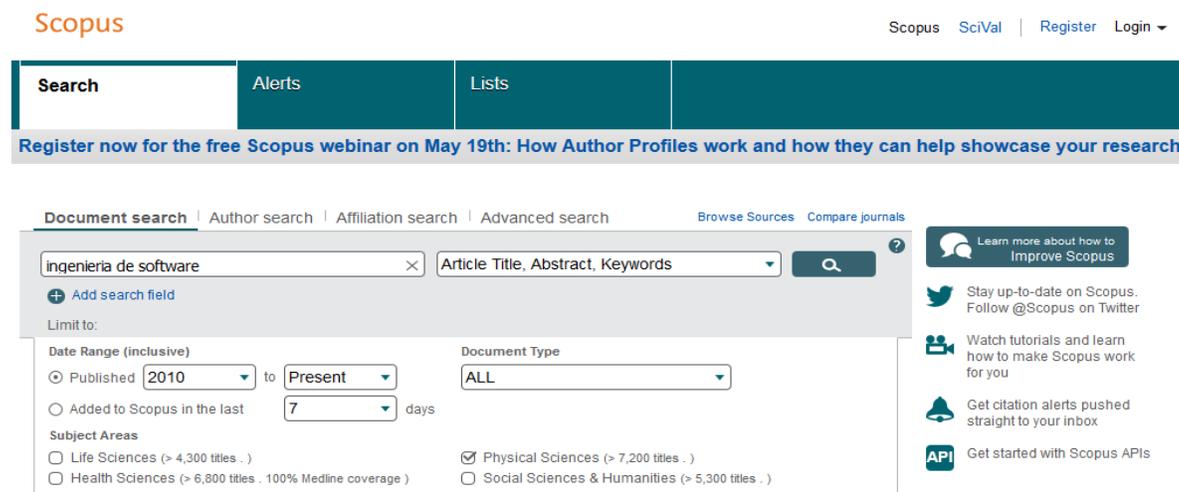
Figura 26 Área de Servicios y logo base de datos SCOPUS.vortal Unipamplona.



Fuente.[31].

Se despliega entonces la ventana de la figura 27 en la que se puede realizar la búsqueda bajo palabras claves, tipo de trabajo, año de publicación y entre otras cosas el area de la que se desea obtener los proyectos. Al introducir los datos, solo resta dar clic en la lupa.

Figura 27 Búsqueda trabajos, base de datos SCOPUS.



Fuente.[31].



Con el fin de refinar la búsqueda, Scopus ofrece opciones en la parte izquierda, tal como son país, idioma, etc a lo largo del desplazamiento vertical en la página, Figura 28.

Figura 28 Lista de trabajos, base de datos SCOPUS.

The screenshot shows the Scopus search results interface. At the top, there are navigation tabs: Search, Alerts, Lists, and My Scopus. Below the search bar, the search criteria are displayed: TITLE-ABS-KEY (ingeniería de software) AND SUBJAREA (mult OR ceng OR CHEM OR comp OR eart OR ener OR engi OR envi OR mate OR math OR phys) AND PUBYEAR > 2009 AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY, "Colombia")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish")).

The search results are sorted by Date, Cited by, and Relevance. There are 5 document results listed. Each result includes a title, authors, year, journal name, and a citation count. The results are:

Title	Author(s)	Year	Journal	Cited by
1 Software tool for the practice on robotic surgery   [Software para la práctica de la robótica quirúrgica]	Villamarín, D.E.G., Albán, Ó.A.V.	2015	Ingeniería y Universidad	0
2 A first course in software engineering methods and theory   [Un curso inicial sobre teoría y métodos de la ingeniería de software]	Zapata, C., Jacobson, I.	2014	DYNA (Colombia)	0
3 A methodological approach for characterization of reverse engineering methods   [Propuesta Metodológica para Caracterizar y Seleccionar Métodos de Ingeniería Inversa]	Monroy, M.E., Arciniegas, J.L., Rodríguez, J.C.	2013	Informacion Tecnologica	0
4 Focus group as a Software Engineering process: An experience from the praxis   [Focus group como proceso en Ingeniería de Software: Una experiencia desde la práctica]	Mendoza-Moreno, M., González-Serrano, C., Pino, F.J.	2013	DYNA (Colombia)	0
5 The application of and unresolved problems regarding the use of objectives in software engineering   [Aplicación y problemas no resueltos del uso de objetivos en la ingeniería de software]	Lezcano, L.A., Guzmán, J.A., Tamayo, P.A.	2012	Ingeniería e Investigación	1

Filters on the left side include:

- Year:** 2015 (1), 2014 (1), 2013 (2), 2012 (1)
- Author Name:** Alban, O.A.V. (1), Arciniegas, J.L. (1), Gonzalez-Serrano, C. (1), Guzman, J.A. (1), Jacobson, I. (1)
- Subject Area:** Engineering (5), Agricultural and Biological Sciences (1), Business, Management and Accounting (1)

Fuente.[31].

Figura 29 Información general trabajos, base de datos SCOPUS.

The screenshot shows the detailed view of the article "A first course in software engineering methods and theory" (Article). The title is displayed in bold, followed by the subtitle "[Un curso inicial sobre teoría y métodos de la ingeniería de software]". The authors are listed as Zapata, C.<sup>a</sup> and Jacobson, I.<sup>b</sup>. The affiliations are: <sup>a</sup> Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Colombia and <sup>b</sup> Ivar Jacobson International, Sweden. There is a link to "View references (9)".

The abstract text reads: "Even though the software engineering curriculum has been designed many times, some problems still remain: the gap between academy and industry, the failure to continuously update the courses, the difficulties for combining theory and practice, and the lack of a sound, widely accepted theoretical basis. The SEMAT (Software Engineering Methods and Theory) initiative has been proposed for addressing some of the aforementioned problems. Based on the main ideas related to SEMAT, in this paper we propose a first course that introduces students to the main issues about SEMAT. This course is planned to be included in the System and Informatics Engineering Program belonging to the Universidad Nacional de Colombia, Medellín Branch. Also, we discuss the way in which this course addresses the previously diagnosed problems."

Fuente.[31].

De todos los trabajos visibles en la búsqueda, según el título, se da clic sobre ellos desplegándose entonces otra página donde se encuentran los datos de los mismos, tal como resumen, referencias, carrera, institución, etc. Esto es visto en las figuras 29 y 30.

Figura 30 Referencias trabajos, base de datos SCOPUS.

References (9)

Page  Export  Print  E-mail  Create bibliography

Fairley, R.  
1 (1978) *Educational Issues In Software Engineering, En 1978 Annual Conference ACM/CSC-ER*, pp. 58-62. Washington D.C., USA)

Mead, N.R.  
2 **Software engineering education: How far we've come and how far we have to go**  
(2009) *Journal of Systems and Software*, 82 (4), pp. 571-575. Cited 20 times.  
doi: 10.1016/j.jss.2008.12.038  
[View at Publisher](#)

Ludewig, Jochen, Reissing, Ralf  
3 **Teaching what they need instead of teaching what we like - the new software engineering curriculum at the University of Stuttgart**  
(1998) *Information and Software Technology*, 40 (4), pp. 239-244. Cited 5 times.  
doi: 10.1016/S0950-5849(98)00045-7

Fuente.[31]

Finalmente el documento puede ser descargado y agregado en las listas de escopus, en el caso de ser usuario registrado, dando clic en **save to list** (icono con forma de disquete figura), de igual forma es importante, actualizar y dar permisos necesarios a los complementos de **Java**. El proceso de descarga se visualiza en la figura 31.

Figura 31 Descarga de trabajos, base de datos SCOPUS.

Scopus Scopus Document Download Manager - powered by QUOSA™

To download the selected PDFs, select your preferences and click **Begin Download**.

**Download Options**

Select PDF file naming: (Document Title)\_(Publication Year)\_(Publication Name).pdf  |

Download to: C:\Users\AXEL\Desktop

Download abstract if full text is not available

Download in progress... 2%

Document Title	Format	Availability	Download Status
Un curso inicial sobre teoría y métodos de la ingeniería de software			Downloading...

Fuente.[31]



### 2.3 SELECCIÓN DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO E INFOGRÁFICO

La selección de material bibliográfico e infográfico que podría ser útil se llevó a cabo de la siguiente manera:

- En vista del gran abanico de trabajos que se podían encontrar al respecto, de forma inicial se acotó a una búsqueda de proyectos realizados bajo ingenierías relacionados tales como, Ingeniería En Telecomunicaciones e Ingeniería Electrónica como áreas de conocimiento afines según el **Consejo Profesional Nacional De Ingenierías Eléctrica, Mecánica Y Profesiones Afines**, donde se halla diseñado aplicaciones en telecomunicaciones con la utilización de la Ingeniería De Software[8].
- De igual manera al discriminar la información fueron escogidos trabajos comprendidos desde 2010 hasta 2015 en Colombia.
- Pudo ser por error de sistema o humano que se filtraron en la consulta de bases de datos y repositorios algunos documentos pertenecientes a otras carreras, años y otras situaciones, éstos fueron descartados en su totalidad por no pertenecer al rango estipulado de investigación.

### 2.4 CLASIFICACIÓN DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO E INFOGRÁFICO EN CONJUNTO CON LA SELECCIÓN DE ÁREAS DE CONOCIMIENTO A ESTUDIAR Y ANALIZAR

La clasificación se ejecutó así:

- Al ser amplia la gama de investigación se delimitó la temática a aplicaciones en telecomunicaciones, entendidas como aplicaciones web y móviles para las pertenecientes a la catalogación software.
- La selección de las dos áreas de conocimientos a estudiar y analizar se determinó como el reflejo de la primera actividad al momento de buscar la información a detallar siendo éstas Ingeniería **En Telecomunicaciones E Ingeniería Electrónica** como carreras afines según el **Consejo Profesional Nacional De Ingenierías Eléctrica, Mecánica Y Profesiones Afines**[8].
- Es de destacar que los trabajos se dividieron en dos partes iniciales según la carrera a la que pertenecían, para el caso abordado Ingeniería En Telecomunicaciones e Ingeniería Electrónica.
- Posterior a esto fue primordial fraccionar por años según fueran de Ingeniería En Telecomunicaciones o Ingeniería Electrónica.
- De igual forma los documentos hallados con perfil diferente a software fueron derivados a otra carpeta denominada NO SOFTWARE con la finalidad de ser analizados en la siguiente actividad del objetivo específico 1.



## 2.5 DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE DE APLICACIONES DE SOFTWARE DESARROLLADAS CON ORIENTACIÓN A TELECOMUNICACIONES

La realización de esta actividad es consecutiva a la actividad 3, al tener discriminados los trabajos orientados al diseño de software, se descartaron provisionalmente los no softwares para clasificarlos en tres categorías diferentes que reunían desarrollos interrelacionados en cada una de ellas de la siguiente manera:

- **Categoría 1 (Diseño E Implementación):** Recopilación de trabajos basados en previo diseño para ejecución e implementación en físico de la propuesta presentada.
- **Categoría 2 (Estudios, Manuales Técnicos, Metodologías):** Investigaciones, manuales, guías metodológicas como abordaje de temas de interés para la orientación del usuario en trabajos similares.
- **Categoría 3 (Redes, Telemática, Antenas):** Documentos con finalización de propuestas bajo temas de estudio como redes de comunicaciones, diseño y elaboración de antenas y relación en campos como telemetría o consultas telemáticas.

Realizado esto, se hizo un conteo general de los mismos que conllevó a generar el porcentaje de aplicaciones y así determinar la cantidad de aplicaciones de software desarrolladas con orientación a las telecomunicaciones describiendo si fueron ejecutadas sobre pilares de Ingeniería De Software, viéndose complementado con una clasificación para cada tipo y la categorización de los restantes documentos que se ejecutaron en otras áreas de estudio. Se dio inicio a realizar descripción numérica de trabajos no software por categorías para totalizar documentos y posteriormente porcentuar aplicaciones software orientadas a telecomunicaciones.

## 2.5.1 DESCRIPCIÓN NUMÉRICA DE TRABAJOS NO SOFTWARE Y SOFTWARE UNIVERSIDAD DE PAMPLONA POR CATEGORÍAS

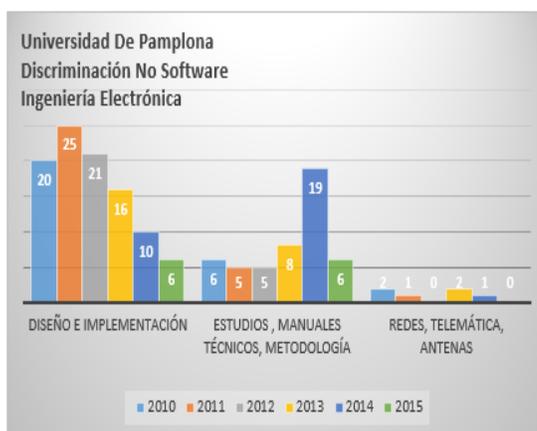
Se encontró una totalidad de 260 trabajos no software para ésta universidad de los cuales 107 pertenecen a Ingeniería En Telecomunicaciones y 153 a Ingeniería Electrónica. La distribución de categorías a través de los años 2010 y 2015 puede entenderse desde las figuras 32 y 33. De igual manera para la misma universidad hubo un total de 62 trabajos tipo software con distinción para Ingeniería En Telecomunicaciones de 19 web y 11 móvil y para Ingeniería Electrónica 2 web y 30 móvil que se vé reflejado en las figuras 34 y 35 respectivamente en los años citados con anterioridad.

Figura 32 Discriminación no software por años, Ingeniería En Telecomunicaciones Unipamplona.



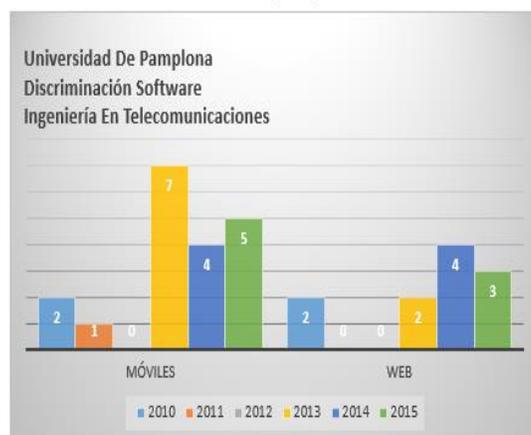
Fuente. Autor

Figura 33 Discriminación no software por años, Ingeniería Electrónica Unipamplona.



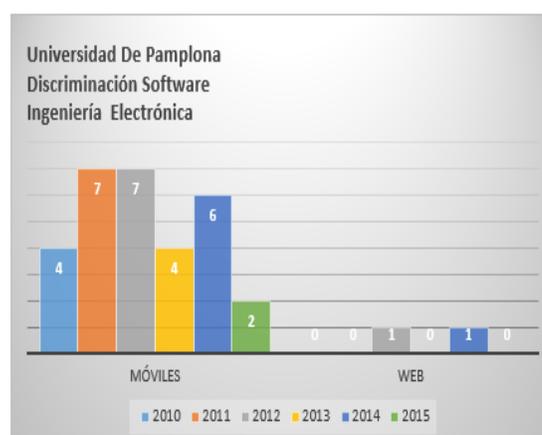
Fuente. Autor.

Figura 34 Discriminación software por años, Ingeniería En Telecomunicaciones Unipamplona.



Fuente. Autor.

Figura 35 Discriminación software por años, Ingeniería Electrónica Unipamplona.



Fuente. Autor.

## 2.5.2 DESCRIPCIÓN NUMÉRICA DE TRABAJOS NO SOFTWARE Y SOFTWARE REPOSITORIO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (UIS) POR CATEGORÍAS

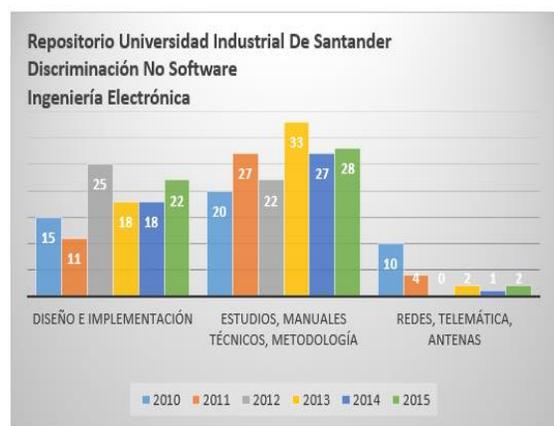
Con un total de 335 dividido en 50 para Ingeniería En Telecomunicaciones y 285 para Ingeniería Electrónica pueden ser analizados los datos por categoría y por años en las figuras 36 y 37. Se denota de forma similar un total de 15 proyectos en el que para Ingeniería En Telecomunicaciones se discriminaron 0 web y 2 móvil y para Ingeniería Electrónica 0 web y 13 móvil en las figuras 38 y 39.

Figura 36 Discriminación no software por años, Ingeniería En Telecomunicaciones UIS.



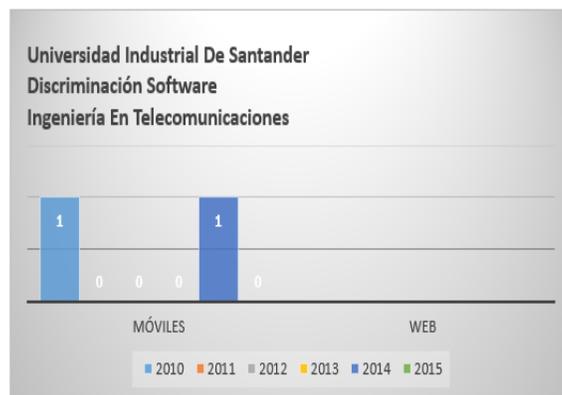
Fuente. Autor.

Figura 37 Discriminación no software por años, Ingeniería Electrónica UIS.



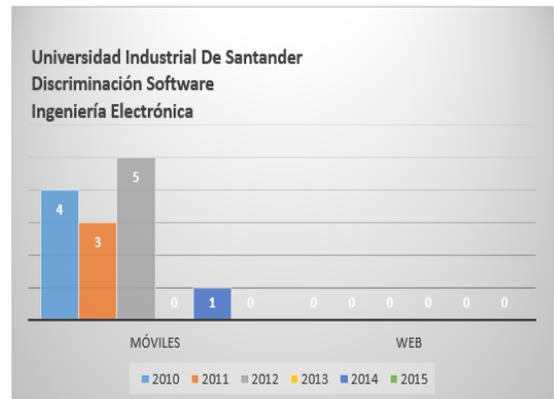
Fuente. Autor.

Figura 38 Discriminación software por años, Ingeniería En Telecomunicaciones UIS.



Fuente. Autor.

Figura 39 Discriminación software por años, Ingeniería Electrónica UIS.

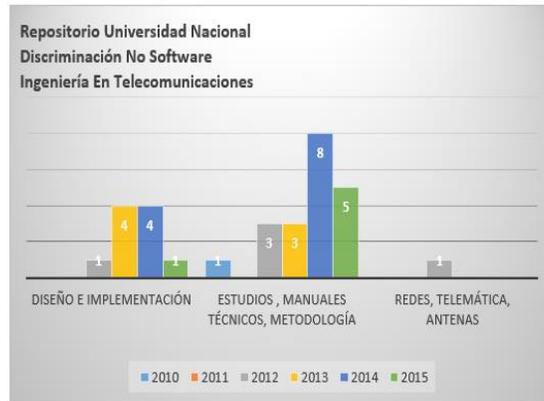


Fuente. Autor.

### 2.5.3 DESCRIPCIÓN NUMÉRICA DE TRABAJOS NO SOFTWARE Y SOFTWARE REPOSITORIO UNIVERSIDAD NACIONAL POR CATEGORÍAS

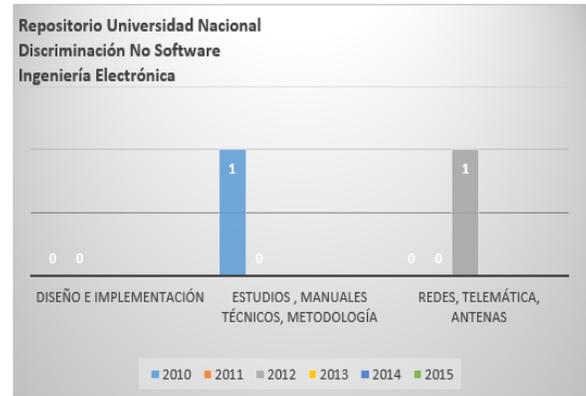
Se encontró que el repositorio perteneciente a la Universidad Nacional posiblemente no se hallaba actualizado al momento de realizar el estudio discriminativo de trabajos, sin embargo, se descubrieron un total de 39 de los cuales fueron 35 dirigidos a Ingeniería En Telecomunicaciones y el restante 4 a Ingeniería Electrónica, tal como indica la categorización por años en las gráficas siguientes, 40 y 41. El escrutinio tipo software para Ingeniería En Telecomunicaciones fue de 0 para web y móviles, en cambio para Ingeniería Electrónica se contabilizaron 1 web y 3 móviles visto por años en las figuras 42 y 43.

Figura 40 Discriminación no software por años, Ingeniería En Telecomunicaciones Uninacional.



Fuente. Autor.

Figura 41 Discriminación no software por años, Ingeniería Electrónica Uninacional.



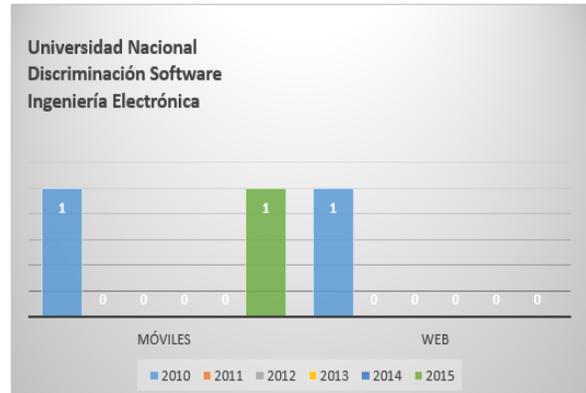
Fuente. Autor.

Figura 42 Discriminación software por años, Ingeniería En Telecomunicaciones Uninacional.



Fuente. Autor.

Figura 43 Discriminación software por años, Ingeniería Electrónica Uninacional.

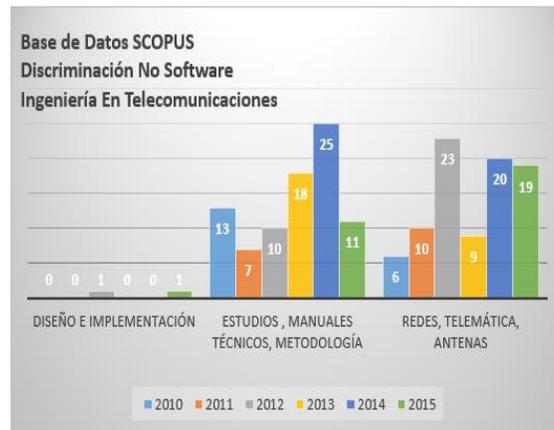


Fuente. Autor.

## 2.5.4 DESCRIPCIÓN NUMÉRICA DE TRABAJOS NO SOFTWARE Y SOFTWARE BASE DE DATOS SCOPUS POR CATEGORÍAS

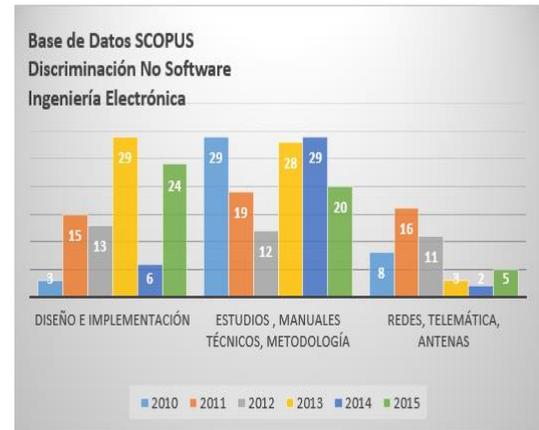
Según las gráficas 44 y 45 es fácil observar que la mayoría de los trabajos estuvieron enfocados a estudios, Manuales técnicos y realización de metodologías. El total escrutado fue de 445, entre Ingeniería En Telecomunicaciones con 173 e Ingeniería Electrónica con 272. De los 445, 24 fueron software, 7 mviles, 2 web, para Ingeniería En Telecomunicaciones y el resto siendo 14 móviles y 1 web para Ingeniería Electrónica, vistos en las figuras 46 y 47.

Figura 44 Discriminación no software por años, Ingeniería En Telecomunicaciones SCOPUS.



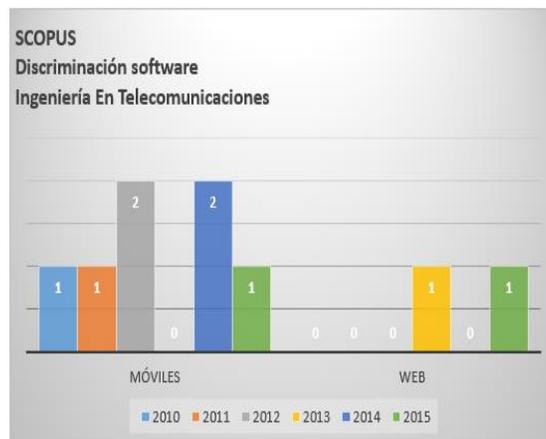
Fuente. Autor.

Figura 45 Discriminación no software por años, Ingeniería Electrónica SCOPUS.



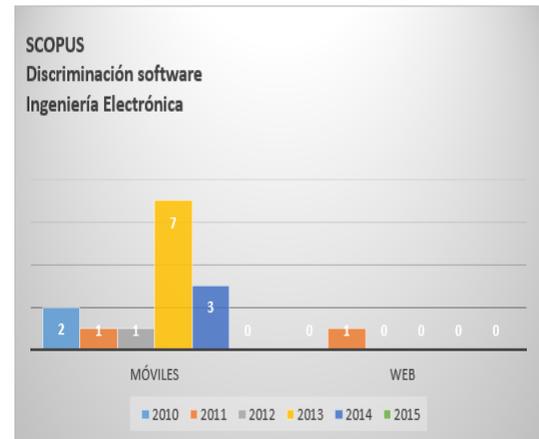
Fuente. Autor.

Figura 46 Discriminación no software por años, Ingeniería En Telecomunicaciones SCOPUS.



Fuente. Autor.

Figura 47 Discriminación no software por años, Ingeniería Electrónica SCOPUS.



Fuente. Autor.

## 2.6 DESCRIPCIÓN PORCENTUAL GENERALIZADA DE TRABAJOS ESCRUTADOS

### 2.6.1 DESCRIPCIÓN PORCENTUAL GENERALIZADA DE TRABAJOS SOFTWARE Y NO SOFTWARE

Al culminar el estudio, análisis y discriminación de trabajos se obtuvo un total de 1465 escrutados, de los cuales 1360 se enfocaron en no software, lo que significa que un 93% y el resto 105 siendo el 7% en aplicaciones software para Telecomunicaciones, es decir, orientados a la generación de software. La grafica 48 refleja en diagrama circular éstos porcentajes obtenidos.

Figura 48 Porcentaje general de trabajos software y no software.



Fuente. Autor.

### 2.6.2 DESCRIPCIÓN PORCENTUAL GENERALIZADA INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

La gráfica 49 evidencia que los trabajos no software para Ingeniería En Telecomunicaciones prevalecen sobre los software siendo éstos un 10% y un 90% respectivamente, lo que en numeros sería 365 frente a 41, en el mismo orden.

Figura 49 Porcentaje general de trabajos software y no software Ingeniería En Telecomunicaciones.

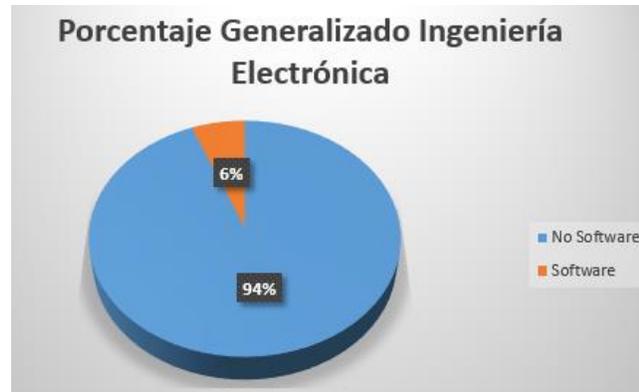


Fuente. Autor.

### 2.6.3 DESCRIPCIÓN PORCENTUAL GENERALIZADA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

De manera similar los trabajos en Ingeniería Electrónica apuntan a desarrollarse con orientación no software referenciándose un 94% que equivale a 995, en comparación con un 6% de trabajos no software siendo estos minoría con 64, tal como lo describe la figura 50.

Figura 50 Porcentaje general de trabajos software y no software Ingeniería Electrónica.



Fuente. Autor.

### 2.6.4 DESCRIPCIÓN PORCENTUAL GENERALIZADA DE TRABAJOS NO SOFTWARE POR CATEGORÍAS

Desglosando por categorías el estudio generalizado de los 1465 proyectos discriminados en Ingeniería En Telecomunicaciones e Ingeniería Electrónica, se encontró que el 30% (323) trabajaron bajo márgenes de diseño e implementación (categoría 1), el 48% (510) siendo mayoría frente a los demás fueron estudios, manuales técnicos y metodologías (categoría 2) y finalmente con un 22% (233) redes, telemática y antenas (categoría 3). De manera resumida se puede observar en la figura 51.

Figura 51 Porcentaje general de trabajos No Software categorizados.



Fuente. Autor.

### 2.6.5 DESCRIPCIÓN PORCENTUAL GENERALIZADA DE APLICACIONES WEB Y MÓVILES

Por último, se vio reflejado un 84% (88) frente a 16% (17) de trabajos con aplicaciones móviles y web respectivamente evidenciado en la figura 52, con orientación a las telecomunicaciones lo que indica ser minoría frente a los porcentajes encaminados a otras áreas de estudio, pero en su totalidad indican un avance en este campo novedoso que en la actualidad empieza a hacer frente a las actividades humanas del presente.

Figura 52 Porcentaje Generalizado de aplicaciones Web y Móviles.

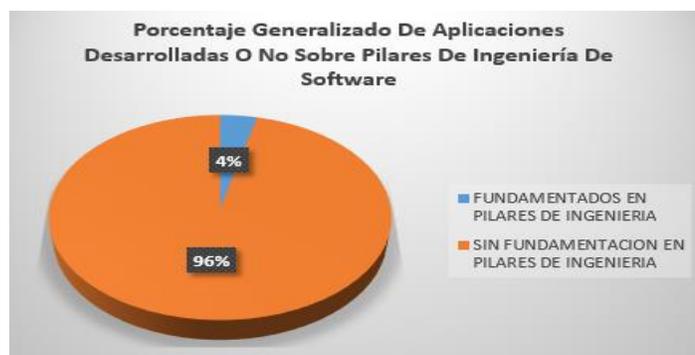


Fuente. Autor.

### 2.6.6 DESCRIPCIÓN PORCENTUAL GENERALIZADA DE APLICACIONES SOFTWARE DESARROLLADAS O NO SOBRE PILARES DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

Es suma importancia destacar que del totalizado de escritos acerca de trabajos destinados al desarrollo de aplicaciones para Telecomunicaciones sólo un 4% (4) fueron fundamentados bajo pilares de Ingeniería De Software frente a un 96% (101) siendo mayoría, carecen de proceso metodológico inspirado en la teoría de la mencionada ingeniería para el desarrollo del producto final tal como ejemplifica la figura 53.

Figura 53 Porcentaje Generalizado de aplicaciones fundamentadas y no fundamentadas bajo pilares de Ingeniería De Software.



Fuente. Autor.



# CAPÍTULO III

## **ANÁLISIS DE CONVERGENCIA Y ESTIMACIÓN DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS**

*Este capítulo expresa el análisis del modelo de convergencia que se genera entre Ingeniería En Telecomunicaciones e Ingeniería Electrónica debido a la Ingeniería de software en el desarrollo de aplicaciones, la exploración de políticas y normas para desarrollar producto software de calidad, con la identificación de los mismos en el beneficio de la sociedad.*



### 3.1 CARACTERIZACIÓN DE PATRONES DE MEDICIÓN QUE DETERMINAN LA EFECTIVIDAD DE MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INGENIERÍA DE SOFTWARE

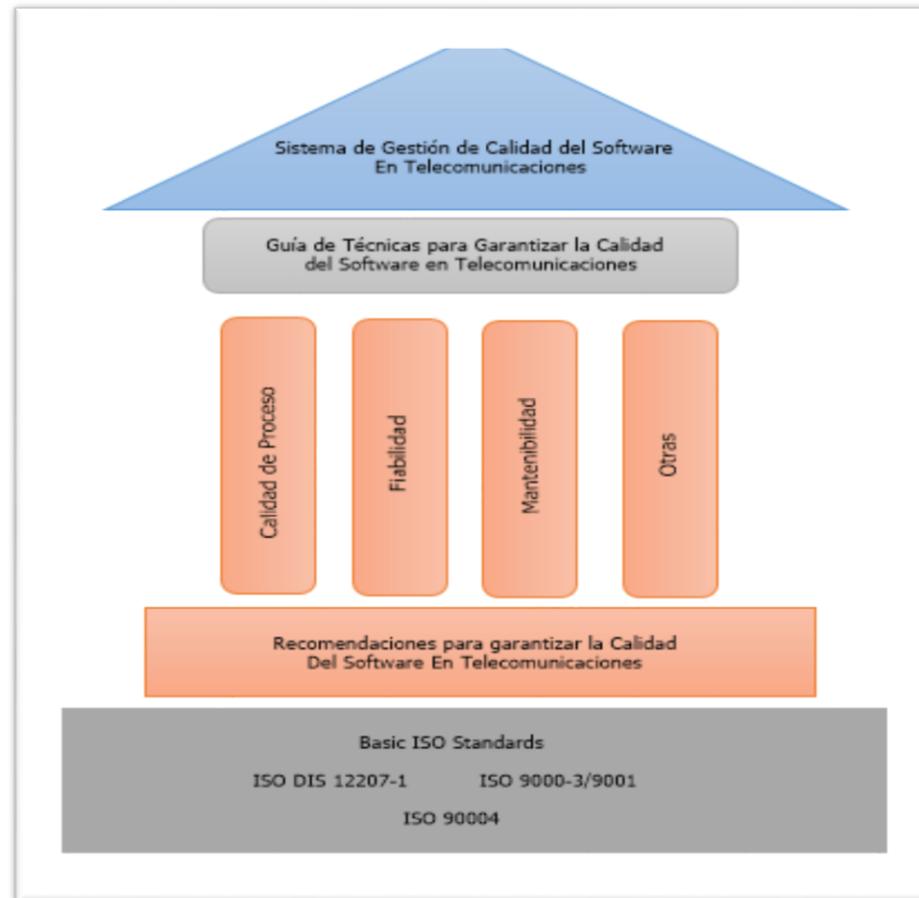
En vista de que la garantía de la calidad del software siempre ha sido débil, especialmente en las telecomunicaciones. Se hace necesario, que la calidad del software sea garantizada y mejorada, y, por lo tanto, los operadores y proveedores han establecido Sistemas de Garantía de Calidad, cooperando entre sí. Dada la necesidad de los operadores para definir estrategias para mejorar y garantizar la calidad del software de Telecomunicaciones, se han abordado todos los procesos del ciclo de vida del software. El resultado es un conjunto de actividades y medidas que tienen que llevar a cabo los operadores, los proveedores o ambos (en cooperación) para:

- Establecer un conjunto común (para operadores y proveedores) de procedimientos e indicadores de calidad que garanticen la calidad de los procesos y productos durante todas las fases del ciclo de vida de Ingeniería De Software De Telecomunicaciones.
- Definir métodos para medir los indicadores de calidad del software de telecomunicaciones. En este contexto, es especialmente importante que las características de calidad puedan ser cuantificables y medibles. Se destaca que el trabajo realizado por los expertos del área de telecomunicaciones se ha centrado en dos aspectos:
  - El análisis/estudio de los requisitos y necesidades de los operadores y suministradores.
  - El estudio de técnicas líder aplicadas tanto en la industria como en las universidades. Para hacer eficiente el ejercicio, la Ingeniería De Software De Telecomunicaciones ha aprovechado en lo posible todo el conocimiento de estándares, normas y proyectos previos existentes[24].

En particular, se han utilizado los siguientes estándares ISO15504, ISO 9004, ISO 9000-3, ISO 9126, e ISO/IEC DIS12207-1.

En la figura 54 se puede visualizar de forma resumida el funcionamiento del Sistema De Calidad Del Software En Telecomunicaciones, basado en la calidad del proceso, la fiabilidad, la mantenibilidad y otras características recomendadas con el mismo fin apoyado en estándares ISO básicos.

Figura 54 Recomendaciones y estándares de Calidad en Ingeniería De Software De Telecomunicaciones.



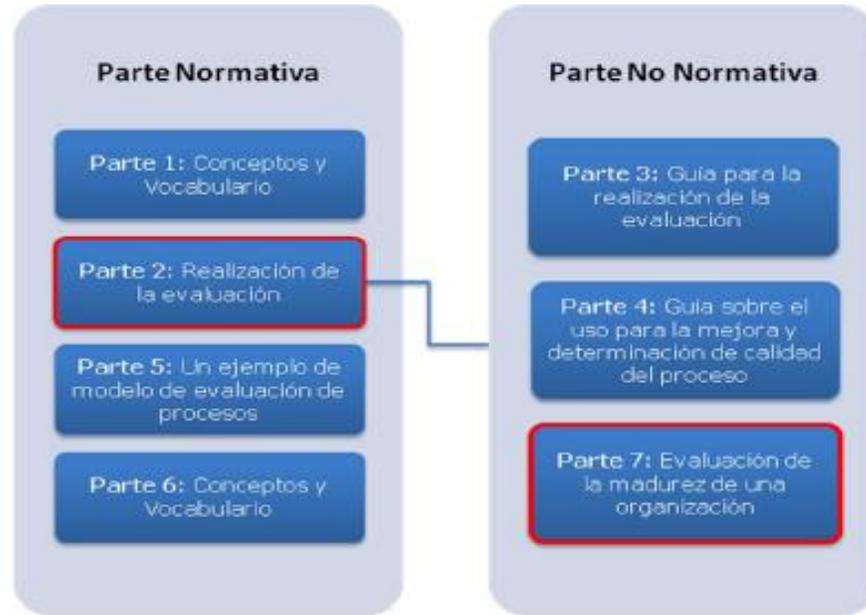
Fuente. [24].

### 3.1.1 NORMA ISO 15504, DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE MEJORA DEL PROCESO DE SOFTWARE

En 1993 la ISO aprobó un programa de trabajo para el desarrollo de un modelo que fuera la base de un futuro estándar internacional para la evaluación de los procesos del ciclo de vida del software. Este trabajo recibió el nombre de SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination). En 1998 tras las primeras evaluaciones, el trabajo pasó a la fase de informe técnico con la denominación ISO/IEC TR 15504. La aparición oficial del estándar se hizo en el año 2003.

La ISO/IEC 15504 presenta la estructura de la figura 55, contempla las partes normativas (1, 2, 7), que se refieren a aquellas donde se definen los requisitos mínimos para realizar una mejora de procesos de desarrollo y para medir el nivel de madurez de la organización en cuanto al desarrollo de software, y, por otro lado, las normativas (3, 4, 5, 6), en donde se dan las guías de interpretación de los requisitos mínimos y en sí sobre la norma[32].

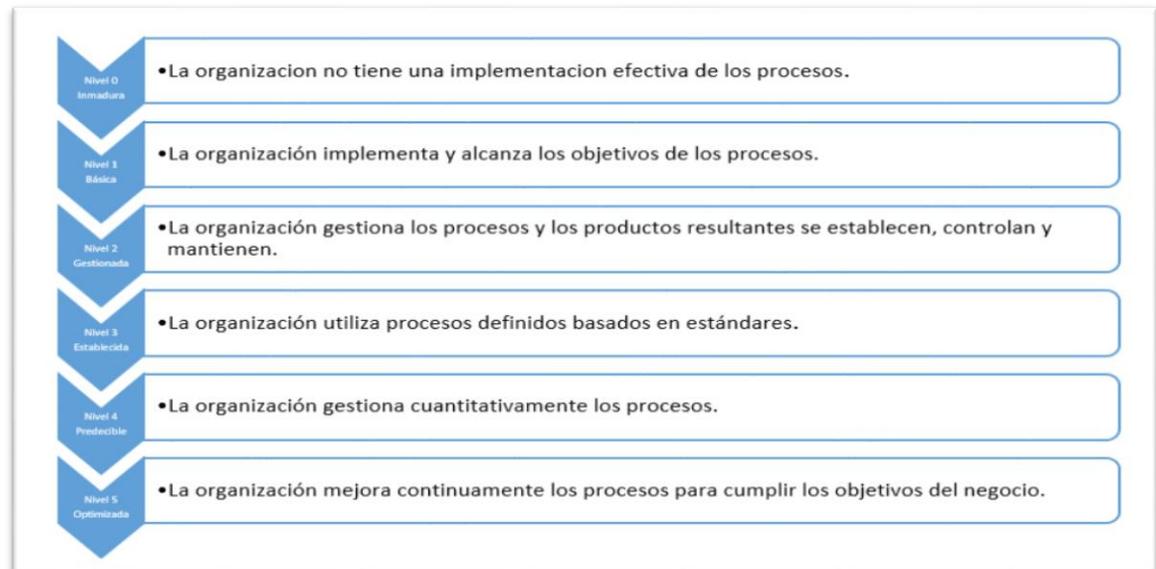
Figura 55 Estructura del estándar ISO/IEC 15504.



Fuente. [32].

Una de las partes en las que se realiza una mayor profundización en la norma es la parte 7, en donde se definen los requisitos mínimos para realizar una evaluación de determinación de la madurez de una organización, en la cual, como se describe en la figura 56, se manejan seis niveles.

Figura 56 Niveles de madurez de la parte 7 del estándar ISO/IEC 15504



Fuente. [32].

### 3.1.2 NORMA ISO 9004, GESTIÓN PARA EL ÉXITO SOSTENIDO DE UNA ORGANIZACIÓN

ISO 9004:2009, tiene como objetivo ayudar en la consecución del éxito sostenido independientemente de las características de la organización. Aunque las premisas en la gestión de la calidad son la mejora continua y la máxima satisfacción de los clientes, ISO 9004 incluye el concepto primordial de la supervivencia económica.

Su propósito está basado en ocho principios de gestión de la calidad, entre ellas tenemos el suministrar lineamientos para la aplicación, el uso de un sistema de gestión y mejorar continuamente la eficacia y eficiencia del sistema de gestión de la calidad.

ISO 9004:2009 proporciona las directrices para el aumento de la eficacia y la eficiencia globales de la organización. Tiene como objetivo la mejora continua del desempeño de la organización medida a través de la satisfacción de los clientes y de las demás partes interesadas en la organización.

Constituye una guía para aquellas organizaciones que deseen ir más allá de los requisitos establecidos en la norma ISO 9001, que estén preocupadas por la mejora continua del desempeño y por la evolución de su sistema de gestión de la calidad hacia modelos de excelencia. La estructura de esta norma es dada bajo la figura 57.

Figura 57 Estructura de la norma ISO 9004.



Fuente.[33].

### 3.1.3 NORMA ISO 9000-3 DIRECTRICES PARA LA APLICACIÓN DE LA NTC-ISO 9001:2000 A SOFTWARE DE COMPUTADOR

Esta norma identifica establece que el control de calidad debe ser aplicado a todas las fases de la producción de software, incluido el mantenimiento y tareas posteriores a su implantación, además debe existir una estricta colaboración entre la organización que adquiere el software y el proveedor del mismo y el proveedor del software debe definir su sistema de calidad y asegurarse que toda la organización ponga en práctica este sistema.

Es importante resaltar que en la ISO 9000-3 trata el concepto de ciclo de vida, pero en ningún momento no desea imponer la utilización de un determinado ciclo como puede ser el ciclo en espiral de Boeh. Pero a parte del ciclo de vida que elijamos, el ISO 9000-3 introduce otras actividades que tienen lugar de forma independiente a las fases del ciclo y que son las actividades referentes a la configuración y distingue entre la verificación y validación[34]. Su estructura está basada en cláusulas evidenciadas en la tabla 1 a continuación.

Tabla 1 Cláusulas Numero de la norma ISO 9000-3.

Norma ISO 9000-3	
Clausula Numero	Nombre
4.1	Administración De La Responsabilidad
4.2	Sistema De Calidad
4.3	Auditorías Internas Del Sistema De Calidad
4.4	Acción Correctora
5.1	General
5.2	Revisión Del Contrato
5.3	Especificación De Los Requerimientos De La Organización
5.4	Planificación Del Desarrollo
5.5	Planificación De La Calidad
5.6	Diseño E Implementación
5.7	Testeo Y Validación
5.8	Aceptación
5.9	Generación, Entrega E Instalación
5.10	Mantenimiento
6.1	Administración De La Configuración
6.2	Documentos De Control
6.3	Calidad De Los Archivos
6.4	Medidas
6.5	Reglas Y Convenciones
6.6	Herramientas Y Técnicas
6.7	Compra
6.8	Productos De Software Incluidos
6.9	Formación

Autor. [34].

### 3.1.4 NORMA ISO 9126 ANÁLISIS DE SOFTWARE

El estándar ISO-9126 establece que cualquier componente de la calidad del software puede ser descrito en términos de una o más de seis características básicas, las cuales son: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad; cada una de las cuales se detalla a través de un conjunto de subcaracterísticas que permiten profundizar en la evaluación de la calidad de productos de software. La tabla 2 muestra la pregunta central que atiende cada una de estas características[35].

Tabla 2 Características de ISO-9126 y aspecto que atiende cada una.

NORMA ISO 9126	
Características	Pregunta Central
<b>Funcionalidad</b>	¿Las funciones y propiedades satisfacen las necesidades explícitas e implícitas; esto es, el qué . . . ?
<b>Confiabilidad</b>	¿Puede mantener el nivel de rendimiento, bajo ciertas condiciones y por cierto tiempo?
<b>Usabilidad</b>	¿El software es fácil de usar y de aprender?
<b>Eficiencia</b>	¿Es rápido y minimalista en cuanto al uso de recursos?
<b>Mantenibilidad</b>	¿Es fácil de modificar y verificar?
<b>Portabilidad</b>	¿Es fácil de transferir de un ambiente a otro?

Fuente. [35].

### 3.2 EXPLORACIÓN DE POLÍTICAS Y MODELOS DURANTE EL CICLO DE VIDA DEL DESARROLLO DE SOFTWARE

Algunos modelos ya fueron estudiados en el capítulo uno, tales como, el modelo de la cascada (1.4.1.1), el modelo en espiral (1.4.1.1), entre otros influyentes en el ciclo de vida del desarrollo de Software, sin embargo, existen otros que aportan riqueza a la temática por lo que serán tomados en cuenta a continuación.

### 3.2.1 ISO/IEC DIS12207-1 LOS PROCESOS DEL CICLO DE VIDA DEL SOFTWARE

ISO / IEC 12207: 2008 establece un marco común para los procesos del ciclo de vida del software, con la terminología bien definida, que puede ser referenciado por la industria del software. Contiene los procesos, actividades y tareas que se van a aplicar durante la adquisición de un producto de software o servicio y durante el suministro, desarrollo, operación, mantenimiento y eliminación de productos de software. El software incluye la parte de software de firmware.

ISO / IEC 12207: 2008 se aplica a la adquisición de sistemas y productos de software y servicios, con el suministro, desarrollo, operación, mantenimiento y eliminación de productos de software y la parte de software de un sistema, bien sea interna o externamente a una organización. se incluyen aquellos aspectos de la definición del sistema necesario para proporcionar el contexto para los productos y servicios de software. ISO / IEC 12207: 2008 también proporciona un procedimiento que puede ser empleado para definir, controlar y mejorar los procesos del ciclo de vida del software[36].

Según ésta norma del ciclo de vida del software, las actividades se pueden agrupar de la siguiente manera como se aprecia en la figura 58:

- En color naranja los procesos principales.
- En color amarillo los procesos de soporte.
- En color azul los procesos generales.

Figura 58 Actividades del ciclo de vida del software según la Norma ISO/IEC DIS12207-1.



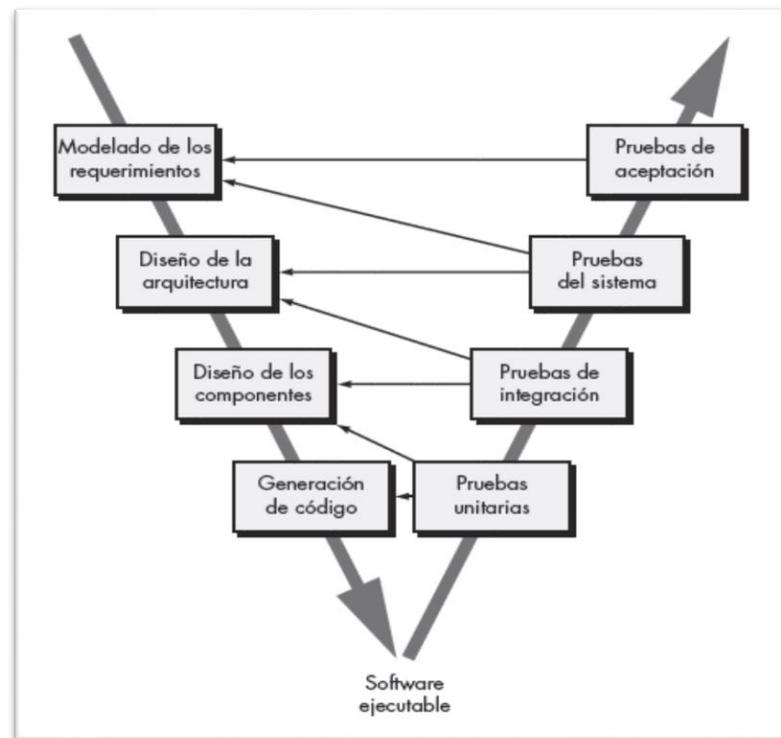
Fuente. [37].

### 3.2.2 MODELO EN V

Una variante de la representación del modelo de la cascada se denomina modelo en V. En la figura 59 se ilustra dicho modelo, donde se aprecia la relación entre las acciones para el aseguramiento de la calidad y aquellas asociadas con la comunicación, modelado y construcción temprana. A medida que el equipo de software avanza hacia abajo desde el lado izquierdo de la V, los requerimientos básicos del problema mejoran hacia representaciones técnicas cada vez más detalladas del problema y de su solución. Una vez que se ha generado el código, el equipo sube por el lado derecho de la V, y en esencia ejecuta una serie de pruebas (acciones para asegurar la calidad) que validan cada uno de los modelos creados cuando el equipo fue hacia abajo por el lado izquierdo.

En realidad, no hay diferencias fundamentales entre el ciclo de vida clásico y el modelo en V. Este último proporciona una forma de visualizar el modo de aplicación de las acciones de verificación y validación al trabajo de ingeniería inicial[13].

Figura 59 Ilustración del ciclo de vida del modelo en V.



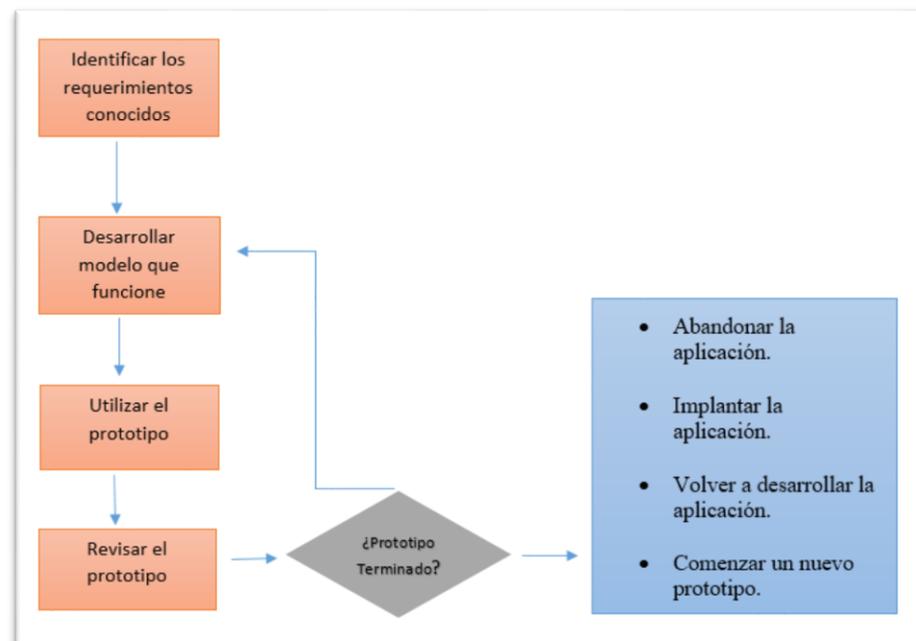
Fuente. [13].

### 3.2.3 EL MODELO DE CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS

La idea detrás de este modelo es el desarrollo de una implantación del sistema inicial, exponerla a los comentarios del usuario, refinarla en N versiones hasta que se desarrolle el sistema adecuado. Una ventaja de este modelo es que se obtiene una rápida realimentación del usuario, ya que las actividades de especificación, desarrollo y pruebas se ejecutan en cada iteración.

La figura 60 muestra el diagrama de flujo en el ciclo de vida del desarrollo de un modelo de construcción de prototipos en la que inicialmente se identifican los requerimientos, posteriormente se desarrolla un modelo que funcione en la que se especifica el método, las actividades a realizar, la secuencia en que se llevará a cabo y la participación de cada participante, estimando costos. El prototipo es evaluado en características bajo condiciones reales. Cada uno de estos pasos se repite de 4 a 6 iteraciones. Finalmente nace la pregunta de si el prototipo está terminado, procediendo a ser abandonada, implantada, volverla a desarrollar o comenzar un nuevo prototipo[38].

Figura 60 Diagrama de flujo del ciclo de vida del modelo de construcción de prototipos.



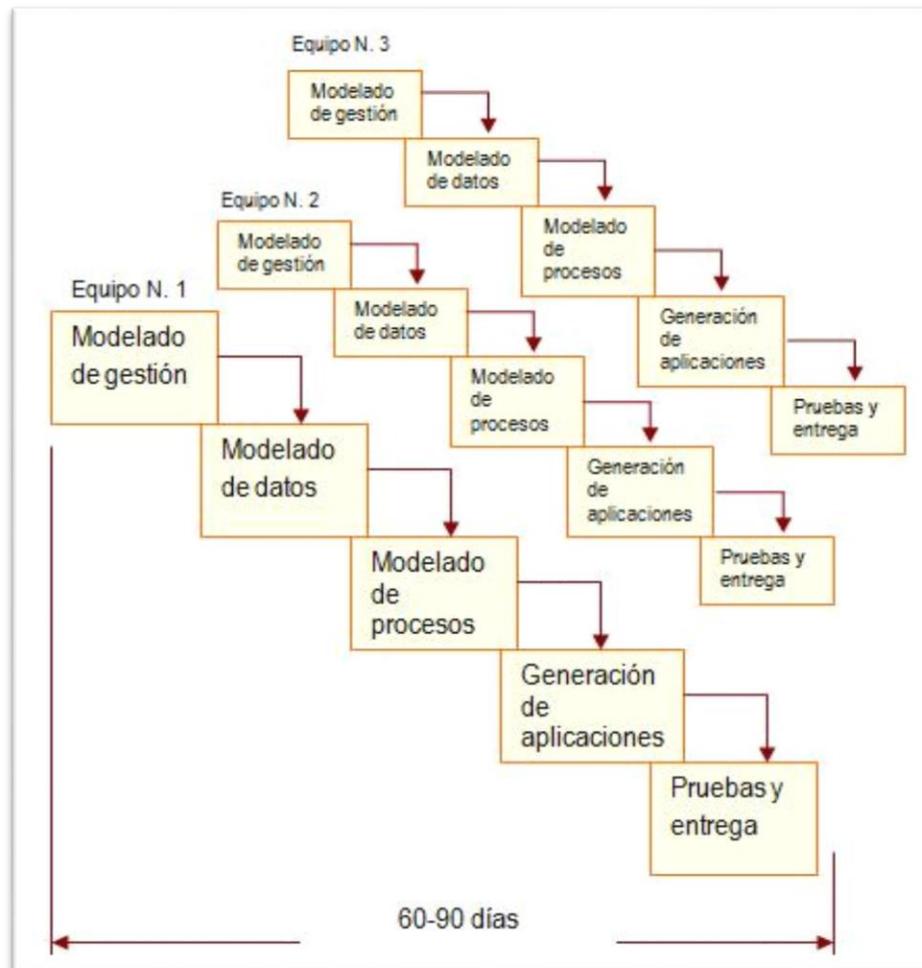
Fuente.[38].

### 3.2.4 MODELO DRA (DESARROLLO RÁPIDO DE APLICACIONES)

Es un modelo de proceso de desarrollo del software que enfatiza en un ciclo de desarrollo corto. El proceso DRA permite al equipo de desarrollo crear un "sistema completamente funcional" dentro de periodos cortos de tiempo (de 60 a 90 días)[39].

El enfoque del modelo DRA se observa en la figura 61.

Figura 61 Fases de desarrollo rápido de aplicaciones.



Fuente. [39].

Al ser finalizadas las fases en un término de 60 a 90 días lo que la hace una metodología ágil, cada una de estas fases se pueden conocer en la tabla 3.

Tabla 3 Resumen de procesos del DRA

PROCESOS DE DRA	
<b>Modelado De Gestión</b>	El flujo de información entre las funciones de gestión se modela de forma que responda a las siguientes preguntas: ¿Qué información conduce al proceso de gestión? ¿Qué información se genera? ¿Quién la genera? ¿A dónde va la información? ¿Quién la procesa?
<b>Modelado De Datos</b>	Conjunto de objetos de datos necesarios para apoyar la empresa. Se definen las características (atributos) de cada uno de los objetos y las relaciones entre estos objetos.
<b>Modelado Del Proceso</b>	Los objetos de datos definidos en la fase de modelado de datos quedan transformados para lograr el flujo de información necesario para implementar una función de gestión. Las descripciones del proceso se crean para añadir, modificar, suprimir o recuperar un objeto de datos.
<b>Generación De Aplicaciones</b>	El DRA asume la utilización de técnicas de cuarta generación. En lugar de crear software con lenguajes de programación de tercera generación, el proceso DRA trabaja para volver a utilizar componentes de programas ya existentes o crear componentes reutilizables.
<b>Pruebas Y Entrega</b>	Como el proceso DRA enfatiza la reutilización, ya se han comprobado muchos de los componentes de los programas. Esto reduce tiempo de pruebas. Sin embargo, se deben probar todos los componentes nuevos y se deben ejercitar todas las interfaces a fondo.

Fuente.[39].

### 3.2.5 MÉTODOS FORMALS E INGENIERÍA DE SOFTWARE

El término “métodos formales” se refiere al uso de técnicas de la lógica y de la matemática discreta para especificar, diseñar, verificar, desarrollar y validar programas. La palabra “formal” se deriva de la lógica formal, ciencia que estudia el razonamiento desde el análisis formal de acuerdo con su validez o no validez, y omite el contenido empírico del razonamiento para considerar sólo la forma estructura sin materia.

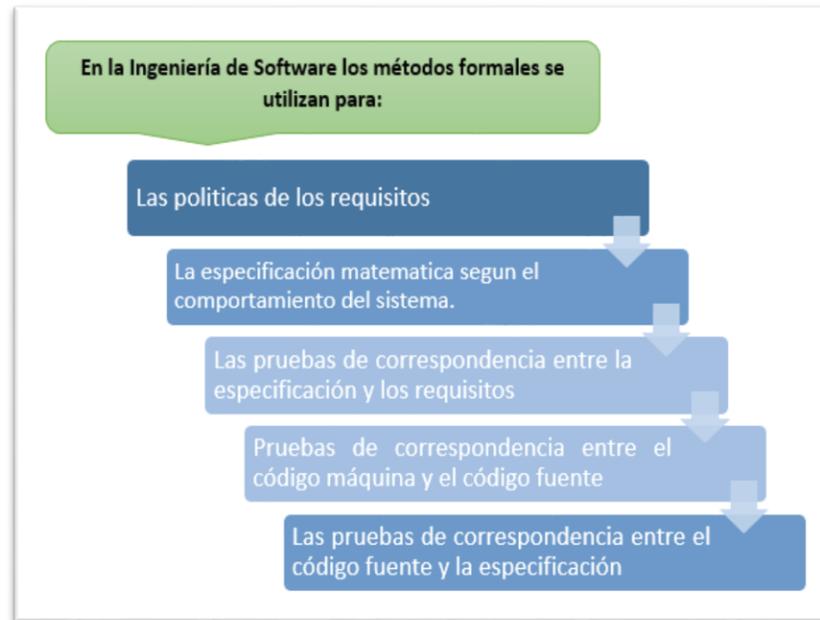
Entre los fundamentos matemáticos de los métodos formales se pueden citar:

- **Lógica de primer orden y teoría de conjuntos:** Se utilizan para especificar el sistema mediante estados y operaciones, de tal forma que los datos y sus relaciones se describan detalladamente, sus propiedades se expresen en lógica de primer orden, y la semántica del lenguaje tenga como base la teoría de conjuntos.
- **Algebraicos y de especificación ecuacional:** Describen las estructuras de datos de forma abstracta para establecer el nombre de los conjuntos de datos, sus funciones básicas y propiedades mediante fórmulas ecuacionales, en las que no existe el concepto de estado modificable en el tiempo.

- **Redes de Petri:** Establecen el concepto de estado del sistema mediante lugares que pueden contener marcas, y hacen uso de un conjunto de transiciones con pre y postcondiciones, para describir cómo evoluciona el sistema, y cómo produce marcas en los puntos de la red.
- **Lógica temporal:** Se utiliza para describir los sistemas concurrentes y reactivos, poseen una amplia noción de tiempo y estado. Sus especificaciones describen las secuencias válidas de estados -incluyendo los concurrentes- en un sistema específico[40].

Luego de todo esto surge la pregunta: ¿para que se utilizan los métodos formales en la Ingeniería De Software?, es respondida a continuación en la figura 62.

Figura 62 Utilización de métodos formales para Ingeniería De Software.



Fuente. Autor.



### 3.3 IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE PRODUCTOS EVALUADOS SEGÚN ESTIMACIÓN ASOCIADA A LA POSIBLE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD.

Según **R. S. Pressman** el producto debe entenderse como la materialización o culminación del proyecto que reúne las características planeadas para satisfacer las necesidades requeridas[13]. Sin embargo, existen dos tipos de ellos:

- **Productos Genéricos:** son sistemas aislados producidos por una organización de desarrollo y que se venden al mercado abierto a cualquier cliente que le sea posible comprarlos. Ejemplos de este tipo de producto son el software para PCs tales como base de datos, procesadores de texto, etc.
- **Productos Personalizados (O Hechos A Medida):** son sistemas requeridos por un cliente en particular. un contratista de software desarrolla el software especialmente para ese cliente. Ejemplos de este tipo de software son los sistemas de control para instrumentos electrónicos, sistemas desarrollados para llevar a cabo procesos de negocios específicos y sistemas de control de tráfico aéreo[12].

Debido a la catalogación anterior, en la discriminación realizada en el capítulo II fueron identificados los tipos de productos en el desarrollo de aplicaciones móviles y web evaluados según estimación asociada a la posible calidad y productividad que generan éstas herramientas en la sociedad siendo focalizados como **Productos personalizados (o hechos a medida)**, en vista de ser sistemas realizados con la finalidad de ser orientados a un tipo de cliente (cada uno dependiendo de la temática abordada en el trabajo) bajo una academia universitaria, sin finalidades de lucro, por el contrario, con el objetivo clave de ser requisito de trabajos de grado de pregrado o maestría, tanto para Ingeniería En Telecomunicaciones como para Ingeniería Electrónica.

Por mencionar algunos tópicos para comprobar que dichos productos encajan en la catalogación expuesta se pueden destacar diseños de sistemas de reconocimiento de voz, adquisición y procesamiento de señales electromiográficas, desarrollo de plataforma de enseñanza para sistemas de conmutación, sistemas de control basados en la elaboración de algoritmos, entre otros, puntualizados en Software tipo web y Software tipo Móvil.

Esencialmente los hace productos personalizados el hecho de no haber sido productos hechos por una organización de desarrollo para ser vendidos al público en general, sino requeridos por una persona (tesista en éste caso particular) para satisfacer una necesidad hallada como problemática a abordar.

Por último, si hizo visible que se crea un modelo de convergencia entre la Ingeniería En Telecomunicaciones y la Ingeniería Electrónica en la medida en que la interacción se hace cada vez más constante en la elaboración de dispositivos electrónicos y los protocolos de comunicación que los interconecta, tanto así, que los patrones de calidad, métodos para elaboración de herramientas son generalizados, las políticas y normas rigen a ambas.



Por mencionar alguna entidad, la IEC (International Electrotechnical Commission, Comisión Electrotécnica Internacional), normaliza áreas de la electrónica y comunicaciones tales como la electrotecnia contando con un comité especial sobre interferencias de electromagnéticas en radiofrecuencia, o por otro lado la ISO (International Organization for Standardization, Organización Internacional de Normalización), cuyas normas rigen a las dos carreras objeto de estudio en éste trabajo, con evidencia de que algunas de las normas de estas grandes entidades se destacaron como mediadoras para asegurar la calidad y llevar a buen término el ciclo de vida para generar herramientas en telecomunicaciones que sean productivas, serviciales a la sociedad al ser denominadas como punto de estudios, realización de prototipos que de una manera u otra fácilmente pueden ser llevadas a otro nivel de profundidad en mejoría, o dar a lugar a ser referencia de partida para próximos trabajos eventuales.



# CAPÍTULO IV

## PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

*Este último capítulo surge del producto de indagación y disertación acerca de la fundamentación bajo Ingeniería De Software para el desarrollo de aplicaciones en telecomunicaciones, culminando con la postulación de una metodología afianzada en PMI como asociación sin ánimos de lucro de dirección de proyectos.*



#### **4.1 FUNDAMENTACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE GUÍAS METODOLÓGICAS EN EL DESARROLLO DE APLICACIONES EN TELECOMUNICACIONES.**

En vista de hacerse necesaria la utilización de fundamentación para elaboración de la metodología en el desarrollo de aplicaciones para telecomunicaciones como base y punto de partida, fue estudiado el libro Guía De Fundamentos Para La Dirección De Proyectos (Guía del PMBOK) del que se extrajo la tabla 4 en la que se encuentra de forma resumida los procesos a tomar en cuenta para ejecutar correctamente un proyecto.

**Tabla 4 Matriz de proceso en la ejecución de proyectos bajo PMI.**

Áreas	Iniciación	Planificación	Ejecución	Monitoreo y Control	Cierre
<b>Gestión de integración</b>	Desarrollar acta de constitución	Desarrollar plan para la dirección del proyecto	Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto	Monitorear y controlar el trabajo del proyecto Realizar el control Integral de cambios	Cerrar el proyecto, o una de sus fases
<b>Gestión de alcances</b>		Planificar gestión de alcances Recopilar requisitos Definir alcances Crear EDT		Validar el alcance Controlar el alcance	
<b>Gestión de tiempo</b>		Planificar gestión de cronograma. Definir actividades Secuenciar actividades Estimar recursos Estimar duración Desarrollar cronograma		Controlar el cronograma	
<b>Gestión de costos</b>		Planificar manejo de costos Estimar costos Determinar presupuesto		Controlar costos	
<b>Gestión de calidad</b>		Planificar la calidad	Realizar el aseguramiento	Controlar la calidad	
<b>Gestión de recursos humanos</b>		Planificar gestión de recursos humanos	Adquirir el equipo Desarrollar el equipo Gestionar el equipo		
<b>Gestión de comunicación</b>		Planificar gestión de comunicaciones	Gestionar comunicaciones	Controlar comunicación	
<b>Gestión de riesgos</b>		Planificar gestión de riesgos Identificar riesgos Realizar análisis cualitativo Realizar análisis cuantitativo Planificar respuesta		Controlar los riesgos	
<b>Gestión de adquisiciones</b>		Planificar gestión de adquisiciones	Efectuar adquisiciones	Controlar adquisiciones	Cerrar adquisiciones
<b>Gestión de interesados</b>	Identificar interesados	Planificar gestión de interesados	Gestionar relaciones con interesados	Controlar relaciones con interesados	

Fuente. [41].

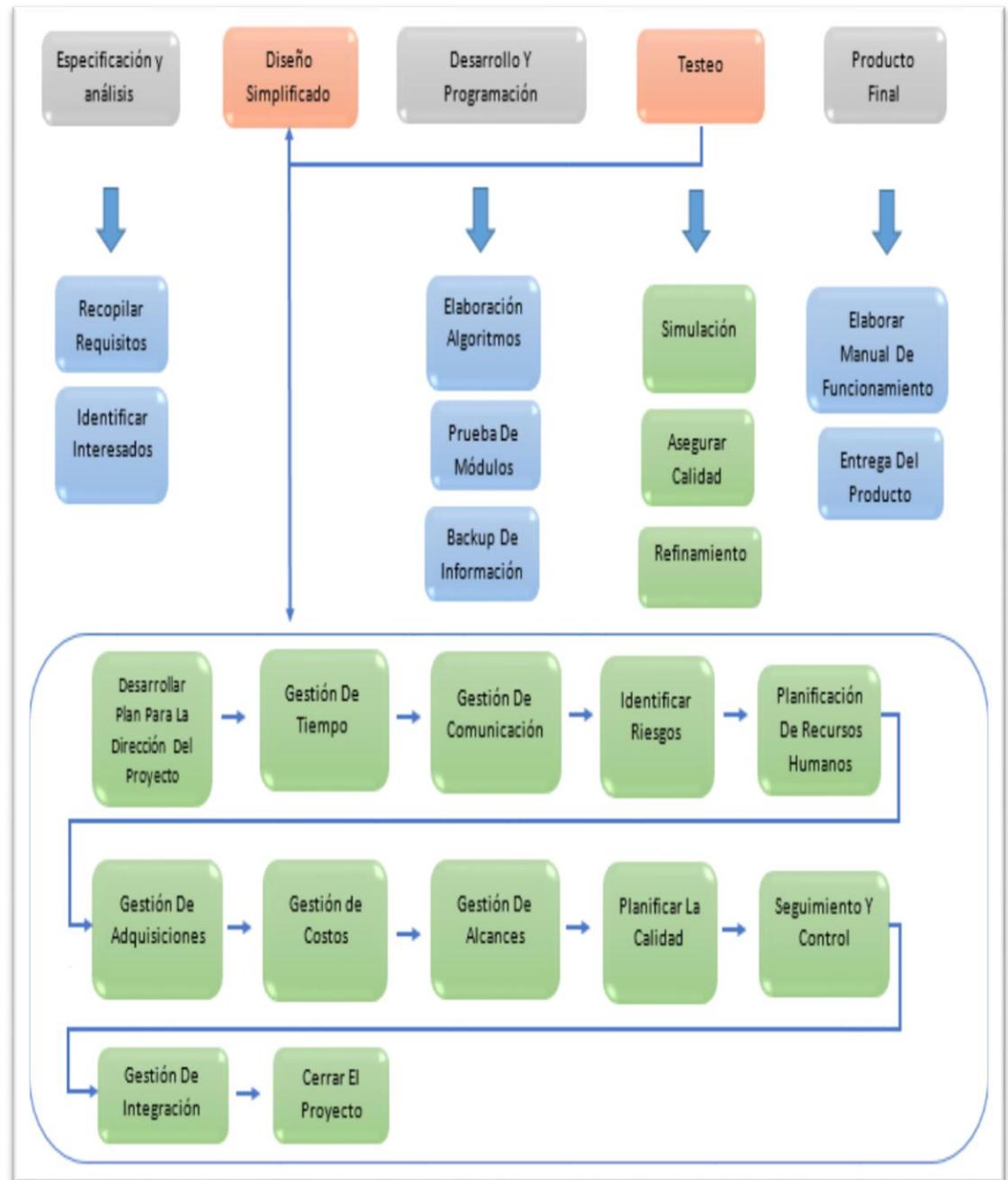


## 4.2 METODOLOGÍA

Es destacable el hecho de la que presente metodología expuesta a continuación tuvo base en la escogencia de un modelo clásico y un modelo reciente para el desarrollo de software bajo Ingeniería De Software. Por una parte, el **Modelo Clásico Evolucionario** permite hacer los incrementos en el ciclo de vida del software de manera secuencial orientándose al desarrollo de aplicaciones y prototipos, por lo que da cabida a una retroalimentación importante ante **Aplicaciones Web** en telecomunicaciones. Por la otra parte, el **Modelo Reciente XP** como metodología ágil enmarca lo necesario para reducir riesgos en el ciclo de vida del **Software Móvil** en telecomunicaciones, mediante grupos de desarrollo pequeños (programación en pares) lo que prevé una disminución de errores en la fase de elaboración de algoritmos o líneas de código[14].

Analizando ambos métodos, fueron tomadas en cuenta las características más relevantes para la creación de una metodología generalizada para desarrollar aplicaciones web y móviles con orientación a las Telecomunicaciones bajo fundamentación PMI. La figura 63 muestra la mencionada recopilación abordada en un esquema metodológico.

Figura 63 Etapas de la metodología para el desarrollo de aplicaciones web y móviles en Telecomunicaciones.



Fuente. Autor.



La metodología propuesta se encuentra delimitada en cinco fases nombradas: Especificación Y Análisis, Diseño Simplificado, Desarrollo Y Programación, Testeo, y Finalmente Producto Final. Las fases de diseño simplificado y Testeo se encuentran en color diferente a las demás, con la finalidad de resaltar que entre ellas existe una retroalimentación, en caso de no cumplir con las metas en la fase de testeo, el producto puede volver a la fase de diseño simplificado con el fin de ser corregido o en el peor de los casos descartado.

Ahora serán descritas cada una de las actividades que entran en juego en cada etapa de esta metodología en los ítems a continuación.

Cabe destacar que las actividades enmarcadas dentro de la fase de diseño simplificado se extienden desde el principio del ciclo de vida del proyecto hasta su finalización, esto brinda complejidad y asegura el constante monitoreo de mismo en cualquier momento de ser necesario.

#### **4.2.1 ESPECIFICACIÓN Y ANÁLISIS (FASE I)**

Siendo la primera fase, es foco de análisis y recopilación de requerimientos por parte del futuro usuario empresa o institución para la cual se elaborará el producto final, en otras palabras, esta primera parte del ciclo de vida genera el problema a abordar.

##### **4.2.1.1 RECOPIRAR REQUISITOS**

La recopilación de requisitos no es otra cosa que el compendio de características para la elaboración de producto sugeridas por el usuario, en la que indica una problemática en la que se encuentra y solicita solución al desarrollador. Posteriormente son categorizados dichos requisitos. La recopilación comúnmente es extraída de una conversación con el cliente, en la que los datos son almacenados y llevados en registros.

##### **4.2.1.2 IDENTIFICAR INTERESADOS**

Dado el caso de no contar con un cliente que requiera el servicio de desarrollo de las aplicaciones, sino que se quiera abordar a un mercado abierto para venta de aplicaciones, se puede elaborar un producto bajo características de un público generalizado bajo ciertas particularidades que puedan necesitar. Es entonces cuando surge un estudio de las problemáticas, quejas y reclamos de los servicios web y móviles que se presentarse comúnmente y abordar las soluciones pertinentes.

## 4.2.2 DISEÑO SIMPLIFICADO (FASE II)

En vista de basarse la metodología propuesta en el modelo de desarrollo ágil XP se licita que, en lugar de planear un sistema complejo, se plantee un sistema sencillo, que fácilmente puede irse enriqueciendo en posteriores fases a esta o generar una retroalimentación que permita adicionar características al producto final antes de ser distribuido. A esto se adiciona el hecho de definir pautas relevantes del PMI que se despliegan a lo largo de todo el mapa metodológico, pero son definidas en esta fase como referencia teórica que da orden al proyecto.

### 4.2.2.1 DESARROLLAR PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO

Esta actividad incluye las acciones pertinentes para definir, integrar y coordinar las acciones de forma ordenada, es decir la forma en la que debe ejecutarse, ser supervisado, controlado y dado por cerrado el proyecto. La actividad descrita consta de entradas, herramientas, técnicas y salidas mostradas a continuación en la tabla 5.

**Tabla 5. Desarrollo del plan para la dirección del proyecto.**

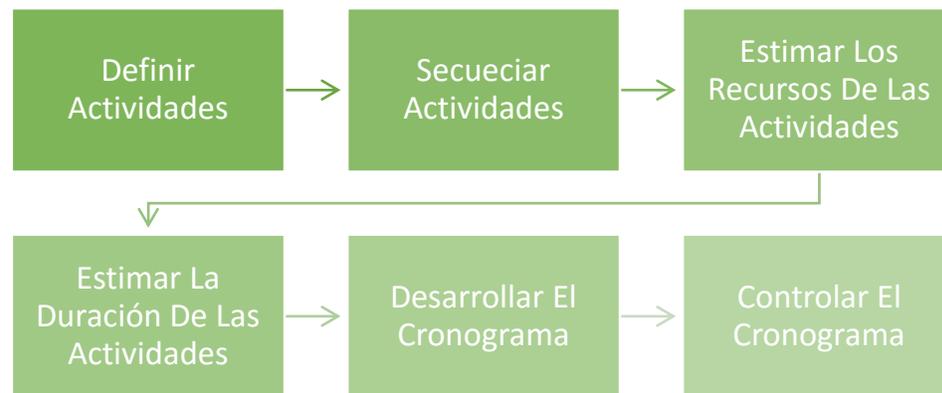
Entradas	Herramientas Y Técnicas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"><li>•Acta de constitucion del proyecto</li><li>•Factores ambientales de la empresa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Juicio de expertos</li><li>•Tecnicas de facilitación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Plan para la direccion del proyecto</li></ul>

Fuente. [41].

### 4.2.2.2 GESTIÓN DE TIEMPO

Claramente es vital establecer acciones de forma ordenada bajo calendarización o cronograma lo que asegura la determinación de tiempos, balanceando los gastos y posibles pérdidas en la ejecución del proyecto. De esta forma se logra el aseguramiento de que los elementos del proyecto estén debidamente coordinados e incluye sólo el trabajo requerido. Esto lo refleja la figura 64.

Figura 64 Gestión de tiempo en el proyecto según PMI.



Fuente. [41].

#### 4.2.2.3 GESTIÓN DE COMUNICACIÓN

De forma sencilla la actividad está orientada a identificar y hacer posible la forma en la que el recurso humano equipo de trabajo y todos los interesados con el proyecto se va a comunicar interna y externamente, esto con la finalidad de proveer interacción en los diferentes estamentos y permitir un flujo iterativo casi que de forma paralela en vez de secuencial lo que finalmente va a influir en la disminución de tiempos de entrega y cumplimiento de calendarización. Para cumplir con esto es necesario:

- Análisis de requisitos de comunicaciones.
- Tecnología de comunicaciones.
- Modelos de comunicaciones.
- Métodos de comunicación.
- Reuniones[41].

#### 4.2.2.4 IDENTIFICAR RIESGOS

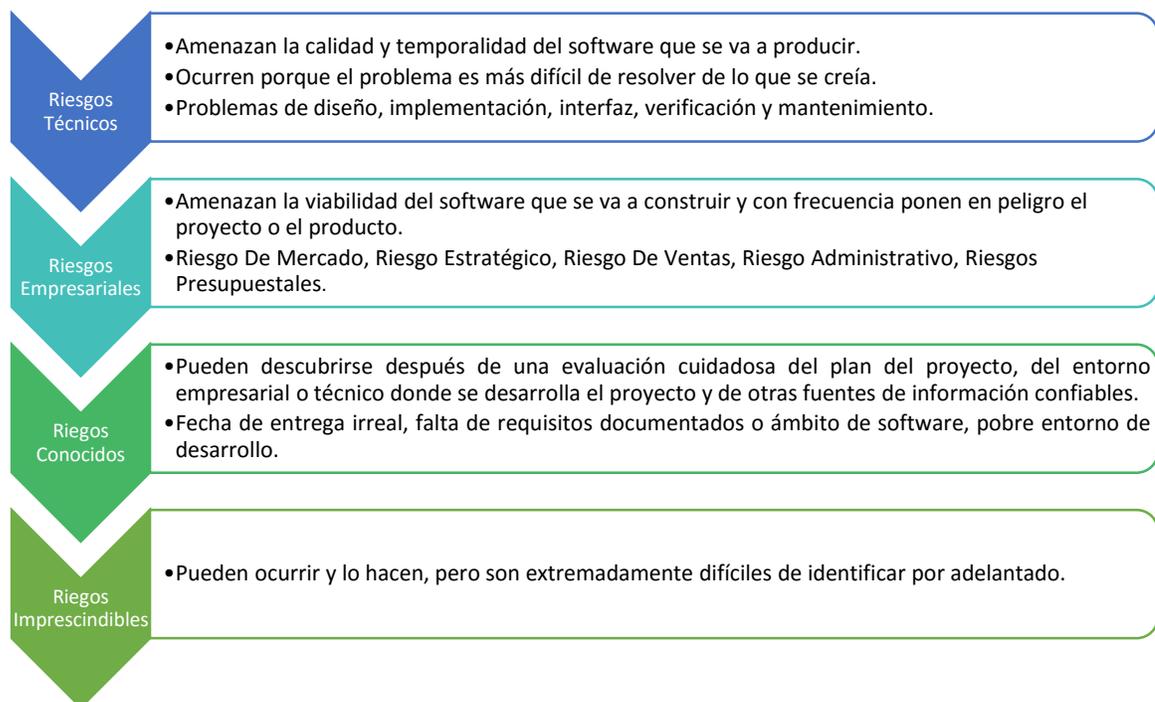
Los riesgos del proyecto amenazan el plan del mismo, es decir, si los riesgos del proyecto se vuelven reales, es probable que el calendario se deslice y que los costos aumenten. Los riesgos del proyecto identifican potenciales problemas de presupuesto, calendario, personal (tanto técnico como en la organización), recursos, participantes y requisitos, así como su impacto sobre un proyecto de software.

No todos los riesgos pueden evitarse totalmente, pero si es posible disminuirlos y evitarlos de la siguiente forma:

- Alentando el trabajo en equipo.
- Enfatizar un proceso continuo.
- Tomando una visión de previsión.
- Integrando los riesgos en el proceso de software.
- Desarrollando una visión de producto compartida.
- Manteniendo una perspectiva global de los mismos.
- Alentando a la comunicación abierta en el personal[13].

De forma puntual y resumida los cuatro tipos de riesgos más relevantes pueden verse en la figura 65.

Figura 65 Riesgos más relevantes en un proyecto de software.



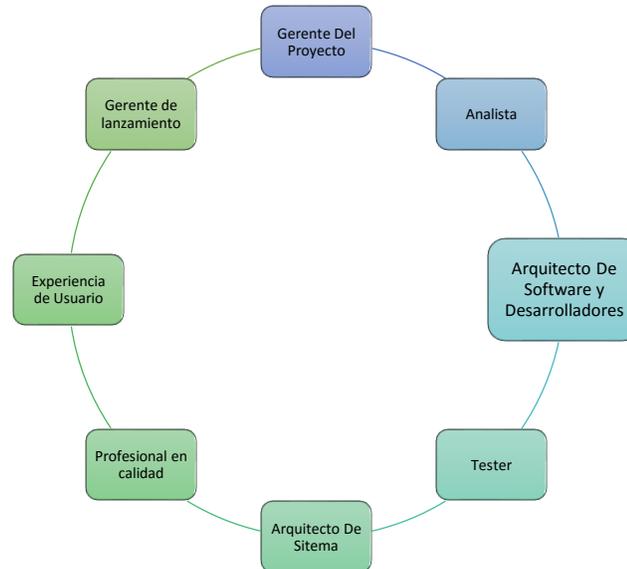
Fuente. [13].

#### 4.2.2.5 PLANIFICACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Evidentemente es una de las partes vitales en la puesta en marcha de cualquier proyecto, la planificación de recursos humanos determina la inclusión de personal, horarios de trabajo, reconocimiento y seguridad de los mismos, así como el rol que desempeñará cada uno de ellos, debe comenzarse por evaluar el ámbito del software y seleccionar las habilidades requeridas para completar el desarrollo, así como la posición organizacional[13].

Una definición de roles arbitraria sería la mostrada en la figura 66 a continuación.

Figura 66 Recursos humanos distribuidos por roles.



Fuente. Autor.

#### 4.2.2.6 GESTIÓN DE ADQUISICIONES

Los materiales son aquellos recursos físicos y técnicos necesarios para que los recursos humanos puedan trabajar cómodamente y según los requerimientos del software móvil o web que vayan a desarrollar, por mencionar algunos se tienen elementos como, cableado, instalaciones eléctricas, computadores, conexión a internet, lugares de trabajo y de esparcimiento, elementos de medición, acceso a documentación necesaria y objetos de comunicación que permitan la agilidad de los procesos entre los diferentes estamentos establecidos en el cronograma.

#### 4.2.2.7 GESTIÓN DE COSTOS

La estimación de costos es el proceso de desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto. La principal ventaja de este proceso es que determina la cantidad de costo requerido para completar el trabajo del proyecto[41].

Cabe destacar que, para esta **Fase I**, es la última actividad en vista de que se requiere planear con anticipación, los anteriores ítems para establecer un estudio factible de costos, aunque según sea el caso puede haber una variación de ellos en algún punto del ciclo de vida del proyecto por los ya definidos riesgos imprescindibles.

Una forma de realizar la estimación de costos se detalla en la tabla 6.

**Tabla 6 Estimación de costos**

Entradas	Herramientas Y técnicas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Plan de gestión de costos</li><li>• Línea de base de alcance</li><li>• Plan de gestión de recursos humanos</li><li>• Registro de riesgos</li><li>• Registro de materiales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estimación análoga</li><li>• Estimación Paramétrica</li><li>• Estimación ascendente</li><li>• Costo de calidad</li><li>• software de estimación de costos.</li><li>• técnicas de grupo de decisión</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estimación de costos de las actividades</li><li>• base de los estimados</li><li>• actualizaciones de la documentación del proyecto</li></ul>

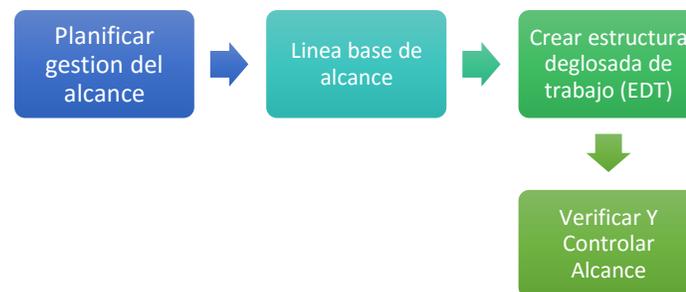
Fuente. [41].

#### 4.2.2.8 GESTIÓN DE ALCANCE

Es un proceso de crear un plan de Gestión del alcance que documenta cómo se dará cumplimiento al proyecto, este será definido, validado y controlado. El beneficio principal de este proceso es que provee de guía y dirección de cómo el alcance será gestionado a través del proyecto[41].

La figura 67 recopila la gestión de alcance.

Figura 67. Planificación de alcance en el proyecto.



Fuente. [41].

#### 4.2.2.9 PLANIFICAR LA CALIDAD

En el sentido más general se define como el proceso eficaz de software que se aplica de manera que crea un producto útil que proporciona valor medible a quienes lo producen y a quienes lo utilizan. El tipo de materiales, tolerancias y especificaciones del desempeño, todo contribuye a la calidad del diseño[13].

Planificarla entonces consiste en identificar los estándares de calidad tales como SixSigma, ISO, CMM, entre otros y como satisfacerlos. Además de planificar la calidad, ésta debe ser diseñada con ajustes que se amolden al proyecto con posterior incorporación.

Todo el camino para lograrla puede verse resumido en:

- Reuniones.
- Un producto útil.
- Costos de la calidad.
- Muestreos estadísticos.
- Un proceso eficaz de software.
- Herramienta teóricas y técnicas de calidad.
- Agregar valor para el productor y para el usuario[41].

#### 4.2.2.10 SEGUIMIENTO Y CONTROL

Consiste en recoger, medir y difundir información sobre el desempeño, y para evaluar las mediciones y tendencias para mejorar el proceso. Este proceso incluye el seguimiento y minimización de los riesgos y el informe del estado del proyecto (medición del avance) a los integrantes del mismo[41].

#### 4.2.2.11 GESTIÓN DE INTEGRACIÓN

El plan para la dirección del proyecto, el enunciado del alcance del proyecto y otros productos entregables deben mantenerse actualizados mediante la gestión cuidadosa y continua de los cambios, ya sea rechazándolos o aprobándolos, de tal manera que los cambios aprobados se incorporen a una línea base revisada[41]. Ver figura 68.

Figura. 68 seguimiento y control del trabajo.



Fuente.[41].



#### **4.2.2.12 CERRAR EL PROYECTO**

Cerrar el proyecto consiste en los procedimientos para coordinar las actividades finales, verificar y documentar los entregables e investigar los motivos por los cuales se tomaron ciertas acciones en el caso de que se dé por finalizado antes de ser completado[41].

#### **4.2.3 DESARROLLO Y PROGRAMACION (FASE III)**

Esta fase consiste en llevar a cabo la implementación de la idealización del software, de igual manera a las demás posee un conjunto de actividades que complementan y enriquecen el alcance del producto. Al finalizar debe estar listo el producto en cuanto a requerimientos y pruebas unitarias para poder avanzar a la siguiente que consisten en la realización de testeos de mismo en dispositivos reales.

##### **4.2.3.1 ELABORACIÓN DE ALGORITMOS**

La elaboración de algoritmos es la escritura en el lenguaje de programación seleccionado para el desarrollo de las aplicaciones web o móviles, esto es ajustable a los requerimientos del producto y a la capacitación del equipo de recursos humanos.

Esta parte constituye:

- Diseño de interfaz de usuario.
- Diseño de movilidad y portabilidad.
- Los protocolos de comunicación necesarios.
- Uso simplificado con enfoque al usuario final.
- El modelado del contenido que permita interacción.
- El modelado de la aplicación en cuanto a arquitectura.

Por estar basada esta propuesta de metodología en el método XP se sugiere que la actividad de desarrollo de algoritmos sea ejecutada en parejas que cuyas características más relevantes son vistas a continuación en la figura 69.

Figura 69 Elaboración de algoritmos en pareja.



Fuente. [42].

#### 4.3.3.2 PRUEBAS DE MÓDULOS

Las pruebas de módulos o pruebas unitarias son verificaciones de los elementos desarrollados tales como objetos, clases, actividades, etc., con el fin de evaluar el funcionamiento de la aplicación a mediana escala y corregir a tiempo pequeños grupos de líneas de código[43]. Las ventajas y características son visualizadas en la figura 70.

Figura 70 Características y ventajas de las pruebas de módulos.



Fuente. [43].



#### 4.2.3.3 BACKUP DE INFORMACIÓN

Parte esencial por si ocurren errores de sistema, apagones repentinos, daños físicos o de software en la estación o estaciones de trabajo. En vista de ser el desarrollo y elaboración de líneas de código parte valiosa por el tiempo invertido y verificación de su correcto funcionamiento, bajo los lineamientos esperados según requerimientos del producto final con herramientas como pruebas de módulos o unitarias, se hace estrictamente necesaria la documentación de dicho código, elaborando un pequeño informe, entendible con la adecuada actualización en caso de haber cambios.

#### 4.2.4 TESTEO (FASE IV)

La fase propuesta como testeo está dedicada en el aseguramiento de que el producto funciona correctamente, bajo pruebas que estiman la puesta en marcha en tiempo real con la gran mayoría de condiciones posibles en el uso que pueda dar el cliente. Si por algún motivo se encuentra que el producto no es el esperado o posee errores de algún tipo se adicionó un lazo que permite el retorno al diseño simplificado donde se vuelven a ejecutar todas o algunas actividades, según sea necesario, lo que además de ser objetivo de claras correcciones, también puede ser eficiente como retroalimentación a producción de nuevo software o reciclaje del mismo.

##### 4.2.4.1 SIMULACIÓN

Incluye el conjunto de tareas en un entorno controlado bajo software que simula ser los dispositivos en los que correrá la aplicación en cuya ejecución se evalúa que el software desarrollado implementa correctamente funciones específicas dadas en los requerimientos por el cliente. Tal como en las pruebas unitarias, la documentación de esta parte debe ser anexada en las anotaciones pertinentes al desarrollo del código[13].

##### 4.2.4.2 ASEGURAR CALIDAD

En el desarrollo del software la calidad de las aplicaciones se incluye el grado en el que el diseño cumple las funciones y características especificadas en el modelo de requerimientos, se centra en el grado en el que la implementación se apega al diseño y en el que el sistema resultante cumple sus metas de requerimientos y desempeño.

Para ello, existen normas técnicas de instituciones encargadas en tal fin, sin embargo, hay formas teóricas para evaluar la calidad del software producido, por lo que se somete a colación los **Factores De La Calidad De McCall** observadas en la figura 71, donde el autor se centra en tres aspectos importantes del producto de software: sus características operativas, su capacidad de ser modificado y su adaptabilidad a nuevos ambientes[13].

Figura 71 Definición de actividades.



Fuente. [13].

Para dar profundidad a lo expuesto en la figura 4.8 a continuación se realizaron las siguientes definiciones:

- **Corrección:** Grado en el que un programa satisface sus especificaciones y en el que cumple con los objetivos de la misión del cliente.
- **Confiabilidad:** Grado en el que se espera que un programa cumpla con su función y con la precisión requerida [debe notarse que se han propuesto otras definiciones más completas de la confiabilidad].
- **Eficiencia:** Cantidad de recursos de cómputo y de código requeridos por un programa para llevar a cabo su función.
- **Integridad:** Grado en el que es posible controlar el acceso de personas no autorizadas al software o a los datos.
- **Usabilidad:** Esfuerzo que se requiere para aprender, operar, preparar las entradas e interpretar las salidas de un programa.
- **Facilidad de recibir mantenimiento:** Esfuerzo requerido para detectar y corregir un error en un programa.
- **Flexibilidad:** Esfuerzo necesario para modificar un programa que ya opera.
- **Susceptibilidad de someterse a pruebas:** Esfuerzo que se requiere para probar un programa a fin de garantizar que realiza la función que se pretende.
- **Portabilidad:** Esfuerzo que se necesita para transferir el programa de un ambiente de sistema de hardware o software a otro.
- **Reusabilidad:** Grado en el que un programa (o partes de uno) pueden volverse a utilizar en otras aplicaciones (se relaciona con el empaque y el alcance de las funciones que lleva a cabo el programa).



- **Interoperabilidad:** Esfuerzo requerido para acoplar un sistema con otro.

#### **4.2.4.3 REFINAMIENTO**

En esta actividad final de la Etapa IV, luego de que se hace se lleva a cabo el desarrollo, pruebas de testeo, puede hacerse un mejoramiento de acuerdo a experiencias en el manejo de la aplicación por parte del equipo de trabajo y de los mismos usuarios en reuniones pertinentes para ello. En esta parte de nuevo se actualiza el documento, redactando las mejoras realizadas.

#### **4.2.5 PRODUCTO FINAL (FASE V)**

Dado por finalizado el producto con atención a todos los requerimientos se da por terminada la aplicación ya sea web o móvil, lo que corresponde a esta fase final, donde se vuelve a actualizar el documento del proyecto, se dan las instrucciones de manejo al usuario y se entrega su solicitud culminada con éxito.

##### **4.2.5.1 ELABORAR MANUAL DE FUNCIONAMIENTO**

Aunque los requerimientos iniciales son dados por el cliente, para dar solución a la problemática que planteó, en el camino de desarrollo fueron diseñadas ciertas condiciones que evidentemente no se conocerán si no se dan especificaciones de ello.

Puede darse un entrenamiento en el manejo de la aplicación si esto está dentro de lo acordado con el contrato, o sencillamente las indicaciones de manejo y funcionamiento pueden ser consignadas en un manual que destaque las principales características técnicas.

Para este caso las líneas de código solo quedaran consignadas en las documentaciones de la empresa elaboradora, es la parte más valiosa y ardua en trabajo, y muy posiblemente esto no sea de interés al usuario.

##### **4.2.5.2 ENTREGA DEL PRODUCTO**

Aquí entra en juego la forma de distribuir la aplicación como producto final con el fin de adecuarlos según sea el mercado. Por redacciones estipuladas en capítulos anteriores se puede decir que estos canales son:

- Tiendas físicas
- Tiendas de aplicaciones
- Operadores de servicios
- Directamente al solicitante
- Entre otros



## CONCLUSIONES

Luego de haber cumplido con la ejecución de actividades propuestas en el cronograma para alcanzar la **Elaboración De Una Guía Metodología Como Herramienta De Aplicación De La Ingeniería De Software En El Desarrollo De Aplicaciones Para Telecomunicaciones**, se puede decir que:

- La Ingeniería De Software es un área que brinda las herramientas teóricas necesarias para el desarrollo adecuado de software, en ella se especifican modelos, métodos, procesos para la correcta ejecución de proyectos de este tipo, con la caracterización particular de prevenir costos, pérdida de tiempo innecesaria y descartar procedimientos no adecuados en los que se puede llegar a incurrir, obteniendo entonces un producto final que satisface las necesidades y requerimientos de uno o más usuarios, aportando al trabajo de calidad.
- Hablar de Ingeniería De Software, común y erróneamente se cree que está ajustada a carreras como Ingeniería De Sistemas. Aunque no se puede negar que inicialmente, este tipo de ingenieros eran los encargados del desarrollo de software, la demanda y competitividad globalizada ha sido punto de nacimiento de convergencia con otras áreas de conocimiento, lo que da como fruto la aparición de entes y organizaciones que regulan a través de leyes, normativas y demás, la ejecución de proyectos, desde su inicio hasta la culminación del mismo. Permitiendo adicionalmente lluvia de ideas en solución de necesidades provenientes de diferentes profesionales.
- En el proceso de búsqueda y selección de material bibliográfico e infográfico, en cuanto a trabajos realizados en las dos áreas de conocimiento escogidas durante el proceso (Ingeniería En Telecomunicaciones e Ingeniería Electrónica), se encontró que algunas bases de datos no estaban totalmente actualizadas, entre otras cosas, son muchos los trabajos realizados con orientación a desarrollo de aplicaciones web y móviles en telecomunicaciones, sin embargo indiferentemente a si son basadas en pilares de Ingeniería De Software, muchos son archivados como requisito de grado, lo que hace que no se elabore una publicación al respecto en revistas o bases de datos ajenas a la universidad en la que se elaboró. Esto crea entonces que los porcentajes no sean totalmente puntuales, más bien, sean aproximados.
- Posteriormente a la búsqueda de material bibliográfico e infográfico, se hizo interesante no solo porcentualizar los trabajos software y no software, sino también hacer una subdivisión en aquellos orientados a otras áreas con el fin de realizar una comparación general entre ellos. En un total de 1465 documentos estudiados dentro de los años y zonas de conocimientos estipuladas, los trabajos tipo software representan la minoría con un 7% frente al 93% distribuidos en categorías como :1. Redes, Telemática Y Antenas (22%), 2. Diseño E Implementación (30%) y, Estudios, Manuales Técnicos Y Metodologías (48%).



- En este sentido para la sección de trabajos tipo software la gran mayoría presentó simpatía en el diseño de Aplicaciones Móviles En Telecomunicaciones representando el 84%, en cambio el restante 16%, se destacó por desarrollar aplicaciones web en Telecomunicaciones. Aunque este tipo de trabajos indica solo una pequeña porción dentro de esos 1465 documento discriminados, demuestra que carreras como Ingeniería En Telecomunicaciones e Ingeniería Electrónica, aunque sea en menor medida, adelanta proyectos alusivos a La Ingeniería De Software.
- Por otra parte, es preocupante que de todos los diseños de aplicaciones en telecomunicaciones web y móviles solo el 4% se fundamentaron en pilares de Ingeniería De Software, en cambio, el 96% aunque obtuvieron buenos resultados, desarrollaron proyectos de forma casi empírica, lo que significa la exposición al fracaso en la obtención del producto final, no aseguramiento de calidad del mismo, una posible ejecución desordenada en el adelanto de actividades en ciclo de vida y pérdidas de tiempo y dinero.
- Por tratarse de trabajos académicos los tomados en cuenta, los entornos de desarrollo fueron controlados, los sistemas de desarrollo se caracterizaron por ser de tipo educativo lo que sugiere ser una licencia gratuita, donde se cuentan con características básicas, pero a la vez con resultados muy buenos.
- El punto diferenciador en el enfoque entre el software tradicional y software reciente radica en el grado de rigidez en el desarrollo de las actividades en el ciclo de vida por parte del primero, aunque el valor significativo de minimizar errores es evidente en los modelos clásicos y apuntan en gran medida a la calidad del mismo, por ende, puede incurrir en retrasos a la hora de hacer retrospectión. En cambio, los modelos recientes permiten flexibilidad para acortar los tiempos de cumplimiento y entrega de productos. El punto crucial de la propuesta metodológica planteada se enfoca directamente en combinar un modelo de cada tipo de desarrollo de software en Telecomunicaciones (Para el clásico el modelo Iterativo y para el reciente el modelo XP), así se asegura tanto agilidad como eficacia y calidad, adicionando ahorro de tiempo y dinero.
- El mayor beneficio al elaborar este trabajo radica en el hecho de contar con un inicio teórico que enmarca lo más destacable e importante en lo que a ingeniería de software se refiere, luego el posible lector encontrará datos reales recientes, que indican la evolución y zonas de concentración en las que se enfocan los estudiantes de Ingeniería En Telecomunicaciones e Ingeniería Electrónica al momento de realizar una tesis como requisito de grado, finalizando entonces con una propuesta metodológica que colecciona pautas en PMI (Project Management Institute), ofreciendo lo esencial en ejecución de proyectos desde el inicio hasta su cierre. Se concibió la idea de retroalimentación en la metodología con la finalidad de evitar el descarte del diseño y desarrollo de las aplicaciones, lo que asegura la corrección y mejoramiento del producto, así como la reutilización de código.



## RECOMENDACIONES

- Se recomienda, considerar las características del entorno sistemático donde se ejecutarán aplicaciones, garantizando de esta manera el correcto funcionamiento. Comúnmente es verificada esta parte en el testeado y simulación.
- Se recomienda, indiscutiblemente antes de someterse a desarrollar Aplicaciones Web Y Móviles En Telecomunicaciones, realizar un recorrido por las pautas necesarias sumergidas en la Ingeniería De Software, así como documentarse en la ejecución de proyectos.
- Se recomienda, a las universidades, la inclusión de cursos de Desarrollo de aplicaciones móviles y web bajo, ya que las exigencias del mercado laboral requieren profesionales capacitados en esta línea.
- Se recomienda, puntualizar en la determinación de qué tipo de mercado van a ser lanzadas las aplicaciones, esto contribuye a un mejor planteamiento del problema cuando no se cuenta con una experiencia de usuario o población a entrevistar.
- Se recomienda, a futuro someter a evaluación la metodología propuesta en este trabajo con la finalidad de verificar su funcionamiento en grupos de trabajo superior o igual a 6 estudiantes, así se aseguraría el trabajo por pares y la veracidad del contenido teórico sería reafirmado en forma experimental bajo trabajos académicos con interacción continua en dichos pares.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS EN INFOGRÁFICAS

- [1] UNIVERSIA, “Emplea Universia.”
- [2] B. Bruegge and H. D. Allen, *Ingeniería de software orientada a objetos*, vol. 1. 2002.
- [3] J. M. M. Guerrero and C. A. S. Delgado, “Guía Metodológica Levantamiento y análisis de Requerimientos de Software con base en procesos de negocio,” 2011.
- [4] “¿Qué es PMI?” [Online]. Available: <https://americalatina.pmi.org/latam/AboutUS/WhatisPMI.aspx>. [Accessed: 07-Dec-2015].
- [5] C. V. Castillo, “¿ Instructivismo o constructivismo?: Guía multimedia para el desarrollo de software educativo,” *IX Congr. Argentino Ciencias la ...*, pp. 1–12, 2003.
- [6] P. R. Puentes and S. Romero, “Propuesta metodológica para la gestión de proyectos de software bajo estándar PMI,” 2012.
- [7] J. del P. R. Tenjo, “Modelo de Negocio para la pequeña empresa software: Una propuesta de implantación utilizando CMMI Nivel,” *Eff. Br. mindfulness Interv. acute pain Exp. An Exam. Individ. Differ.*, vol. 1, p. 10, 2008.
- [8] Resolución No. 50, “Consejo profesional nacional de ingenierías eléctrica, mecánica y profesiones afines. Resolución No. 50 del 2 de septiembre de 2008,” no. 50, pp. 1–19, 2008.
- [9] “Universidad de Medellín - Información general.” [Online]. Available: <http://www.udem.edu.co/index.php/2012-10-12-13-19-26/ingenieria-de-telecomunicaciones/informacion-general>. [Accessed: 24-Nov-2015].
- [10] Unimedios, “Ingeniería Electrónica - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales,” 2016. [Online]. Available: <http://www.manizales.unal.edu.co/index.php/ingenieria-electronica>. [Accessed: 16-Mar-2016].
- [11] Universidad De Los Andes, “Ingeniería Electrónica.” [Online]. Available: <https://ingenieria.uniandes.edu.co/ingenieria-electronica>. [Accessed: 16-Mar-2016].
- [12] I. Sommerville, *Ingeniería del software*. 2005.
- [13] R. S. Pressman and D. Ph, *Ingeniería del software, 7ma Ed.* 2010.
- [14] A. Weitzenfeld, *Ingeniería de software orientada a objetos con UML, Java e Internet*. 2005.
- [15] “www.ingenieriasw.com.” [Online]. Available: <http://www.ingenieriasw.com/articles/ProcesoUnificado.html>. [Accessed: 23-Mar-2016].



- [16] “Maestria en Gestion de Proyectos Informaticos - Unipamplona - Fundamentos Teóricos del Programa.” [Online]. Available: [http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_49/recursos/01\\_general/24012012/pag\\_fundamentos\\_sis.jsp](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_49/recursos/01_general/24012012/pag_fundamentos_sis.jsp). [Accessed: 30-Mar-2016].
- [17] Telmex, “Software de Aplicación - De Sistemas, Para Empresas, De Desarrollo - Telmex,” 2015. [Online]. Available: <http://www.telmex.com/web/articulos/sistemas-de-informacion/software-de-aplicacion>. [Accessed: 21-Nov-2015].
- [18] “3. SOFTWARE DE SISTEMAS INFORMÁTICOS TIPOS DE SOFTWARE SISTEMAS OPERATIVOS LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.” [Online]. Available: <http://fccea.unicauca.edu.co/old/software.htm>. [Accessed: 24-Nov-2015].
- [19] “Lección 3 Tipos de Aplicaciones.” [Online]. Available: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/233016/EXE\\_SAM/leccin\\_3\\_tipos\\_de\\_aplicaciones.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/233016/EXE_SAM/leccin_3_tipos_de_aplicaciones.html). [Accessed: 23-Mar-2016].
- [20] “Lección 16 Desarrollo Nativo.” [Online]. Available: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/233016/EXE\\_SAM/leccin\\_16\\_desarrollo\\_nativo.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/233016/EXE_SAM/leccin_16_desarrollo_nativo.html). [Accessed: 28-Mar-2016].
- [21] “Lección 19 Integración e Híbridas.” [Online]. Available: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/233016/EXE\\_SAM/leccin\\_19\\_integracin\\_e\\_hibridas.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/233016/EXE_SAM/leccin_19_integracin_e_hibridas.html). [Accessed: 28-Mar-2016].
- [22] C. G. Aransay, “Desarrollo de una guía para dispositivos móviles de establecimientos para celíacos en Logroño,” p. 138, 2013.
- [23] UNAD, “Seguridad en aplicaciones moviles,” 2016. [Online]. Available: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/233016/EXE\\_SAM/leccin\\_17\\_webapps.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/233016/EXE_SAM/leccin_17_webapps.html).
- [24] R. Llamosa Villalba, “INGENIERÍA SOFTWARE DE,” pp. 1–4, 2005.
- [25] R. MOYA CALDERON, “Estadística Descriptiva.” Ed. San Marcos., Perú., 1991.
- [26] M. Córdova-Zamora, *Estadística descriptiva e inferencial*. 1995.
- [27] “metodo estadistico.” [Online]. Available: <http://www.facmed.unam.mx/emc/computo/infomedic/presentac/modulos/modulo3/estadistica/clase1/>. [Accessed: 19-May-2016].
- [28] U. De Alicante, “Datos primarios y datos secundarios.” [Online]. Available: <http://personal.ua.es/es/francisco-frances/materiales/tema2/datos-primarios-y-datos-secundarios.html>. [Accessed: 19-May-2016].
- [29] “Universidad Industrial De Santander,” 2016. [Online]. Available: <http://tangara.uis.edu.co/>.
- [30] Uninacional, “Repositorio Uninacional,” 2016. [Online]. Available: <http://www.bdigital.unal.edu.co>.
- [31] “Universidad De Pamplona,” 2016. [Online]. Available: [www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co).



- [32] A. C. Alarcón Aldana, J. S. González Sanabria, and S. L. Rodríguez Torres, “Guía para pymes desarrolladoras de software, basada en la norma ISO/IEC 15504,” *Rev. Virtual Univ. Católica del Norte*, vol. 1, no. 34, pp. 285–313, 2011.
- [33] Admin, “ISO 9004,” Nov. 2013.
- [34] “iso9000-3 Scope and Overview.pdf.”
- [35] Z. Cataldi, “Calidad en la Industria del Software . La Norma ISO-9126,” 2000.
- [36] [Http://www.iso.org](http://www.iso.org), “ISO / IEC 12207: 2008 - Sistemas e ingeniería de software - los procesos del ciclo de vida del software,” 2008. [Online]. Available: [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=43447](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=43447). [Accessed: 04-Apr-2016].
- [37] U. D. L. P. D. G. Canaria, “Procesos del Softare,” 2008. [Online]. Available: [http://serdis.dis.ulpgc.es/~a034403/carpeta/is1/Apuntes/UT02. Procesos del software.pdf](http://serdis.dis.ulpgc.es/~a034403/carpeta/is1/Apuntes/UT02.Procesos%20del%20software.pdf). [Accessed: 04-Apr-2016].
- [38] UNAD, “Lección 12 - El modelo de Construcción de Prototipos,” 2014. [Online]. Available: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301404/301404\\_ContentadoEnLinea/leccin\\_12\\_el\\_modelo\\_de\\_construccion\\_de\\_prototipos.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301404/301404_ContentadoEnLinea/leccin_12_el_modelo_de_construccion_de_prototipos.html).
- [39] UNAD, “Lección 13 - El modelo DRA (Desarrollo Rápido de Aplicaciones),” 2013. [Online]. Available: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301404/301404\\_ContentadoEnLinea/leccin\\_13\\_el\\_modelo\\_dra\\_desarrollo\\_rapido\\_de\\_aplicaciones.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301404/301404_ContentadoEnLinea/leccin_13_el_modelo_dra_desarrollo_rapido_de_aplicaciones.html).
- [40] E. S. Montoya, “Métodos formales e Ingeniería de Software,” *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 2010. [Online]. Available: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/viewFile/62/129>. [Accessed: 06-Apr-2016].
- [41] PMI, *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®)*. 2013.
- [42] Escuela Especializada En Ingeniería, “4.2 PROGRAMACIÓN EXTREMA | SELECCIÓN DE TÉCNICAS DE INGENIERÍA DE SOFTWARE,” 2016. [Online]. Available: [http://virtual.itca.edu.sv/Mediadores/stis/42\\_\\_\\_programacin\\_extrema.html](http://virtual.itca.edu.sv/Mediadores/stis/42___programacin_extrema.html). [Accessed: 17-Apr-2016].
- [43] “Pruebas Unitarias, Parte 1: Introducción y utilización de objetos simulados (Mock).” [Online]. Available: <http://www.microgestion.com/index.php/mg-developers/articulos/74-unit-test-part1-mock>. [Accessed: 17-Apr-2016].