

Encabezado: DISEÑO DEL PROCESO GESTIÓN DE PROYECTOS ISO/IEC 29110

Diseño del Proceso Gestión de Proyectos GP del Modelo de Calidad ISO/IEC 29110–4-1 Perfil

Básico para la Empresa TIC Makers S.A.S.

David Alexander Castiblanco Flórez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios ECACEN

Especialización en Gestión de Proyectos

Ibagué, 2019

Encabezado: DISEÑO DEL PROCESO GESTIÓN DE PROYECTOS ISO/IEC 29110

Diseño del Proceso Gestión de Proyectos GP del Modelo de Calidad ISO/IEC 29110-4-1 Perfil

Básico para la Empresa TIC Makers S.A.S.

David Alexander Castiblanco Flórez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

Especialista en Gestión de Proyectos

Director

Mg. Diana Carolina Verjan Ávila

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios ECACEN

Especialización en Gestión de Proyectos

Ibagué, 2019

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Ibagué, 2019

Resumen

Las empresas de desarrollo de software se han convertido en una fuente considerable de empleo en el mundo, y la transformación digital que encabezan contribuyen a la sobrevivencia y fortalecimiento de los demás sectores en la actual cuarta revolución industrial. En promedio, el 94% del sector TI está conformado por pequeñas y medianas empresas (PYMES), y los servicios y productos que proveen benefician tanto a la sociedad civil como a empresas grandes.

Usualmente las PYMES no adoptan buenas prácticas para la mejora de procesos de acuerdo a diversas metodologías o estándares, principalmente porque consideran que no habría un retorno de la inversión en el corto plazo, no cuentan con los recursos necesarios y porque que éstos estándares fueron diseñados para grandes empresas.

Con el objetivo de contribuir al desarrollo una perspectiva diferente, en este trabajo se presenta el diseño de un proceso de Gestión de Proyectos para la empresa TIC Makers de acuerdo al estándar ISO/IEC 29110, el cual es específico para empresas, equipos o áreas de desarrollo de software con menos de 25 personas. Adicional, se presenta una revisión general de diversas implementaciones del estándar a nivel internacional y nacional, así como los beneficios percibidos por las empresas.

Palabras Clave: ISO/IEC 29110, Gestión de Proyectos, Mejora de Procesos Software, Modelos de Calidad del Software, Ciclo de vida del Software.

Summary

Software development companies have become a considerable source of employment in the world, and the digital transformation they lead contributes to the survival and strengthening of other sectors in the current fourth industrial revolution. On average, 94% of the IT sector is comprised of small and medium enterprises (SMEs), and the services and products they provide benefit both, civil society and large companies.

Usually SMEs do not adopt good practices for the improvement of processes according to different frameworks, mainly because they consider that there would be no return on investment in the short term, they do not have the necessary resources and because these standards were designed to large enterprises.

With the aim of contributing to the development of a different perspective, this paper presents the design of a Project Management process for the company called TIC Makers in accordance with the ISO / IEC 29110 standard, which is specific for companies, teams or areas with less than 25 people in software development process. Additionally, a general review of various implementations of the standard at an international and national level is presented, as well as the benefits perceived by the companies.

Keywords: ISO/IEC 29110, Project Management, Software Process Improvement, Software Quality Models, Software Lifecycle.

Tabla de Contenido

Introducción	11
Capítulo I: Formulación del problema técnico.....	13
Antecedentes del problema	13
Contexto y situación del proyecto aplicado	15
Sobre TIC Makers S.A.S.	15
Situación.	18
Descripción del problema.....	18
Stakeholders del proyecto	19
Análisis de stakeholders	23
Posibles soluciones.....	25
Restricciones y constricciones del proyecto.....	28
Formulación del problema.....	29
Capítulo II: Justificación	30
Capítulo III: Objetivos	33
Objetivo General	33
Objetivos Específicos	33
Capítulo IV: Marco Teórico.....	34
Estado del Arte	34
Evolución e historia de ISO/IEC 29110	34
Casos de implementaciones del estándar ISO/IEC 29110.....	37
ISO/IEC 291190 y la Gestión de Proyectos	39
Marco Conceptual	42
Gestión por Procesos	42
Proceso.....	42
Proceso de Software	43
BPMN – Modelo y Notación de Procesos de Negocio	44
Proyecto	47

Gestión de Proyectos	47
Modelos de Proceso de Software – SDLC	49
Visión General ISO/IEC 291190.....	52
Marco Legal	64
Capítulo V: Desarrollo del Proyecto Aplicado	66
Metodología.....	66
Gestión y Dirección del Proyecto.....	69
Inicio.....	69
Planificación	70
Ejecución	70
Monitoreo y Control	71
Cierre	71
Entregables del Proyecto	72
Resultados Objetivo 1.....	72
Resultados Objetivo 2.....	73
Resultados Objetivo 3.....	75
Capítulo VI: Aspectos Administrativos	76
Cronograma de Actividades	76
Estimación de costos	76
Hoja de Recursos.....	77
Cuellos de botella, holgura e hitos	78
Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).....	79
Evaluación de Factibilidad Económica, Ambiental y Social	80
Evaluación de Factibilidad Económica	80
Evaluación Ambiental y Social	81
Conclusiones	84
Recomendaciones.....	85
Referencias.....	86
Apéndice A. Acta de Constitución del Proyecto.....	91

Apéndice B. Matriz de Stakeholders.....	92
Apéndice C. Plan para la Dirección del Proyecto	93
Apéndice D. Reportes de Avance	94
Apéndice E. Actas de Reunión.....	95
Apéndice F. Acta de Aceptación.....	96
Apéndice G. Matriz de Brechas	97
Apéndice H. Formato Enunciado del Alcance del Proyecto.....	98
Apéndice I. Plantilla Plan de Proyecto.....	99
Apéndice J. Informe de Avance – Plantilla presentación	100
Apéndice K. Informe de Avance – Word.....	101
Apéndice L. Formato Acta de reunión y seguimiento	102
Apéndice M. Formato Solicitud de cambios.....	103
Apéndice N. Matriz Acciones Correctivas.....	104
Apéndice O. Formato Resultados de Verificación.....	105
Apéndice P. Estructura de directorios para los Proyectos.....	106
Apéndice Q. Acta de Aceptación	107
Apéndice R. Diagrama de Flujo Nuevo Proceso GP	108
Apéndice S. Caracterización del Proceso de Gestión Proyectos.....	109
Apéndice T. Acta de Socialización	110

Índice de Tablas

Tabla 1. Matriz de Stakeholders del proyecto	20
Tabla 2. Estrategias generales para gestión de interesados (stakeholders).....	23
Tabla 3. Análisis de Stakeholders.....	24
Tabla 4. Variables naturaleza de los proyectos TIC Makers	27
Tabla 5. Elementos Básicos de Modelación	45
Tabla 6. Audiencia objeto para ISO/IEC 29110	53
Tabla 7. Objetivos del Proceso GP	55
Tabla 8. Actividades del Proceso GP.....	57
Tabla 9. Objetivos del Proceso IS.....	59
Tabla 10. Actividades del Proceso IS	60
Tabla 11. Adaptación de la Dirección del Proyecto al Proyecto Aplicado.....	67
Tabla 12. Estimación de costos.....	76
Tabla 13. Responsabilidades equipo de proyecto	77
Tabla 14. Cuellos de botella, holguras e hitos del proyecto	78

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Estructura Organizacional TIC Makers.....	17
<i>Figura 2.</i> ¿Por qué las PO no usan normas?.....	34
<i>Figura 3.</i> Vista general de las fases y disciplinas de RUP.....	50
<i>Figura 4.</i> Representación general de un proceso ágil.....	52
<i>Figura 5.</i> Diagrama del Proceso de Gestión del Proyecto.....	58
<i>Figura 6.</i> Diagrama del Proceso de Implementación de Software IS.....	63
<i>Figura 7.</i> Cronograma de Actividades del Proyecto	76
<i>Figura 8.</i> Organigrama Recursos Humanos del Proyecto	77
<i>Figura 9.</i> Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) del Proyecto.....	79

Introducción

El desarrollo tecnológico durante los últimos años ha permeado profundamente en toda la economía, la cultura y la sociedad a nivel global, es así, como la demanda de productos y servicios relacionados con las tecnologías de la información y las comunicaciones (por ejemplo, el desarrollo de software, hardware, infraestructura y generación de contenidos digitales) se ha disparado a pasos gigantes transformando las dinámicas empresariales y sociales desde las grandes y micro empresas, hasta la sociedad civil. Como consecuencia, las exigencias de calidad, los tiempos de entrega, la facilidad de uso y soporte técnico de estos servicios y productos se han convertido en un factor determinante de acuerdo a su mercado de acción.

Las empresas de desarrollo de software en Colombia han adquirido relevancia y se han convertido en una fuente considerable de empleo en la actual economía, que, de acuerdo al Observatorio TI (2016) en el año 2016 generó cerca de 109.000 empleos dentro de la industria, y es así, como el gobierno nacional ha emprendido estrategias para fortalecer todas las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) del sector; lanzó convocatorias para la formación especializada de los profesionales de TI, fortaleció la infraestructura y conectividad del territorio, y extendió convocatorias para la implementación y certificación de PYMES en modelos de calidad específicos para la industria, tales como CMMI, IT Mark, ISO/IEC 27001, MoproSoft e ISO/IEC 29110. A junio del año 2018 en Colombia registran aproximadamente 130 empresas valoradas CMMI (CMMI Institute, 2018) y 150 valoradas IT Mark (Tecnalia Corporación Tecnológica, 2017).

El objetivo del gobierno nacional sobre la implementación de certificaciones de calidad en las PYMES de TI, es fortalecer el sector teniendo en cuenta que es transversal y estratégico para los demás en la transformación digital, además, que se ha convertido en un motor de desarrollo económico con una participación en el PIB que creció del 0.6% en el año 2012 al 1,59% en el año 2016 facturando \$13.5 billones de pesos (Observatorio TI, 2016). Otro fin de la estrategia es penetrar en un mercado globalizado exportando servicios y productos teniendo en cuenta que estas certificaciones desarrollan capacidades, superan barreras de entrada y brindan confianza a clientes a nivel internacional.

Al existir diversos modelos de calidad en el mercado, las PYME de TI deben decidir sobre cuál modelo implementar, evaluando el que sea más adecuado a su tamaño, cultura organizacional, estrategia, procesos, mercado que atiende y/o flexibilidad.

Algunos estudios demuestran que los especialistas en software dedican alrededor del 40% o 50% de su tiempo en retrabajo que pudo ser evitado (Charlette, 2005), asimismo, otros estudios evidencian que con la implementación de modelos de calidad como CMMI-Dev 3 e ISO/IEC 29110-4-1 se pueden reducir los retrabajos a porcentajes que oscilan entre 15% y 25% (Laporte y O'Connor, 2017).

Este trabajo está centrado en el diseño del proceso de Gestión de Proyectos GP del modelo de calidad *ISO/IEC 29110 – 4 – 1 Perfil Básico* para la empresa TIC Makers S.A.S., con el fin de contribuir al cierre de brechas y mitigar debilidades de su área de *Calidad & Proyectos*.

Capítulo I: Formulación del problema técnico

Antecedentes del problema

El desarrollo de software en Colombia está principalmente en las manos de las pequeñas y medianas empresas, teniendo en cuenta que la industria del software y TIC está constituida en un 95,26% – 5.807 empresas de 6096 – por estas empresas, de acuerdo al Observatorio de TI. En este sentido, Valencia, Villa y Ocampo (2009) afirman:

El software en Colombia es desarrollado por empresas en su mayoría micros y pequeñas, que no cuentan con procesos de industrialización y tareas definidas, se puede decir que es un desarrollo artesanal, por ende, las debilidades que esto representa ponen en peligro la competitividad de estas empresas. Las debilidades más fuertes podrían enumerarse en:

- Muy dependiente de la mano de obra
- Altos costos, por los largos plazos de entrega
- Calidad insuficiente
- Procesos escasamente repetibles
- Modelos de gestión organizacional apenas desarrollados
- Estructura reducida y carencias de personal cualificado en gestión empresarial. (p.2)

Para mitigar estas debilidades que se han presentado en diversas regiones del mundo y en diferentes momentos de acuerdo al país, se han desarrollado modelos de calidad dirigidos

específicamente a la industria del software con el objetivo de mejorar procesos y la eficiencia en la gestión para entregar software de calidad.

Sin embargo, pese a su amplia difusión, las micro y pequeñas empresas consideran estos modelos complejos, difíciles de implementar y que fueron desarrollados para multinacionales (O'Connor y Laporte, 2017). Coleman y O'Connor (Como se citó en O'Connor y Laporte, 2017) piensan que “Los modelos de mejora de procesos más publicitados y comercializados, parecen estar lejos de ser ampliamente implementados y su influencia en la industria del software permanece más en un nivel teórico que práctico”. (p.3)

Un posible factor, y muy importante, en la baja implementación de modelos de calidad está relacionado con la creciente popularidad de las metodologías ágiles para el desarrollo de software. Desde la publicación del Manifiesto Ágil en el año 2001 la industria TI comenzó a buscar alternativas a los marcos tradicionales de desarrollo, en los cuales se enfocan los principales modelos de calidad de software en el mercado, debido a su fuerte enfoque predictivo con procesos rígidos, mientras la realidad de los proyectos de software requería adoptar la gestión del cambio en la ejecución como una práctica constante, realidad que facilitan las metodologías ágiles a través de enfoques adaptativos, orientados a personas, procesos flexibles y con comunicación constante con el cliente (Navarro, Fernández y Morales, 2013). De acuerdo al informe CHAOS 2018 realizado por el Standish Group, informe que se realiza cada dos años desde 1994, indica que los proyectos dirigidos bajo metodologías ágiles tienden a contar con el doble de probabilidad de ser exitosos (Standish Group define tres estados posibles para los proyectos: Exitosos, Deficientes y Fracasos) que los ejecutados bajo marcos tradicionales (Mersino, 2018).

En el año 2011 es publicada la norma ISO/IEC 29110 dirigida a pequeñas organizaciones (De acuerdo a la norma, son pequeñas organizaciones: micro y pequeñas empresas o áreas / grupos de trabajo dentro de una empresa de máximo 25 integrantes), la cual pretende enmendar algunas dificultades y percepciones sobre las normas internacionales de calidad. “La norma ISO/IEC 29110 no pretende excluir el uso de diferentes ciclos de vida, por ejemplo, en cascada, iterativo, incremental, evolutivo o ágil” (International Organization for Standardization [ISO], 2011).

La norma ISO/IEC 29110 empieza a contar con notable acogida por contar con procesos ligeros y flexibles, que se pueden adaptar e integrar a las metodologías que actualmente use la organización.

Contexto y situación del proyecto aplicado

Sobre TIC Makers S.A.S. Es una empresa especializada en el desarrollo de software a la medida, especialmente, y sin limitarse, para los sectores de agroindustria, educación y energía.

Situada en la ciudad de Ibagué, cuenta con más de 11 años de experiencia desde su creación en el 2008 como emprendimiento bajo el nombre Tramasoft Soluciones TIC; en el año 2014 orientados por su estrategia se consolidan como TIC Makers S.A.S.

Misión “En TIC Makers diseñamos, desarrollamos e implementamos servicios y soluciones de TI que generen valor y contribuyan al éxito de nuestros clientes y aliados.”

Visión “En el 2023 seremos una compañía con destacado reconocimiento en el desarrollo de soluciones, web, móviles y servicios de TI, siendo un referente de buenas prácticas de calidad, gestión de la I+D+i y del servicio al cliente, que expande su alcance constantemente en el mercado global.”

Servicios

- Desarrollo de software: Análisis funcional y de negocio, arquitectura y diseño, construcción de software, aseguramiento y control de la calidad del software, implementación validación y mejora
- Consultoría TI

Productos

- Itagüe: Sistema de Trazabilidad de Operaciones en Unidades Productivas Agrícolas.
- Kansy: Sistema para la Gestión Académica y Administrativa

Estructura Organizacional: La empresa desarrolla sus actividades bajo el siguiente esquema de áreas:

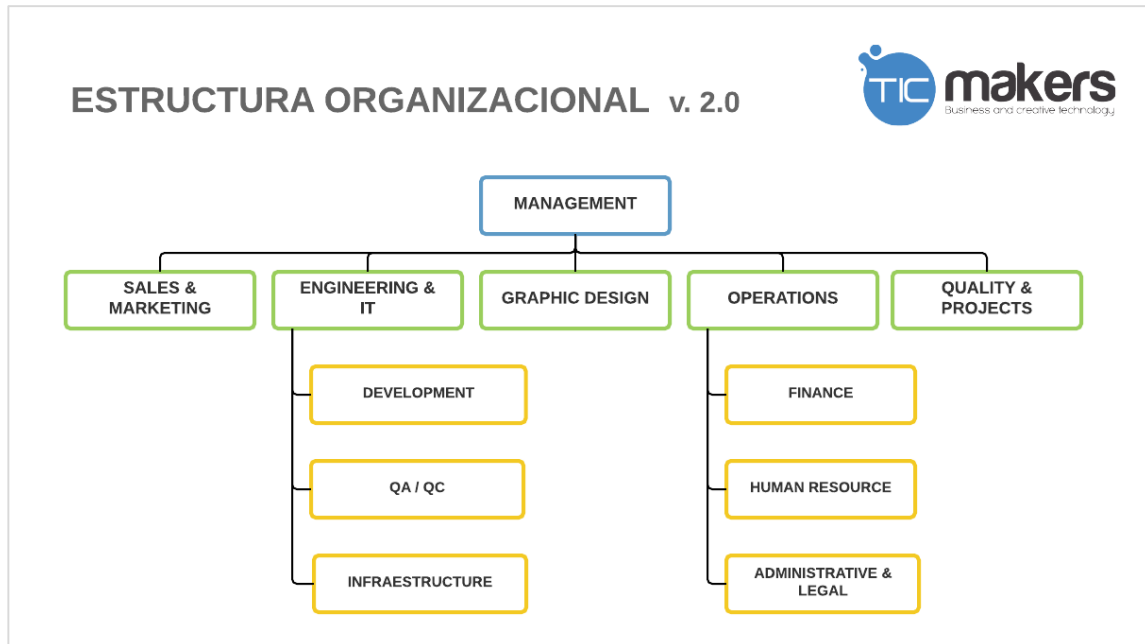


Figura 1. Estructura Organizacional TIC Makers. Original de TIC Makers S.A.S.

- Gerencia
 - Ingeniería y TI
 - Desarrollo
 - QA/QC
 - Infraestructura
 - Diseño
 - Calidad & Proyectos
 - Ventas y Marketing
 - Operaciones
 - Finanzas
 - Recursos Humanos
 - Administrativo y Legal

Situación. El Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones MINTIC en alianza con Colciencias lanzan la “Convocatoria para promover la adopción de modelos de calidad en la industria TI colombiana: ISO 29110”. En la cual fue seleccionada la empresa TIC Makers S.A.S. como beneficiario para recibir la consultoría y certificarse en el modelo.

Descripción del problema

A medida que la empresa fue llegando a nuevos mercados y ejecutando proyectos de desarrollo de software de forma paralela y mayor complejidad, se presentaron desvíos mayores en el alcance y costo de éstos por dificultades técnicas y de gestión. Para contrarrestar en cierta medida la situación, se implementaron algunas herramientas (GIT, Redmine) y metodologías orientadas a la mejora de procesos en el ciclo de vida del software (ITIL, Scrum, Kanban).

Pese a contar con mejoras en los procesos, persistieron debilidades principalmente en actividades relacionadas con la gestión de proyectos, tales como:

- Falta de procesos estándar para definir el alcance y entregables del proyecto frente al cliente.
- Estimaciones de esfuerzo para la construcción de entregables muy optimistas que afectan el cronograma y costo de los proyectos.
- Inadecuado control sobre los cambios: no se oficializa con todos los stakeholders procedimientos adecuados para la solicitud, revisión, evaluación y aprobación de cambios en el alcance.
- Falta de seguimiento y políticas en las comunicaciones con stakeholders.

- No se realiza identificación y socialización de riesgos al iniciar al proyecto.
- No se realizan aprobaciones oficiales de los entregables durante la ejecución del proyecto en diferentes hitos, lo que dificulta cada siguiente entrega.
- No existe un banco adecuado de formatos y procedimientos en el área de gestión de proyectos que facilite y estandarice su desarrollo.

Stakeholders del proyecto

En la tabla No 1. se observa la matriz de Stakeholders, herramienta para recopilar, clasificar, analizar y realizar seguimiento con información cualitativa y cuantitativa a las principales personas, instituciones u organizaciones involucradas en el proyecto directa e indirectamente.

Tabla 1.
Matriz de Stakeholders del proyecto

Matriz de Stakeholders						
Stakeholder No. 1: TIC Makers S.A.S.						
Rol en el proyecto	Tipo		Posición			
Empresa beneficiaria	Interno		Apoyo			
Evaluación						
Requisitos principales	Expectativas principales	Influencia	Poder	Interés	Impacto	Fase de mayor interés
Dar cumplimiento al proceso de GP en la auditoría de certificación de la norma ISO/IEC 29110.	Mejorar los procesos de Gestión de Proyectos.					
Mejorar la gestión y seguimiento cuantitativo y cualitativo de los proyectos.	Disminuir costos, evitar riesgos, tomar acciones preventivas, mayor rendimiento técnico y menores reprocesos.	Alto (3)	Medio (2)	Alto (3)	Alto (3)	Cierre
Stakeholder No. 2: Director de Proyectos						
Rol en el proyecto	Tipo		Posición			
Líder de Proyecto	Interno		Apoyo			
Evaluación						

Encabezado: DISEÑO DEL PROCESO GESTIÓN DE PROYECTOS ISO/IEC 29110

Requisitos principales	Expectativas principales	Influencia	Poder	Interés	Impacto	Fase de mayor interés
Implementar y certificar a la empresa en la norma ISO/IEC 29110	Adoptar e implementar los procesos de la norma ISO/IEC 29110 a los procesos actuales de la empresa.	Alto (3)	Medio (2)	Alto (3)	Medio (2)	Ejecución

Stakeholder No. 3: Fourtelco S.A.S.

Rol en el proyecto	Tipo	Posición
Consultores	Externo	Apoyo

Evaluación

Requisitos principales	Expectativas principales	Influencia	Poder	Interés	Impacto	Fase de mayor interés
Guiar y apoyar la implementación de la norma ISO/IEC 29110-4-1 en TIC Makers. Capacitar a los colaboradores de TIC Makers en la norma.	Que TIC Makers cumpla los requisitos de certificación exigidos por la norma ISO/IEC 29110-4-1	Alto (3)	Bajo (1)	Alto (3)	Medio (2)	Ejecución

Stakeholder No. 4: Colciencias y Ministerio TIC

Rol en el proyecto	Tipo	Posición
--------------------	------	----------

Patrocinador (Sponsor)	Externo		Neutral			
Evaluación						
Requisitos principales	Expectativas principales	Influencia	Poder	Interés	Impacto	Fase de mayor interés
Que TIC Makers cumpla las condiciones contractuales en calidad de beneficiario del proyecto.	Que TIC Makers logre la implementación y certificación de la norma en la empresa.	Alto (3)	Bajo (1)	Alto (3)	Medio (2)	Ejecución
Stakeholder No. 5: Entidad certificadora						
Rol en el proyecto	Tipo		Posición			
Auditor y certificador	Externo		Neutral			
Evaluación						
Requisitos principales	Expectativas principales	Influencia	Poder	Interés	Impacto	Fase de mayor interés
Contar con las herramientas, procesos y espacios para realizar la pre-auditoría y auditoría de certificación en TIC Makers.	Realizar la auditoría, registrar evidencias y presentar resultados.	Bajo (1)	Alto (3)	Medio (2)	Alto (3)	Ejecución

Análisis de stakeholders. El análisis se realiza teniendo en cuenta la calificación (baja, media y alta) entre dos de los factores (Influencia, Poder, Interés e Impacto) para establecer estrategias generales de actuación con cada interesado.

Tabla 2.
Estrategias generales para gestión de interesados (stakeholders)

Estrategias generales		
Matriz poder / interés	Mantener satisfechos	Administrar de cerca
	Monitorear (esfuerzo mínimo)	Mantener informados
Matriz poder / influencia	Mantenerlos informados y nunca ignorarlos	Trabajar para él
	Mantenerlos informados (mínimo esfuerzo)	Trabajar con ellos
Matriz influencia / impacto	Mantenerlos informados y nunca ignorarlos	Trabajar para él
	Mantenerlos informados con mínimo esfuerzo	Trabajar con ellos

Tabla 3.
Análisis de Stakeholders

Stakeholder	Influencia	Poder	Interés	Impacto	Poder/Interés	Poder/Influencia	Influencia/Impacto
TIC Makers	Alto	Medio	Alto	Alto	Administrar de cerca	Trabajar para él	Trabajar para él
Líder de Proyecto	Alto	Medio	Alto	Medio	N/A	N/A	N/A
Fourtelco	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Mantener satisfecho	Mantenerlos informados y nunca ignorarlos	Trabajar con ellos.
Colciencias y MINTIC	Alto	Bajo	Alto	Medio	Mantener satisfechos	Mantenerlos informados (esfuerzo mínimo)	Mantenerlos informados y nunca ignorarlos.
Entidad certificadora	Bajo	Alto	Medio	Alto	Administrar de cerca	Trabajar con ellos	Mantenerlos informados y nunca ignorarlos.

Posibles soluciones

La Gestión de Proyectos es, sin duda, una disciplina clave para las empresas de software, sin importar su tamaño o el tipo de aplicaciones que desarrolle (Mas y Mesquida, 2013) y escoger qué metodología, estándar o marco de trabajo utilizar en una empresa parecería una tarea difícil, si se tiene en cuenta el gran abanico de posibilidades que existe en la disciplina:

Dentro de algunos de los estándares ISO podemos encontrar:

- ISO/IEC 12207, estándar específico para las empresas de software que agrupa todos los procesos del ciclo de vida del software. Contiene 43 procesos, de los cuales 19 tienen alguna relación con la Gestión de Proyectos.
- ISO/IEC 29110, estándar específico para las empresas o equipos de desarrollo de software con un máximo de 25 integrantes, se basa en perfiles, los cuales se conforman por subconjuntos de procesos adaptados de otras normas ISO, por ejemplo, contiene una serie de subprocesos adaptados de la ISO/IEC 12207.
- ISO 21500 Directrices para la Gestión de Proyectos, es el primer estándar de gestión de proyectos consensuado a nivel internacional, en el comité de su desarrollo participaron líderes de diferentes organizaciones como IPMA y PMI. Se basa en grupos de procesos y grupos de materia.

También se encuentran los marcos o estándares internacionales específicos en la Gestión de Proyectos de algunas de las organizaciones con gran reconocimiento a nivel global:

- La guía del *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK®) desarrollada por el Project Management Institute (PMI) que en su sexta versión lanzada en el año 2018, cuenta con 49 procesos divididos en áreas de conocimiento.
- El modelo de competencias IPMA-ICB®, es un estándar internacional desarrollado por *International Project Management Association* (IPMA) que soporta el desarrollo de competencias individuales a través de la presentación de elementos de competencias requeridas en el ciclo de vida de los proyectos.
- El modelo de maduración de procesos Capability Maturity Model Integration (CMMI®) para el desarrollo del Software Engineering Institute (SEI), un modelo que evalúa la madurez de áreas de procesos en cinco niveles: inicial, gestionado, definido, cuantitativamente gestionando y optimizado.
- El modelo de procesos PRINCE2® uno de los estándares más utilizados en el Reino Unido, se basa en principios.
- El conjunto de buenas prácticas APM-BOK desarrollado por la *Association of Project Management* (APM), en la quinta versión de su cuerpo de conocimiento contiene 52 áreas de conocimiento, sus libros son de acceso libre desde su sitio web.

Teniendo en cuenta los diferentes marcos alrededor de la disciplina que pueden constituirse como un insumo para diseñar un proceso de Gestión de Proyectos en una empresa, se debe poner en consideración la triple restricción (alcance, tiempo y costo) y la naturaleza de la empresa objeto de estudio para escoger la solución adecuada:

Triple Restricción

Puesto que TIC Makers ha sido beneficiaria en una convocatoria para implementar el estándar ISO/IEC 29110-4-1, su cronograma, alcance y costo están limitados por condiciones externas.

Naturaleza de la empresa

Tabla 4.
Variables naturaleza de los proyectos TIC Makers

Variable	Descripción
<i>Tamaño de la empresa</i>	Pequeña empresa con menos de 14 integrantes
<i>Tamaños de los equipos de proyecto</i>	Equipos entre 4 y 9 personas
<i>Duración de proyectos en promedio</i>	Entre 2 a 6 meses
<i>Presupuestos</i>	Entre 8.000 y 70.000 USD
<i>Cantidad de proyectos en ejecución paralela</i>	Máximo 3

Es de resaltar que autores como Mas y Mesquida (2013) afirman que: “...se recomienda la utilización del estándar ISO/IEC 29110-5-1-2 como punto de partida para las pequeñas y micro empresas que comiencen sus contactos con la gestión de proyectos y/o con la madurez de la organización” (p.6), además, “es más razonable implantar un estándar creado específicamente para este tipo de organizaciones, que implantar uno de propósito general como puede ser ISO/IEC 15504 o CMMI” (p.6).

De acuerdo a las razones anteriormente expuestas la solución más adecuada al problema de investigación es diseñar un proceso de Gestión de Proyectos utilizando de referencia el estándar ISO/IEC 29110-4-1 Perfil Básico.

Restricciones y constricciones del proyecto

Como restricciones encontramos:

- Los tiempos límites de implementación de los procesos en el área de Gestión de Proyectos de acuerdo a la norma están ligados al cronograma establecidos durante la convocatoria y acordados con la entidad Consultora y Sponsor. La fecha de la realización de la auditoría de otorgamiento no puede superar las fechas establecidas en el cronograma.
- En el marco del proyecto sólo se tiene derecho a una pre-auditoría y auditoría, en caso de ser necesaria la segunda auditoría la empresa beneficiaria debe incurrir en costo adicional.
- La dedicación del personal involucrado en el diseño del proceso de GP de acuerdo a la norma está disponible de forma parcial. Tanto como el líder de proyecto como su apoyo en coordinación de procesos estarán involucrados en el proyecto de forma parcial.

Como constricciones encontramos:

- Toda adaptación de los procesos al interior de la empresa debe estar alineada a los componentes obligatorios de la norma ISO/IEC 29110-4-1 Perfil Básico. En la norma los *Objetivos, Procesos, Actividades* y los *Productos de Trabajo* son componentes de obligatorio cumplimiento.
- Para diseñar e implementar el proceso de GP, la empresa debe cumplir las condiciones de entrada de acuerdo a la norma, que son: Ser una Micro o Pequeña Organización, que de acuerdo a la norma debe ser un equipo menor a 25 personas, contar con un contrato o acuerdo del proyecto con la declaración de trabajo, antes de empezar un proyecto se debe analizar la factibilidad en términos de costo, técnicos y cronograma, se debe asignar y entrenar el equipo de trabajo del proyecto, incluido el gerente de proyecto y se debe disponer de bienes, servicios e infraestructura.

Formulación del problema

Ante las dificultades en la ejecución de algunos proyectos y la condición de empresa beneficiaria por convocatoria para implementar el estándar ISO/IEC 29110-4-1, surge la pregunta:

¿El Diseño de un Proceso de Gestión de Proyectos bajo el estándar *ISO/IEC 29110-4-1 Perfil Básico* para TIC Makers contribuye a cerrar las brechas y mitigar las debilidades de su área de *Calidad & Proyectos*?

Capítulo II: Justificación

La industria del software, similar a la de construcción, es altamente basada en proyectos, y sus resultados están directamente relacionados con una adecuada gestión que maximice los beneficios de acuerdo a unas restricciones y riesgos que se presentan a lo largo del ciclo de vida de éstos.

En los diversos modelos de mejora de procesos y calidad del software se encuentran inmersas buenas prácticas sobre la gestión de proyectos, pues complementario y transversal al componente técnico existen tareas relacionadas con la coordinación, comunicación, gestión, entrega de valor, entre otras.

De acuerdo a Charlette (2005), algunos estudios demuestran que los especialistas en software dedican alrededor del 40 o 50% de su tiempo en retrabajo que pudo ser evitado. Otros estudios sustentan que a través de la implementación de modelos de calidad los porcentajes de retrabajo son significativamente menores, como lo demuestran datos de Krasner (1998) que empresas con un nivel de madurez CMMI 3 tienen retrabajos que oscilan entre el 15 y 25%, asimismo, Laporte y O'Connor (2017) demuestran que a través de implementaciones de ISO/IEC 29110-4-1 Perfil Básico en empresas de diversos tamaños y sectores se obtienen porcentajes de retrabajo significativamente menores y similares a los de CMMI-Dev nivel 3 expuestos por Krasner (1998).

Aunque los diferentes modelos de calidad del software han demostrado beneficios para las empresas que lo implementan, se deben considerar otros aspectos relacionados con el tamaño de la empresa, la madurez de sus procesos y el mercado que atiende (por ejemplo, si para

determinado sector deben desarrollar software crítico o no crítico) para escoger el modelo de calidad en consecuencia.

El estándar ISO/IEC 29110-4-1 Perfil Básico se caracteriza por estar dirigido a pequeñas empresas, pues, “La norma ISO/IEC 29110 no pretende excluir el uso de diferentes ciclos de vida, por ejemplo, en cascada, iterativo, incremental, evolutivo o ágil (International Organization for Standardization [ISO], 2011).

Lohier y Rodríguez (2018) relatan cómo las pequeñas organizaciones obtienen diversos beneficios de implementar y certificarse en el estándar ISO/IEC 29110-4-1 y cómo este es compatible con otros modelos de calidad del software. Algunos de los beneficios que mencionan los autores son:

- **Metodología:** Facilita el trabajo usando una metodología y técnicas reconocidas.
- **Comunicación:** Se enfoca en el entendimiento en toda la organización.
- **Proyectos:** Mejora la gestión de proyectos para alcanzar calidad de producto, entregas a tiempo y control de presupuesto.
- **Marketing:** Mejora la imagen de la compañía y facilita el marketing.
- **Competitividad:** Incrementa la competitividad, confianza con el cliente y el potencial para vender y exportar.
- **Mejora:** Ayuda en la definición de mejores prácticas.
- La certificación ha demostrado lograr un alto ROI debido a su fácil implementación y en corto tiempo.

Otros autores sugieren el uso del estándar en micro y pequeñas empresas y/o para proyectos que pueden ser considerados pequeños o medianos, como es el caso de Mas y Mesquida (2013) que afirman:

Puesto que la norma ISO/IEC 29110-5-1-2 contiene el subconjunto mínimo de procesos que posibilitan la gestión de un proyecto durante todo su ciclo de vida: iniciación, planificación, ejecución y seguimiento y cierre, consideramos que una pequeña o micro empresa que desee iniciarse en la gestión de proyectos debe utilizar esta norma junto con la Guía del PMBOK[®], que será el marco que le proporcionará el conocimiento que realmente se necesita para poder implantar con éxito las directrices básicas de la norma en los proyectos de la organización. (p.6).

Así como el enfoque por tamaño de proyectos en un estudio realizado por Laporte y Chevalier (2015) que, en la división de ingeniería de una gran empresa, se lleva a cabo una comparación entre diferentes marcos de trabajo de la Gestión de Proyectos como CMMI-Dev 1.3, Guía PMBOK[®], PRINCE[®] e ISO/IEC 29110 con el objetivo de seleccionar el marco de trabajo que más se adecúe a las variables propias de la empresa y el tamaño de sus proyectos. Como resultado escogen el marco ISO/IEC 29110 para los proyectos considerados pequeños y medianos, que representan el 95% de los proyectos ejecutados, dejando para los grandes el marco PMBOK[®] del PMI.

Para TIC Makers las principales motivaciones y beneficios esperados con el diseño del proceso de Gestión de Proyectos, y en general, frente a su proceso de certificación en el estándar ISO/IEC 29110-4-1 Perfil Básico son: Aumento de ingresos operacionales, Aumento del número potencial de clientes, mejora de los tiempos de respuesta, mayor atractivo para la exportación de servicios y mejora de los indicadores de calidad

Capítulo III: Objetivos

Objetivo General

Diseñar el proceso de Gestión de Proyectos GP del modelo de calidad ISO 29110-4-1 – Perfil Básico para la empresa TIC Makers S.A.S. basado en la NTC-ISO/IEC 29110-4-1.

Objetivos Específicos

- Identificar y listar las brechas existentes entre el proceso actual del área de *Calidad & Proyectos* de TIC Makers S.A.S. y los *Productos de Trabajo* del proceso de Gestión de Proyectos que sugiere la norma NTC-ISO/IEC 29110-4-1.
- Construir y/o adaptar los formatos, registros y soportes que conforman los *Productos de Trabajo* del perfil (las entradas y salidas) que dan conformidad al proceso de Gestión de Proyectos que sugiere la norma NTC-ISO/IEC 29110-4-1 para los cuales el área de *Calidad & Proyectos* de TIC Makers S.A.S. no cumple.
- Diseñar, caracterizar y socializar el nuevo proceso de Gestión de Proyectos GP del modelo de calidad ISO 29111 – Perfil Básico para área de *Calidad & Proyectos* de TIC Makers S.A.S.

Capítulo IV: Marco Teórico

Estado del Arte

Evolución e historia de ISO/IEC 29110. En el año 2005 fue creado el ISO/IEC JCT1/SC7 Working Group 24 (WG24) con el objetivo de investigar la necesidad y propósito de los perfiles del ciclo de vida del software y el uso de directrices de su uso en Pequeñas Organizaciones (O'Connor y Laporte, 2017). Para recolectar datos, identificar problemas y soluciones potenciales específicas para PYMES, se diseñó una encuesta que fue traducida a 9 idiomas, de la cual se obtuvieron más de 435 respuestas en 32 países (Laporte, 2016). Los principales hallazgos se resumen en la figura 2:

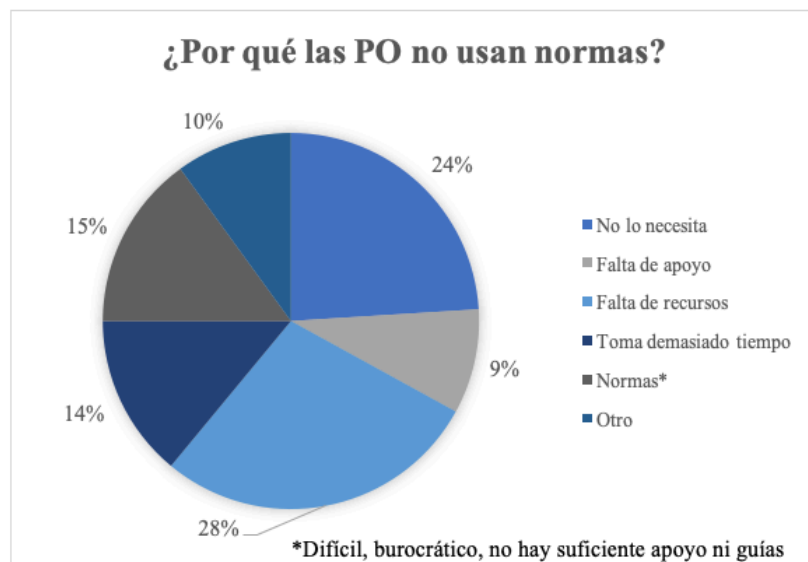


Figura 2. ¿Por qué las PO no usan normas?. Adaptado de Laporte, C. (2016). *Normas y guías de ingeniería de software y sistemas para entidades muy pequeñas*. Cuba: Convención Informática.

En los hallazgos de la encuesta también se incluyen otros aspectos:

Certificación y reconocimiento

- Sólo el 18% están certificadas
 - Más del 53% de las grandes empresas están certificadas
- Más del 74% indicó que es importante ser reconocida o certificada
 - La certificación ISO fue solicitada por el 40%
 - El reconocimiento del mercado fue solicitado por el 28%
 - Sólo el 4% está interesado en una certificación nacional

Necesidades en relación a la documentación

- 62% preguntaron por más orientación y ejemplos
- 55% solicitaron estándares “ligeros” que sean fáciles de entender y aplicar que tengan plantillas

En el año 2006 el WG24 adoptó el concepto de estandarización de perfiles ISO (SP, por su singles en inglés) para desarrollar un nuevo estándar para POs. Los Perfiles consisten en un conjunto de procesos o subprocesos adaptados de otros estándares que cumplen una función en específico. El enfoque usado para desarrollar la ISO/IEC 29110 consistió en usar como base el estándar ISO/IEC/IEEE 12207 del siguiente modo: (1) seleccionar el subconjunto de procesos aplicables a POs, (2) adaptar el subconjunto de procesos que encajara con las necesidades de las POs y (3) desarrollar guías para las POs. El WG24 también uso como documento base el estándar mexicano *MoProsoft*, el cual fue desarrollado para asistir a las Pequeñas y Medianas empresas.

En el año 2011 se publica la primera serie de documentos del estándar ISO/IEC 29110. De acuerdo al enfoque por Perfiles, el WG24 como estrategia trabaja en el diseño de Grupos de Perfiles, que son colecciones de perfiles relacionados por la composición de procesos y/o nivel de capacidad. En primera medida se centra en el desarrollo del *Perfil Genérico* que aplica a una gran variedad de POs, las cuales no desarrollan software crítico y cuentan con una serie de factores situacionales típicos (Laporte, 2017).

El grupo de Perfil Genérico provee una ruta de escenarios para el desarrollo de su grado de madurez: Entrada, Básico y Organizacional. El Perfil Básico es el primero en ser certificado (Lohier y Rodríguez, 2018).

Para el mismo año, en 2011, se publican 9 Paquetes de Despliegue (PD), que son artefactos para facilitar la implementación de una serie de prácticas. Los PD se pueden descargar y usar de forma gratuita.

En el año 2014 y 2015 se publica el Perfil de Entrada y Básico para POs enfocado en Desarrollo de Sistemas que contempla componentes de software y hardware.

Actualmente la ISO 29110 se enseña en Universidades en más de 15 países, orientado en cursos de calidad de software y mejora de procesos de software. También se han creado herramientas en línea como upto25.net, un juego llamado ISOPOLY y un curso en línea basado en Moodle para aprendizaje autónomo en múltiples idiomas.

El W24 tiene como objetivo finalizar la publicación de los requerimientos iniciales en cuanto a Perfiles Genéricos, para después centrarse en futuros proyectos que contemplan acelerar la difusión e implementación del estándar, así como incentivar y desarrollar guías para las grandes organizaciones para hacer negocios con POs, desarrollar una guía orientada a servicios, colaborar

con herramientas de desarrollo para mejorar el soporte para ISO/IEC 29110, incrementar el soporte para enfoques ágiles para implementar el estándar, entre otros (Laporte, 2017).

Casos de implementaciones del estándar ISO/IEC 29110. Según Laporte, Munoz, Mejía y O'Connor (2018), alrededor del mundo cientos de POs han implementado ISO/IEC 29110. Tailandia fue un adoptador temprano, en el cual más de 350 organizaciones públicas y privadas lograron la certificación ISO/IEC 29110 Perfil Básico.

A principios del año 2017 en el sur de Francia se ejecutó un proyecto de 24 meses llamado PISOC (Pilote Ingénierie Système en Occitanie) para implementar el estándar ISO/IEC 29110 de Ingeniería de Sistemas en seis empresas de diversos sectores: espacial, agricultura, nuclear, aeronáutica y automotriz que varían entre 10 y 150 empleados, se apoyaron en ocho expertos, quienes entregaron lecciones aprendidas a las empresas, el gobierno, la organización financiadora y consultores (Galinier y Laporte, 2018).

Laporte *et al.* (2018) muestra los principales resultados y conclusiones obtenidos en 11 implementaciones en organizaciones de diferentes países, tamaños y sectores que abarcan desde StartUps hasta grandes empresas. Las StartUps demostraron un crecimiento en su equipo después de implementar el estándar; en las implementaciones los porcentajes de retrabajo disminuyeron respecto al total de horas del proyecto; ISO/IEC 29110 es un buen fundamento para implementar otros estándares más robustos como CMMI; ISO/IEC 29110 ha demostrado flexibilidad y adaptación para trabajar con diversos ciclos de vida del software como SCRUM; También ha demostrado ser una alternativa eficiente para la gestión de proyectos pequeños y medianos, dejando para los grandes otros marcos como el PMBOK®.

De manera similar Laporte y O'Connor (2017) presentan una visión general de 8 implementaciones de empresas de sectores enmarcados en: servicios públicos, automotriz, transporte, investigación y desarrollo médico, financiero, militar y asegurador. Dentro de algunos de sus resultados destacan: La implementación funcionó como piloto para mejorar los procesos de grupos de trabajo en una empresa grande con el objetivo de transferir las buenas prácticas a sus demás departamentos relacionados; gracias a la implementación se refuta que el estándar de procesos no interfiere con la dinámica creativa de una StartUp, pues se obtuvieron resultados positivos en este aspecto; demuestra un logro de disminución de retrabajo similar al de una organización con CMMI 3.

En Zacatecas, México se realiza la implementación del estándar en cuatro Centros de Desarrollo de Software de Universidades (CDS) con “la finalidad de lograr que los estudiantes tengan experiencia en el uso de buenas prácticas en la realización de proyectos reales” (Munoz, Mejía y Laporte, 2018). En el estudio presentan una ruta adaptada a sus necesidades para implementar el estándar teniendo en cuenta que algunos CDS utilizaban Scrum, TSP y/o procesos de CMMI para la ejecución de sus proyectos. Como principales beneficios obtuvieron: Generación de confianza con interesados, menos documentación y de mayor valor, mejora en el control de versiones, mejora en la comunicación, mejora en la gestión de riesgos y generación de plantillas para procesos.

Díaz, de Jesús, Meléndez y Dávila (2016) presentan las lecciones aprendidas de la implementación de un proyecto de mejora de procesos basado en ISO/IEC 29110 en dos empresas peruanas que al iniciar el proyecto contaban con un total de ocho empleados cada una. En la ruta de mejora de procesos realizan: (1) inducción a la empresa, (2) evaluación diagnóstica, (3) plan de mejora y (4) evaluación final del proceso. En este proyecto se utilizó como

complemento algunos procesos que corresponden al *Perfil Organizacional* de la ISO/IEC 29110. Como resultados las empresas manifiestan: que obtuvieron mejoras significativas en sus procesos, sienten una mejora en la disposición y cultura organizacional, perciben claros beneficios al usar formatos y plantillas predefinidos y una de las empresas adaptó su propio ERP para incluir las mejoras de los procesos. Resaltan algunos aspectos clave para un proceso de mejora, como el compromiso de la alta dirección, tiempo disponible del personal encargado de mejora y búsqueda de victorias tempranas.

Lucho, Meléndez y Dávila (2018) realizan un análisis de la influencia de factores de entorno en la implementación del estándar ISO/IEC 29110 en cuatro empresas peruanas como complemento de una investigación previa. Presentan 16 factores que influenciaron en la adaptación del estándar (algunos de ellos: presión competitiva, presión externa, apoyo del gobierno, soporte de socios, entre otros que se describen en el artículo). “Del conjunto de factores del entorno analizados, se encontró como resultado que 5 de ellos influenciaron positivamente en todas las empresas sin importar el contexto, 2 de ellos negativamente y de 2 ellos tuvieron relación entre factores debido al contexto” (Lucho *et al*, 2018).

ISO/IEC 291190 y la Gestión de Proyectos. En otros estudios relacionados con el estándar ISO/IEC 29110 se encontraron aquellos que se centran en la implementación y estudios del proceso de Gestión de Proyectos, y en algunos casos, se complementan con otros marcos de trabajo.

Mesquida y Mas (2014) presentan los resultados de la implementación del proceso de Gestión de Proyectos basado en el estándar ISO/IEC 29110 en cuatro empresas que pertenecen a un Clúster TIC que provee soluciones tecnológicas para el sector turismo. Los autores realizaron un

análisis para encontrar la relación entre las tareas del proceso de Gestión de Proyectos de la ISO/IEC 29110 y los procesos y áreas de conocimiento del PMBOK[®]. Encontraron que las áreas de conocimiento de Gestión de Calidad, Gestión de las Comunicaciones, Gestión de Adquisiciones y Gestión de Interesados del PMBOK[®] no son consideradas por ISO/IEC 29110. A partir del análisis los autores desarrollaron una librería de activos de procesos de apoyo al desempeño de las tareas de Gestión de Proyectos, la cual fue categorizada de acuerdo a cuatro grupos: Planeación de Proyectos, Ejecución del Plan de Proyecto, Aseguramiento y control de proyecto y Cierre de Proyecto. Por último, presentan algunas lecciones aprendidas: las compañías intervenidas viven su día a día y cuentan con poco tiempo para procesos de mejora, recomiendan contar con un consultor externo; es recomendable incluir en los procesos los relacionados con gestión de interesados y las comunicaciones; se debe trabajar sobre estrategias efectivas para la gestión del cambio; la ISO/IEC 29110 no considera indicadores de gestión, lo cual es un aspecto clave en la evaluación de procesos de mejora.

En Cali, Colombia, López (2012) propone un Paquete de Despliegue (DP) para la Gestión de Proyectos basado en ISO/IEC 29110, para su desarrollo tomó como muestra 13 pequeñas empresas que cumplían con el perfil básico y les aplicó una encuesta para conocer el grado de cumplimiento de sus procesos respecto a lo sugerido por ISO/IEC 29110. Siguiendo a ello, el autor construyó el DP considerando el estado de las organizaciones seleccionadas y realizó la validación del instrumento con expertos en Gestión de Proyectos. Algunas de las conclusiones encontradas son: la propuesta del DP no desvirtúa las normas reconocidas como PMBOK[®] o PRINCE[®]; la implementación del DP no requiere un conocimiento detallado sobre la norma ISO/IEC 29110; la implementación del proceso de GP para pequeñas empresas basado en un DP no supone una inversión alta en personal experto.

Como una estrategia alternativa para gestionar proyectos en una gran empresa canadiense, Laporte (2015), realiza la comparación entre diferentes estándares como CMMI[®], PRINCE[®], PMBOK[®] e ISO/IEC 29110 para medir de acuerdo a diferentes variables internas y externas a la empresa la conveniencia de utilizar entre un modelo u otro para la gestión de sus proyectos de pequeña y mediana escala. Como resultado el autor y la empresa deciden escoger el estándar ISO/IEC 29110 para gestionar sus proyectos considerado pequeños y medianos que constituyen el 95% del total, y para los considerados grandes escogen el marco del PMBOK[®].

Galvan, Mora, O'Connor, Acosta y Álvarez (2015) presentan un análisis de cumplimiento de tres metodologías ágiles (SCRUM, XP y UPEDU) con el proceso de Gestión de Proyectos (GP) de ISO/IEC 29110. El análisis de cumplimiento se basa en tres valores ordinales: bajo, moderado y alto. Como resultado de una metodología evaluativa-interpretativa obtuvieron que SCRUM y UPEDU muestran un cumplimiento de grado alto respecto al proceso de GP de ISO/IEC 291190, y XP obtiene un grado moderado. Estudio que soporta el hecho de que ISO/IEC 29110 se puede implementar sin afectar considerablemente el flujo de trabajo actual de una empresa que esté guiada por metodologías ágiles.

Pasini, Esponda, Boracchia y Pesado (2013) presentan un modelo basado en el marco SCRUM y el estándar ISO/IEC 291190, denominado Q-Scrum, al cual llegaron tras analizar las competencias de los roles, documentos y actividades en los dos modelos.

Mas y Mesquida (2013) realizan un análisis de las relaciones existentes entre el estándar ISO/IEC 29110 con ISO/IEC 12207 y la guía PMBOK[®]. Como resultado encuentran que de los 19 procesos que tienen alguna relación con Gestión de Proyectos en el estándar ISO/IEC 12207, la ISO/IEC 291190 contiene un subconjunto de 10 de los 19 procesos, los cuales fueron adaptados a las necesidades de las POs. En cuanto a la guía PMBOK[®] se identifica que la

ISO/IEC 291190 cubre totalmente las áreas de conocimiento de Gestión de la Integración, G. del Tiempo, G. del Alcance y G. Costos, de manera parcial cubre el área de G. Recursos Humanos y G. Riesgos y son consideradas las áreas de G. de Calidad, G. Comunicaciones, G. de Adquisiciones y G. de Interesados.

Marco Conceptual

Gestión por Procesos. También llamado Enfoque Basado en Procesos, el cual comprende definir e interrelacionar los diferentes procesos de una organización y gestionarlos como un sistema para contribuir con eficacia y eficiencia al logro de resultados. Este enfoque facilita controlar las interrelaciones e interdependencias entre los procesos y el desempeño global de la organización, y obteniendo ventajas tales como: aumento de capacidad para priorizar y centrar esfuerzos en los procesos clave, uso eficiente de recursos, medición de desempeño de procesos cuantitativa, entre otros (ISO, 2015).

Proceso. De acuerdo a la norma ISO 9000:2015 se define como un “conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto” (ISO, 2015). Esta definición, adicional, considera que los “resultados previstos” son las salidas, productos o servicios, depende del contexto; que las entradas de un proceso por lo general son salidas de otros procesos y las salidas de un proceso generalmente son las entradas de otros procesos; dos o más procesos en serie que se interrelacionan pueden también considerarse un

proceso; los procesos generalmente se planifican y se realizan bajo condiciones controladas para agregar valor (ISO, 2015).

Proceso de Software. Un proceso de software comprende un conjunto de actividades y tareas interrelacionadas para producir, modificar o ampliar un producto o componente de software. Como mínimo la descripción de un proceso de software describe entradas requeridas, actividades de transformación y salidas o resultados generados. En un nivel más profundo la descripción de proceso de software puede incluir roles, competencias, soporte de TI, técnicas y herramientas de la ingeniería de software, los ambientes de trabajo para ejecutar los procesos y métricas (IEEE, 2014).

No existe un proceso ideal de software o conjunto de ellos. Los procesos deben ser seleccionados, adaptados y aplicados de acuerdo al proyecto y al contexto organizacional. Conforme han evolucionado los procesos, la tecnología y los entornos cambiantes, han surgido diferentes enfoques para el desarrollo y proyectos de software. Por ejemplo, si se requiere desarrollar software crítico es clave utilizar enfoques desarrollo de software muy estructurados, por el contrario, si los requerimientos para el producto de software se caracterizan por cambios constantes, lo más efectivo sería utilizar un enfoque ágil. Aunque existen muchos procesos diferentes de software, Sommerville (2011) menciona como actividades fundamentales y comunes las siguientes:

- *Especificación de software:* donde clientes e ingenieros definen el software que se producirá y las restricciones en su operación.
- *Desarrollo del software,* donde se diseña y programa el software.

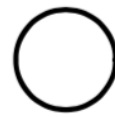



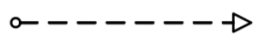
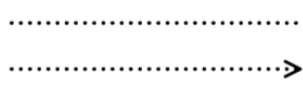
- *Validación de software*, donde se verifica el software para asegurar que sea lo que el cliente quiere.
- *Evolución de software*, donde se modifica el software para reflejar los requerimientos cambiantes del cliente y del mercado (p.9).







BPMN – Modelo y Notación de Procesos de Negocio. Del inglés Business Process Model and Notation (BPMN), es un estándar para la modelación de procesos de negocio que provee una notación gráfica basado en técnicas tradicionales de diagramas de flujo. El objetivo de BPMN es apoyar el modelado de los procesos tanto para los usuarios técnicos como para los de negocio, y que sea fácilmente entendible por todos los interesados en el negocio. Esto incluye desde el analista de negocios que crea y refina procesos, los desarrolladores técnicos responsables de implementarlos, y los gestores de negocio encargados de monitorizarlos y administrarlos.

BPMN fue inicialmente creado por la organización *Business Process Management Initiative*, después pasó a ser cargo y mantenida por el *Object Management Group* en el año 2005. Actualmente se encuentra vigente su versión 2.0.2 publicada en el año 2013.

Elementos del BPMN. El modelado en BPMN se realiza de acuerdo a elementos y conjuntos gráficos estandarizados de fácil entendimiento. Se presentan a continuación los elementos básicos para la modelación:

Tabla 5.
Elementos Básicos de Modelación

Elemento	Descripción	Notación
Evento	Un evento es algo que pasa durante el curso de un proceso. Estos eventos afectan el flujo del modelo y usualmente tienen una causa y un impacto. Hay tres tipos de eventos, basados en el momento que afectan el flujo: Inicio, Intermedios y Fin.	
Actividad	Una actividad es un término genérico para el trabajo que una compañía ejecuta en un proceso. Los tipos de actividades que son parte de un modelo de procesos son: Sub-procesos y tareas.	
Compuerta	Una compuerta es usada para controlar la divergencia y convergencia de flujos de secuencia en un proceso. Por lo tanto, determinará la bifurcación, fusión y unión de caminos. Los marcadores internos en el rombo, indican el comportamiento por tipo de control.	
Flujo de secuencia	El flujo de secuencia es usado para demostrar el orden de las actividades que serán ejecutadas en el proceso.	
Flujo de mensaje	Es usado para demostrar el flujo de mensajes entre dos <i>participantes</i> que están preparados para recibirlos y enviarlos.	
Asociación	Una asociación se usa para conectar información y artefactos con los elementos gráficos de BPMN.	

Piscina (Pool)	Es la representación gráfica de un <i>Participante</i> . Las piscinas pueden tener detalles internos, en la forma que el proceso será ejecutado.	
Carril (Lane)	Un carril es una sub-partición dentro de un proceso, en algunas ocasiones dentro de una Piscina y se extiende por todo el proceso. Los carriles son usados para categorizar y organizar Actividades.	
Objeto de datos	Provee información acerca de lo requerido por las Actividades para ser ejecutados y/o lo que ellas producen.	
Mensaje	Es usado para representar el contenido de una comunicación entre dos <i>Participantes</i> .	
Grupo	Representan una forma de agrupar los elementos dentro de la misma Categoría. Este tipo de grupo no afecta la secuencia del flujo dentro del grupo.	
Anotación de texto	Las anotaciones son un mecanismo para que el modelador amplíe información de texto para un lector del diagrama BPMN.	

Nota. Fuente: Adaptado de Rosing, M., White, S., Cummins, F. & Man, H. (2015). The Complete Business Process Handbook, Body of Knowledge from Process Modelling to BPM, Volume 1. *ScienceDirect*. 433-457. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799959-3.00021-5>

Software para modelar procesos. En la actualidad existe una oferta considerable de software dedicados a modelar procesos, algunos funcionan de manera local (instalados en el sistema operativo) y otros basados en la nube (se accede a ellos desde un navegador web). La tendencia en la nube es cada vez más notoria, una de sus ventajas es permitir la colaboración en línea entre equipos en tiempo real. Existen otros tipos de software más robustos, los BPMS (Business Process Management System), que más allá de modelar, permiten definir reglas de negocio

ejecutar los procesos a través de desarrollo para después ejecutarlos y/o automatizarlos a través de interfaces por los diferentes usuarios que en últimas ejecutan las actividades.

Proyecto. El PMBOK (PMI, 2017) define Proyecto como “...un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”. Como la definición lo menciona, tiene dos características principales, una es su naturaleza temporal, es decir, que debe tener una fecha de inicio y final establecida, la siguiente característica es que provee un resultado único, a diferencia del Trabajo Operativo, que es efectuar permanentemente actividades que generen un mismo producto o proveen un servicio repetitivo, por ejemplo, para al maestro pizzero que trabaja en un restaurante, la elaboración de pizzas es un trabajo operativo, mientras que para otra persona elaborar una pizza para una cena podría categorizarse como proyecto (Lledó, 2013).

Gestión de Proyectos. Existen diferentes organizaciones que han desarrollado estándares y metodologías mundialmente aceptadas, todas respaldadas por una comunidad significativa de expertos del área e investigaciones precedentes. Así que, considerando algunos de los estándares en la industria, se brindará a continuación la definición de Gestión de Proyectos de acuerdo al enfoque definido por algunos de ellos:

- El *Project Management Institute – PMI*, define la Dirección de Proyectos como “La aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo” (PMI, 2017). De acuerdo al estándar se logra mediante la aplicación e integración de procesos para la dirección de proyectos, que se encuentran agrupados y categorizados en grupos de proceso.

- Por su parte la *Association for Project Management – APM*, define la gestión de proyectos como “la aplicación de procesos, métodos, conocimientos, habilidades y experiencia para lograr los objetivos del proyecto” (APM, 2012).
- Compartiendo un enfoque similar a los anteriores la *International Project Management Association – IPMA*, en su estándar ICB4 considera que “la Gestión de Proyectos se centra en la aplicación de métodos, herramientas, técnicas y competencias a un proyecto para lograr sus objetivos. Se realiza a través de procesos e incluye la integración de las diversas fases del ciclo de vida del proyecto.” (IPMA, 2015).
- Con el objetivo de recopilar, integrar y estandarizar las buenas prácticas alrededor de la Gestión de Proyectos ya existentes, La *International Organization for Standardization – ISO*, en el año 2012 publicó la norma *ISO 21500 Orientación sobre la Gestión de Proyectos*. Esta norma define la Gestión y Dirección de proyectos como “La aplicación de métodos, herramientas, técnicas y competencias a un proyecto. La dirección y gestión de proyectos incluye la integración de las diversas fases del ciclo de vida del proyecto” (ISO, 2012). Esto, de acuerdo a la norma, se lleva a cabo mediante procesos con un enfoque sistémico.

El enfoque de cada una de las definiciones presentadas tiene punto común que un proyecto se gestiona por procesos, los cuales se escogen de acuerdo a la necesidad y operan de manera sistemática, de manera similar, una organización se gestiona por procesos, pero su gran diferencia radica en la naturaleza temporal y única del proyecto, adicional, cada proyecto podría requerir diferentes grupos de procesos dentro de un abanico más amplio de opciones.

Modelos de Proceso de Software – SDLC. También conocidos como los *Modelos del Ciclo de Vida del Desarrollo de Software – Modelos SDLC*. Un SDLC consiste en una serie de actividades finitas usadas para definir, desarrollar y producir software de alta calidad, confiabilidad y eficiente gestión de recursos (Kazim, 2017). Un modelo SDLC describe la metodología sobre la cual un proyecto de software y sus procesos serán ejecutados, aunque en la práctica suele suceder que se utilicen dos o más modelos durante el desarrollo de un proyecto de software.

Desde una perspectiva de alto nivel, en algunas ocasiones, los procesos de software se clasifican como dirigidos por un plan (Plan-Driven) o como procesos ágiles. De acuerdo a Sommerville (2011):

Los procesos dirigidos por un plan son aquellos donde todas las actividades del proceso se planean por anticipado y el avance se mide contra dicho plan. En los procesos ágiles...la planeación es incremental y es más fácil modificar el proceso para reflejar los requerimientos cambiantes del cliente (p.29).

Los modelos SDLC pueden estar enmarcados dentro de una de las dos perspectivas de alto nivel mencionadas. A continuación, se brindará una descripción de los modelos SDLC que utiliza la empresa:

RUP, Proceso Unificado de Rational. Es un modelo de proceso híbrido, utiliza elementos de procesos tradicionales e incrementales. Se puede describir desde tres perspectivas:

1. Una perspectiva dinámica que muestra las fases del modelo a través del tiempo.
2. Una perspectiva estática que presenta las actividades del proceso que se establecen.
3. Una perspectiva práctica que sugiere buenas prácticas a usar durante el proceso.

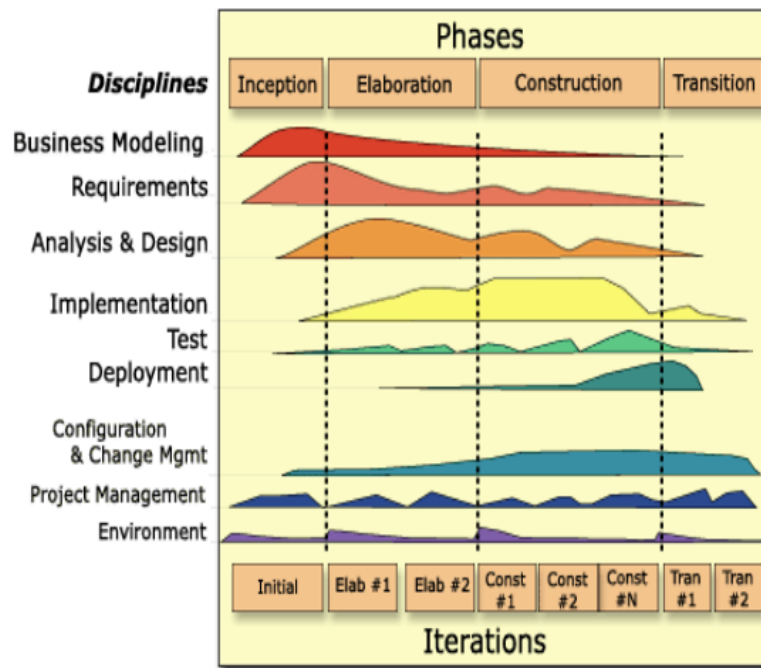


Figura 3. Vista general de las fases y disciplinas de RUP. Tomado de Tudoroiu, R. E., Cretu, V. & Paquet, J. (2009). Investigations Using the Rational Unified Process (RUP) Diagrams for Software Process Modeling. 2009 International *Multiconference on Computer Science and Information Technology*, 523-530. doi: 10.1109/IMCSIT.2009.5352791

Como se observa en la *Figura 3* la iteración y componente dinámico se presenta en las fases y el componente estático en las Disciplinas o flujos de trabajo (Sommerville, 2011).

Modelos Ágiles. Se constituyen como una combinación entre procesos iterativos e incrementales. Se concentra en la adaptabilidad y flexibilidad de los procesos junto a la satisfacción del cliente realizando entregas rápidas de software. Los métodos ágiles dividen el software en pequeños incrementos y cada uno de estos constituye una iteración completa del proceso de planificación, análisis de requerimientos, diseño, desarrollo, pruebas y validación. Las iteraciones continúan hasta finalizar implementar todos los requerimientos (Kazim, 2017). Existen diversos modelos ágiles de proceso de software, entre lo más populares se considera Scrum, Extreme Programming, Adaptive Software Development, Crystal Clear, Future Driven Development y Dynamic System Development. En la *Figura 4* se observa la representación gráfica general de los modelos ágiles.

Desde el Manifiesto Ágil en el 2001, las metodologías ágiles han tomado bastante fuerza, y en los últimos años muchas compañías de diferentes tamaños han transformado sus procesos para incluir ágil en su filosofía.

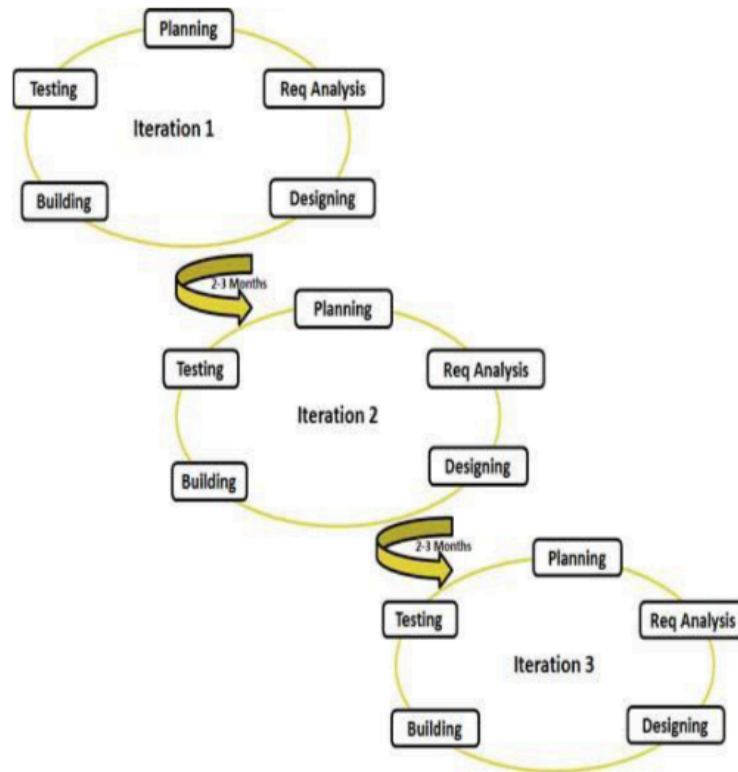


Figura 4. Representación general de un proceso ágil. Tomado de Kazim, A. (2017). *A Study of Software Development Life Cycle Process Models*. International Journal of Advanced Research in Computer Science, 8 (1), 15-23.

Visión General ISO/IEC 291190. Es un estándar de calidad internacional que provee los requerimientos, guías, objetivos y actividades dirigidas a Pequeñas Organizaciones (PO) de desarrollo de software para que mejoren la calidad de la prestación de sus servicios y el desarrollo y entrega de productos. Su primera versión se publicó en el año 2011, elaborada por el Working Group 24 (WG24). El estándar lo componen diferentes partes:

Tabla 6.
Audiencia objeto para ISO/IEC 29110

ISO/IEC 29110	Título	Audiencia Objeto
Parte 1	Visión general	POs, evaluadores, productores de normas, vendedores de herramientas y vendedores de metodología.
Parte 2	Marco de referencia y taxonomía	Productores de normas, vendedores de herramientas y vendedores de metodología. No está destinada a las POs.
Parte 3	Guía de evaluación	Evaluadores y POs.
Parte 4	Especificaciones del perfil	Productores de normas, vendedores de herramientas y vendedores de metodología. No está destinada a las POs.
Parte 5	Guía de gestión e ingeniería	PO

Nota. Fuente: Adaptado de International Organization for Standarization. (2011). Software Engineering. Lifecycle Profiles for Very Small Entities (VSES). Part 4-1: Profile Specifications. Generic Profile Group. Geneva: ISO, 2011

De acuerdo a ISO (2011):

La norma ISO/IEC 29110 es aplicable a las pequeñas organizaciones (POs), y estas son empresas, organizaciones, departamentos o proyectos de hasta 25 personas. Los procesos del ciclo de vida descritos en ISO/IEC 29110 no pretenden excluir ni desestimar su uso por parte de organizaciones más grandes que las POs.

Como se ha mencionado con anterioridad, uno de los fines del estándar ISO/IEC 29110 es facilitar que las PO logren mejorar la calidad y productividad a través de la implementación de

procesos flexibles y livianos a un bajo esfuerzo y costo comparado con otros estándares como CMMI®.

Perfiles. El estándar en ISO/IEC 29110-1 define el concepto de perfil de la siguiente forma:

El perfil es un conjunto de uno o más estándares base y/o perfiles estandarizados, y en algunos casos, la identificación de clases seleccionadas, subconjuntos conformes, opciones y parámetros de esos estándares base o perfiles estandarizados para lograr una función en particular. (ISO, 2015)

Hasta el momento se han definido los perfiles del Grupo Genérico que son los siguientes:

1-1 Entrada

1-2 Básico

1-3 Organizacional

Para efectos del presente proyecto es de interés el Perfil Básico, ya que es aquel que será implementado en TIC Makers.

El estándar en su Perfil Básico selecciona elementos del proceso de Gestión de Proyectos (GP) e Implementación de Software (IS) establecidos en el estándar ISO/IEC 12207:2008 y productos definidos en ISO/IEC 15289:2006 desde la visión de un proyecto (ISO, 2011).

Para implementar y certificar el estándar ISO/IEC 29110 la empresa, grupo o departamento debe cumplir las *condiciones de entrada* y los elementos obligatorios de la norma que son los

procesos, actividades, objetivos de procesos, salidas a nivel de actividad y los productos de trabajo.

Los requisitos de entrada de acuerdo al estándar son (ISO, 2011, p13):

- Existe un contrato o acuerdo del proyecto con la declaración de trabajo.
- Antes de empezar el proyecto se analizó la factibilidad en términos de costo, técnicos y cronograma.
- Se asigna y entrena el equipo de trabajo del proyecto, incluido el gerente de proyecto.
- Dispone de bienes, servicios e infraestructura

Proceso GP – Gestión de Proyectos. De acuerdo al estándar “El propósito del proceso Gestión del Proyecto es establecer y llevar a cabo de manera sistemática las Tareas de un proyecto de implementación de Software, que permitan cumplir con los Objetivos del proyecto en calidad, tiempo y costos esperados.” (INDECOPI, 2012, p. 21).

Se mencionan a continuación los objetivos del proceso GP:

Tabla 7.
Objetivos del Proceso GP

Objetivo	Descripción
GP.O1	El <i>plan del proyecto</i> para la ejecución del proyecto se desarrolla de acuerdo con la declaración de trabajo y se valida con el cliente. Se dimensionan y estiman las tareas y los recursos necesarios para completar el trabajo.

GP.O2	<p>El progreso del proyecto se monitorea frente al <i>plan del proyecto</i> y se registra en el <i>registro de estado del progreso</i>. Las correcciones para remediar los problemas y las desviaciones con respecto al plan se emprenden cuando no se logran los objetivos del proyecto. El cierre del proyecto se realiza para obtener la aceptación documentada del cliente en el <i>registro de aceptación</i>.</p>
GP.O3	<p>Las <i>solicitudes de cambio</i> se tramitan a través de su recibo y análisis. Los cambios en los requisitos del software se evalúan con respecto a costo, cronograma e impacto técnico.</p>
GP.O4	<p>Se realizan reuniones de revisión con el equipo de trabajo y el cliente. Se registran y monitorean los acuerdos.</p>
GP.O5	<p>Los riesgos se identifican a medida que se desarrollan y durante la ejecución del proyecto.</p>
GP.O6	<p>Se desarrolla una <i>estrategia de control de la versión</i>. Se identifican y definen los elementos de <i>configuración del software</i> y se determinan las líneas de referencia. Las modificaciones y las versiones de los elementos se controlan y se ponen a disposición del cliente y el equipo de trabajo, incluidos almacenamiento, manipulación y entrega de los elementos.</p>
GP.O7	<p>El aseguramiento de la calidad del software se lleva a cabo para asegurar que los productos de trabajo y los procesos cumplen con el plan del proyecto y la <i>especificación de requisitos</i>.</p>

Nota. Fuente: Adaptado de ICONTEC (2014). NTC-ISO/IEC 29110 Ingeniería de Software. Perfiles del ciclo de vida para pequeñas entidades (PE). Parte 4-1: Especificaciones del Perfil: Grupo de Perfil Genérico. Colombia: ICONTEC, 2014

Las actividades que pertenecen al proceso de Gestión de Proyectos son:

Tabla 8.
Actividades del Proceso GP

Actividad	Descripción
GP.1 Planeación de Proyecto	Esta actividad establece los detalles de la planificación necesarios para gestionar el proyecto, como su alcance, estimación de tareas, recursos, gestión de cambios, riesgos, control de versiones, entre otras tareas de planificación.
GP.2 Ejecución del Proyecto	Durante esta actividad se llevan a cabo las tareas planificadas; se registran y comunican los avances del proyecto, se gestionan los cambios y se administra el repositorio del proyecto.
GP.3 Evaluación y Control del Proyecto	Actividad transversal que se encarga de identificar, controlar y tomar acciones frente a las desviaciones y/o potenciales riesgos que se presenten durante la ejecución del proyecto.
GP.4 Cierre del Proyecto	Actividad que comprende la entrega final del producto o resultado del proyecto, junto a los demás entregables comprometidos. Se firma el acta de aceptación al obtener la conformidad del cliente.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los *Productos de trabajo* que están relacionados en el Proceso GP son:

- Declaración de trabajo
- Registro de estado de progreso
- Plan de Proyecto
- Solicitudes de cambio
- Actas de reunión

- Registro de corrección
- Resultados de verificación
- Resultados de validación
- Repositorio del Proyecto
- Copia de seguridad del repositorio del proyecto
- Registro de Aceptación

El flujo de información entre las actividades y los productos de trabajo del proceso GP se puede observar en la Figura 6.

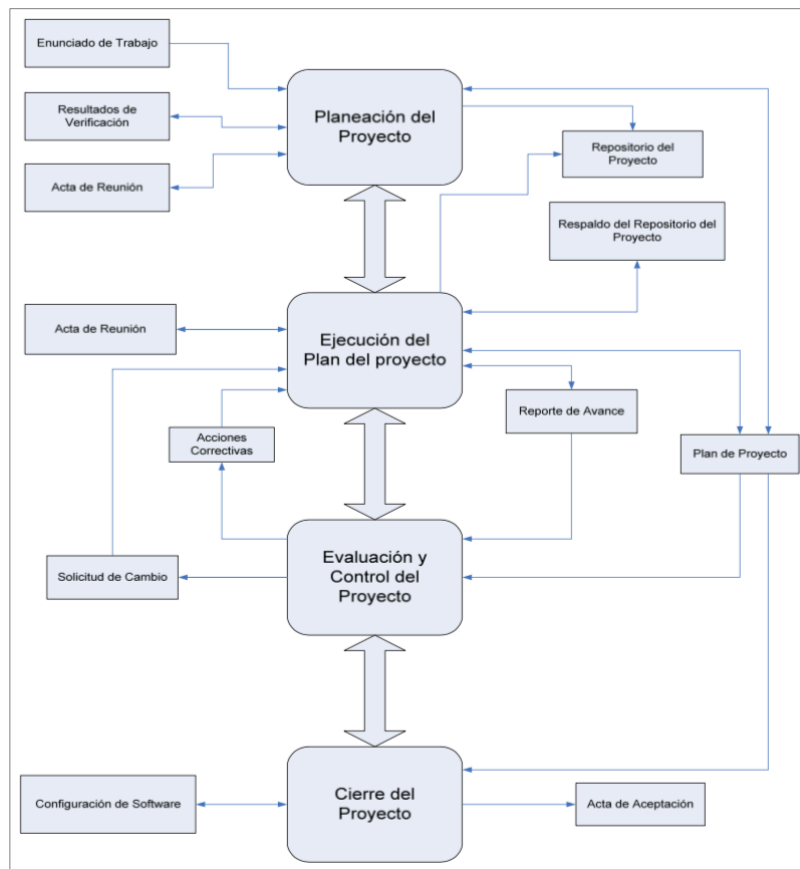


Figura 5. Diagrama del Proceso de Gestión del Proyecto. Tomado de INDECOPI (2012).

NTP-ISO/IEC TR 29110-5-1-2 Ingeniería de Software. Perfiles del ciclo de vida para

pequeñas organizacoines (PO). Parte 5-1-2: Guía de gestión e ingeniería: Grupo de Perfil Genérico. Perfil Básico. Perú: INDECOPI, 2012.

Proceso de Implementación de Software (IS). De acuerdo al estándar “El propósito del proceso de Implementación de Software es la realización sistemática de las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas para los productos Software, nuevos o modificados, de acuerdo a los requisitos especificados.” (INDECOPI, 2012, p. 39)

Se mencionan a continuación los objetivos del proceso IS:

Tabla 9.
Objetivos del Proceso IS

Objetivo	Descripción
IS.O1	Las tareas de las actividades se realizan a través del cumplimiento del <i>plan del proyecto</i> actual.
IS.O2	Se definen los requisitos del software y se analizan con respecto a la exactitud y la facilidad de ensayo. Estos son aprobados por el cliente, se determinan sus líneas de referencia y se comunican.
IS.O3	Se desarrolla el diseño detallado y de la arquitectura del software y se determinan las líneas de referencia. Este describe los elementos del software y sus interfaces internas y externas. Se establecen la consistencia y la trazabilidad hasta los requisitos del software.
IS.O4	Se producen los componentes del software definidos por el diseño. Se definen y ejecutan los ensayos de las unidades para verificar la consistencia con los requisitos y el diseño. Se establece la trazabilidad hasta los requisitos y el diseño.

IS.O5	Se produce el <i>software</i> ejecutando la integración de los componentes del software y este se verifica utilizando los <i>casos de ensayo</i> y los <i>procedimientos de ensayo</i> . Los resultados se registran en el <i>informe de ensayo</i> . Se corrigen los defectos y se establecen la consistencia y la trazabilidad hasta el <i>diseño del software</i> .
IS.O6	Una configuración del <i>software</i> que satisfaga la <i>especificación de requisitos</i> , se pacta con el cliente, que incluye al usuario, se integra la documentación de operación y mantenimiento, se determinan sus líneas de referencia y se almacena en el <i>repositorio del proyecto</i> . Se detectan las necesidades de cambios en la <i>configuración del software</i> y se inician las <i>solicitudes de cambio</i> relacionadas.
IS.O7	Las tareas de verificación y validación de todos los productos de trabajo requerido se realizan utilizando los criterios definidos para lograr la consistencia entre los productos de entrada y salida en cada actividad. Los defectos se identifican y corrigen; los registros se almacenan en los <i>resultados de verificación/validación</i> .

Nota. Fuente: Adaptado de ICONTEC (2014). NTC-ISO/IEC 29110 Ingeniería de Software. Perfiles del ciclo de vida para pequeñas entidades (PE). Parte 4-1: Especificaciones del Perfil: Grupo de Perfil Genérico. Colombia: ICONTEC, 2014

Las actividades que pertenecen al proceso de Implementación de Software son:

Tabla 10.
Actividades del Proceso IS

Actividad	Descripción
IS.1 Inicio de la Implementación de Software	Durante esta actividad se revisa el plan de proyecto con el equipo de trabajo, se asignan tareas y se establecen los ambientes de trabajo.

IS.2 Análisis de Requisitos del Software	En esta actividad se analizan, especifican, verifican y validan los requisitos con el Cliente y se realiza el control de versiones de los requisitos del producto de Software.
IS.3 Arquitectura y Diseño Detallado del Software	En esta actividad se diseña y verifica la arquitectura del software, los componentes y las interfaces asociadas. Se verifican los casos de prueba y procedimientos de prueba. Se lleva trazabilidad de los requisitos y los productos y documentos de diseño se les lleva control de versiones.
IS.4 Construcción del Software	En esta actividad se revisa el diseño con el equipo de trabajo para determinar la secuencia de actividades de construcción, se realiza la construcción y pruebas unitarias del software y se realiza la trazabilidad de los componentes de software.
IS.5 Integración y Pruebas de Software	Durante esta actividad se integra el software y se corrigen los defectos del software y se documentan los resultados, se realiza trazabilidad al software integrado y se documentan y verifican los manuales de usuario y operación del software. Se incorpora el software a la línea base.
IS.6 Entrega de Producto	En esta actividad se verifica el manual de mantenimiento y se realiza la entrega del producto software y la documentación de acuerdo a las instrucciones de entrega detalladas en el Plan de Proyecto.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los *productos de trabajo* que están relacionados en el Proceso IS son:

- Especificación de requisitos
- Componentes
- Informe de ensayo

- Documentación de mantenimiento
- Manual de operación del producto
- Software
- Configuración del Software
- Diseño del software
- Documentación de usuario del software
- Casos de ensayo
- Procedimientos de ensayo
- Registro de trazabilidad
- Resultados de verificación y validación

El flujo de información entre las actividades y los productos de trabajo del proceso IS se puede observar en la Figura 7.

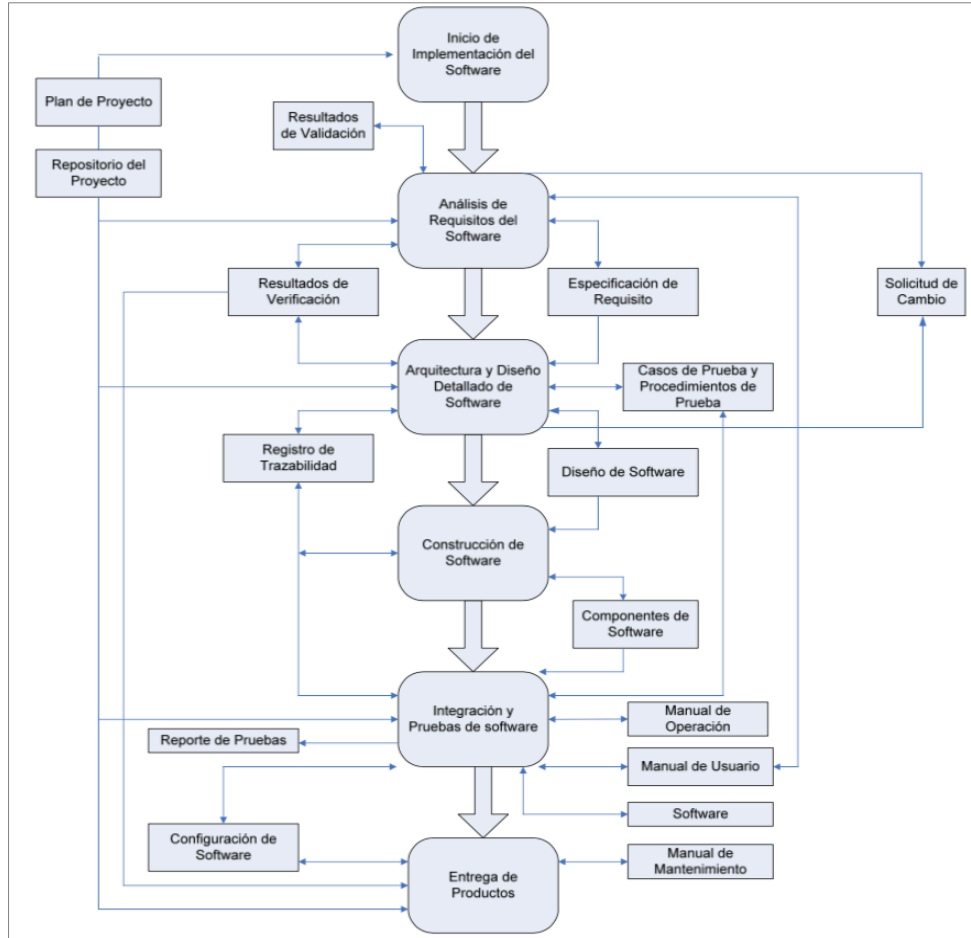


Figura 6. Diagrama del Proceso de Implementación de Software IS. Tomado de INDECOPI (2012). NTP-ISO/IEC TR 29110-5-1-2 Ingeniería de Software. Perfiles del ciclo de vida para pequeñas organizacoines (PO). Parte 5-1-2: Guía de gestión e ingeniería: Grupo de Perfil Genérico. Perfil Básico. Perú: INDECOPI, 2012.

Marco Legal

En esta sección se presentan las principales normas, leyes y decretos que guardan alguna relación con el contexto del proyecto:

NTC-ISO/IEC 29110: Conjunto de normas adaptadas por el ICONTEC para Colombia de acuerdo a los estándares internacionales publicados por la *International Organization for Standardization* (ISO) en la familia de estándares ISO/IEC 29110.

Ley 1341 de 2009: Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC, se crea la Agencia Nacional del Espectro y se dictan otras disposiciones.

Ley 590 de 2000: Por la cual se dictan disposiciones para promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas.

Decreto 1078 de 2015: Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector de tecnologías de la información y las comunicaciones.

Decreto 1412 de 2017: Por el cual se adiciona el título 16 a la parte 2 del libro 2 del decreto único reglamentario del sector tic, decreto número 1078 de 2015, para reglamentarse los numerales 23 y 25 del artículo 476 del estatuto tributario.

Resolución CRC 5050 de 2016: Por la cual se compilan las Resoluciones de Carácter General vigentes expedidas por la Comisión de Regulación Comunicaciones - Título X.

Resolución CRC 3968 de 2012: Por la cual se establecen los criterios de eficiencia del sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones y la medición de indicadores sectoriales para medir el avance en la sociedad de la información.

Resolución CRC 4775 de 2015: Por medio de la cual se modifica el parágrafo 2o del artículo 2o y el artículo 3o de la resolución CRC 3968 de 2012 "por la cual se establecen los criterios de eficiencia del sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones y la medición de indicadores sectoriales para medir el avance en la sociedad de la información".

Resolución 3483 de 2012 (MINTIC): Por la cual se crea el sistema de información general del sector de las tic - Colombia tic y se dictan otras disposiciones.

Resolución 781 de 2013 (MINTIC): Por la cual se modifica la resolución número 3484 de 2012, que crea el sistema de información integral del sector de TIC- Colombia TIC, y se dictan otras disposiciones.

Resolución 1445 de 2010 (MINTIC): Por la cual se expide el estatuto interno del fondo de tecnologías de la información y las comunicaciones.

Capítulo V: Desarrollo del Proyecto Aplicado

Metodología

Para el desarrollo de los objetivos del presente Proyecto Aplicado se realizó la actividad de “Adaptación de la dirección de proyectos al proyecto” recomendada por la Guía *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK®) en su sexta edición, en la que el PMI (2017) afirma:

Para dirigir un proyecto se deben seleccionar los procesos de la dirección de proyectos, las entradas, las herramientas, las técnicas, las salidas y las fases del ciclo de vida adecuados. Esta actividad de selección se conoce como **adaptación de la dirección de proyectos al proyecto**. El director del proyecto colabora con el equipo del proyecto, el patrocinador, la dirección de la organización o alguna combinación de los mismos durante la adaptación. En algunos casos la organización puede requerir el uso de metodologías para la dirección de proyectos específicas.

La adaptación es necesaria porque cada proyecto es único; no todos los procesos, herramientas, técnicas, entradas o salidas identificados en la Guía del PMBOK® son necesarios en cada proyecto. La adaptación debe abordar las restricciones contrapuestas de alcance, cronograma, costo, recursos, calidad y riesgo. La importancia de cada restricción es diferente para cada proyecto, y el director del proyecto adapta el enfoque para gestionar estas restricciones en base al entorno del proyecto, la cultura de la organización, las necesidades de los interesados y otras variables. (p.28).

Teniendo en cuenta la actividad de *adaptación de la Dirección de Proyectos al proyecto*, la naturaleza de la empresa descrita en la *tabla 4. Variables naturaleza de los proyectos TIC Makers* y los *Productos de Trabajo (PT)* del estándar ISO/IEC 29110-5-1-2 Perfil Básico, se realizó un taller con representantes de la empresa para la selección de un subconjunto de procesos de la Guía *Project Management Body of Knowledge (PMBOK®)* en su sexta edición y los *Productos de Trabajo* del proceso de Gestión de Proyectos GP del estándar ISO/IEC 29110-5-1-2, los cuales abarcan los cinco grupos de procesos de la Dirección de Proyectos: Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, y Cierre.

Para cada Grupo de Procesos del proyecto, se escogió, junto a los socios de la empresa y el área de Calidad & Proyectos, el subconjunto de procesos y Activos de Proceso (que constituyen documentos adaptados de los *PT* del estándar y las salidas de los procesos del PMBOK®) que aportan directamente a la construcción de los entregables y resultados esperados del Proyecto Aplicado.

Como resultado se obtuvo el subconjunto de procesos y activos de proceso descritos en la *tabla 11*.

Tabla 11.
Adaptación de la Dirección del Proyecto al Proyecto Aplicado

Grupo de Procesos	Subconjunto de procesos seleccionados*	Activos de Proceso**
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> • 4.1. Desarrollar el Acta de Constitución. • 13.1. Identificar a los Stakeholders. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de constitución diligenciada • Matriz de Stakeholders

Planificación	<ul style="list-style-type: none"> • 4.2. Desarrollar el Plan para la Dirección de Proyecto. • 5.3. Definir el Alcance • 5.4. Crear la EDT • 6.5. Desarrollar el Cronograma • 7.2. Estimar los Costos • 7.3. Determinar el presupuesto • 9.2. Estimar los Recursos de las actividades • 10.1. Planificar la Gestión de las Comunicaciones • 11.2. Identificar los Riesgos • 11.5. Planificar la respuesta a Riesgos 	<p>Plan para la Dirección de Proyecto que contiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visión general del proyecto: Descripción del alcance, supuestos y restricciones • Objetivos • Entregables • EDT • Recursos • Cronograma • Presupuesto • Equipo y Responsabilidades • Gestión de Riesgos • Plan de Comunicaciones • Entrega resultados de Proyecto
Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> • 4.3. Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto • 9.5. Dirigir al Equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte de avance • Solicitudes de cambio (si hay lugar a ellas) • Actas de reunión
Monitoreo y Control	<ul style="list-style-type: none"> • 4.5. Monitorear y controlar el Trabajo del Proyecto • 5.5. Validar el Alcance • 6.6. Controlar el Cronograma • 7.4. Controlar los Costos • 8.3. Control de Calidad • 9.6. Controlar los Recursos • 11.7. Monitorear los Riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte de avance [Evaluado] • Solicitudes de cambio [Evaluado] • Acciones Correctivas (si hay lugar a ellas) • Actas de reunión
Cierre	<ul style="list-style-type: none"> • 4.7. Cerrar el Proyecto o Fase 	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de aceptación

Nota. Fuente: Elaboración propia * Escogidos del PMBOK® 6ta ed. ** Adaptados de los *Productos de Trabajo* del estándar ISO/IEC 29110-5-1-2 y algunas *Salidas* de procesos del PMBOK®

Gestión y Dirección del Proyecto

Inicio. El objetivo de este grupo de procesos es definir el proyecto, socializar sus principales objetivos, restricciones, condiciones e hitos del mismo, así como obtener el compromiso de los principales involucrados en el proyecto a través del *Acta de Constitución del Proyecto* y se realizar el listado de todos los posibles involucrados directa o indirectamente en la *Matriz de Stakeholders*.

Nota: Para el desarrollo de los objetivos del proyecto y al constituirse como entregables para la empresa, se siguió el procedimiento que tiene la empresa para la elaboración de documentos, motivo por el cual, la fuente, tablas, colores, tamaños y estilos corresponden a los usados por la empresa. Los documentos construidos se relacionan como Apéndices en el presente documento y dirigen a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

- ***Acta de Constitución del Proyecto.*** Contiene el título y descripción del proyecto, asigna el líder de proyecto, lista objetivos, alcance, principales entregables, hitos, criterios de aceptación, restricciones y firmas de los principales involucrados.
(Apéndice A)
- ***Matriz de Stakeholders.*** Contiene la información principal de los involucrados en el Proyecto: Rol en el proyecto, tipo (externo o interno), posición, requisitos y expectativas principales, evaluación (influencia, poder, interés e impacto) y la fase de mayor interés. *(Apéndice B)*

Planificación. Contiene los procesos requeridos para establecer el alcance, definir el curso de acción, refinar los objetivos del proyecto y detallar condiciones adicionales para obtener el compromiso por parte del ejecutor y del cliente.

Como resultado de este grupo de procesos se obtiene el *Plan para la Dirección del Proyecto*, el cual agrupa la información identificada, analizada y gestionada en otros procesos o sub-planes.

- ***Plan para la Dirección del Proyecto.*** Contiene información dividida por capítulos que abarcan: Visión general del proyecto, Objetivos, Entregables, EDT, Recursos, Cronograma, Presupuesto, Equipo y Responsabilidades, Gestión de Riesgos, Plan de Comunicaciones y Entrega resultados de Proyecto. (*Apéndice C*)

Ejecución. Durante este grupo de procesos se realiza el trabajo definido en el *Plan* para cumplir con los objetivos y requisitos del proyecto.

Los dos procesos asociados a este grupo inician de forma paralela, 4.3. *Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto* y 9.5. *Dirigir el Equipo del Proyecto*, y se siguen ejecutando de forma iterativa junto al grupo de procesos de Monitoreo y Control hasta obtener la versión final de los *Entregables* del proyecto.

Como resultado de este grupo de procesos se generan los *Reportes de Avance*, *Solicitudes de Cambio* y *Actas de Reunión*.

- ***Reportes de Avance.*** Durante la ejecución se crean dos Reportes de Avance de acuerdo al *Plan de Comunicaciones* del *Plan para la Dirección del Proyecto* en el cual se indica su periodicidad como bimensual. El Reporte contiene: Actividades

principales realizadas, estado de progreso, resultados, ejecución de costos, cronograma actual, estado de riesgos, desviaciones y compromisos. (*Apéndice D*)

Monitoreo y Control. Procesos que se ejecutan de forma paralela con *Ejecución*, y tiene como objetivo realizar seguimiento, regular el progreso y desempeño del proyecto, para identificar e iniciar cambios o correcciones que se requieran.

Durante este grupo de procesos se **evalúan** los *Reportes de Avance*, las *Solicitudes de Cambio* y se verifican los *Entregables* para identificar y solicitar *Acciones Correctivas*, también se generan *Actas de Reunión*.

- **Actas de Reunión.** Durante la ejecución del proyecto se realizaron reuniones con el equipo consultor en el cual se evidenciaron avances y se dejaron compromisos. Las Actas de Reunión que se evidencian son principalmente del proceso de GP, sin embargo, se encuentra alguna información relacionada con el proceso de Implementación de Software, el cual está por fuera del alcance de este proyecto aplicado. (*Apéndice E*)

Cierre. Se realiza la entrega y aceptación de los entregables del proyecto, así como el cierre formal.

Se siguen las instrucciones de *Entrega de los Resultados del Proyecto* descritos en el Plan para la Dirección del Proyecto para ejecutar el proceso *Cerrar el Proyecto o Fase* y se genera el *Acta de Aceptación* donde la empresa aprueba los entregables y se da cierre formal.

- **Acta de Aceptación.** Acta firmada entre el representante de la empresa y el Líder de Proyecto donde se evidencia la aceptación de los entregables del proyecto. (*Apéndice F*)

Entregables del Proyecto

Se relacionan y describen de manera general los Entregables generados durante la ejecución del Proyecto Aplicado y que dan cumplimiento a los Objetivos propuestos.

Resultados Objetivo 1. Se describe el procedimiento para la creación de la Matriz de Brechas.

Matriz de Brechas. Este documento muestra la relación y diferencia de cumplimiento entre los activos de los procesos actuales que usa la empresa en su proceso de Gestión de Proyectos y lo sugerido por el estándar ISO/IEC 29110, así como las acciones de cumplimiento. Se encuentra dividida de la siguiente manera:

- *Columna 1 – Descripción de Productos según ISO/IEC 29119-5-1-2:* Se tomó la descripción de los productos del estándar, en su parte de *Gestión e Ingeniería*, en el apartado **9. Descripción de Producto**. Sólo se describieron los productos que corresponden al proceso de Gestión de Proyectos GP.
- *Columna 2 – Activos de Proceso vigentes en Calidad & Proyectos relacionados:* Junto al Coordinador de Procesos se realizó una recuperación y análisis de los formatos, herramientas y documentación utilizada por el área de Calidad & Proyectos, se

utilizaron las versiones de formatos vigentes y la forma en que se aplican durante el desarrollo del proyecto. En la columna de la matriz de brecha se presentan las características de cada uno de los formatos y herramientas.

- *Columna 3 – Brecha entre GP ISO/IEC 29110 y Proceso vigente de Calidad & Proyectos:* Se listaron todos elementos que, acuerdo a la comparación de lo sugerido por el estándar ISO/IEC 29110-5-1-2 y los Activos de Procesos, la empresa no cumple para dar conformidad al proceso de Gestión de Proyectos de la ISO/EIEC 29110.
- *Columna 4 – Acciones de cumplimiento:* De acuerdo a las brechas identificadas se listan las acciones para cada Producto de Trabajo para ser creado o modificado para incluir al proceso de GP de la empresa. El listado de las acciones para el cumplimiento se basó en las recomendaciones de la empresa consultora, el coordinador de Procesos y el análisis de la norma a detalle. (*Apéndice G*)

Resultados Objetivo 2. De acuerdo a las brechas identificadas y las acciones de cumplimiento sugeridas, el equipo de proyecto procedió a crear y/o modificar los formatos y soportes para dar cumplimiento a los diferentes *Productos de Trabajo* solicitados por el estándar, que constituyen insumo para organizar el flujo del proceso.

Formato Enunciado del Alcance del Proyecto: Formato nuevo que da cumplimiento a lo sugerido por el estándar ISO/IEC 29110-5-1-2 en el Producto de Trabajo “Enunciado del Alcance”. (*Apéndice H*)

Plantilla Plan de Proyecto: Formato nuevo estilo plantilla que contiene información pre-diligenciada de acuerdo a aspectos comunes de los proyectos, la cual facilita al Gerente de

Proyecto su diligenciamiento y tiempo de entrega. El plan de proyecto da cumplimiento a los *Resultados de Validación* al incluir el espacio para la firma y aprobación del cliente. *(Apéndice I)*

Informe de Avance – Plantilla presentación: Formato estilo plantilla de presentación en Power Point adaptado del original de la empresa para facilitar la comunicación con el cliente cuando se reportan avances del proyecto a través de reuniones virtuales o presenciales.

(Apéndice J)

Informe de Avance – Word: Formato nuevo para el reporte de avances que sigue los criterios de elaboración de documentos de la empresa; Contiene información similar al Anexo 10 y su objetivo es poder realizar una entrega formal y ejecutiva del reporte de avance. *(Apéndice K)*

Formato Acta de reunión y seguimiento: Formato original usado por la empresa. El Coordinador de Procesos únicamente actualizó el código del documento para reflejar la inclusión de los demás Activos del proyecto. *(Apéndice L)*

Formato Solicitud de cambios: Formato nuevo para la solicitud, análisis y evaluación de los cambios que surgen de manera interna o externa. *(Apéndice M)*

Matriz Acciones Correctivas: Matriz nueva en la cual se registra toda la información de las Acciones Correctivas que surgen durante la ejecución de determinado proyecto. *(Apéndice N)*

Formato Resultados de Verificación: Formato nuevo para revisar el contenido del Plan de Proyecto con el objetivo de obtener realimentación y/o aprobación por parte del equipo interno. *(Apéndice O)*

Estructura de directorios para los Proyectos: Propuesta para administrar el orden y funciones de la estructura documental de los proyectos, para ser utilizada en los Repositorios del Proyecto.

(Apéndice P)

Formato Acta de Aceptación: Formato modificado para reflejar las acciones de cumplimiento del estándar. (Apéndice Q)

Resultados Objetivo 3. Para el diseño del proceso se llevaron sesiones de trabajo junto al Coordinador de Procesos y los Consultores externos. Se trabajó primero en la definición del flujo del proceso con sus entradas, actores y salidas, para después describir a detalle en la caracterización vinculando a la estructura del Mapa de Procesos de la empresa.

Diagrama de Flujo Nuevo Proceso GP: Diagrama modelado de acuerdo al estándar BPMN 2.0. Se tuvo en cuenta el flujo de proceso vigente de la compañía y las modificaciones para dar cumplimiento al estándar. (Apéndice R)

Caracterización del Proceso de Gestión Proyectos. La caracterización del proceso se divide entre el proceso general, para el cual se presenta la tabla de caracterización con entradas, actividades, salidas, descripciones y responsables, por último, presenta un diagrama de flujo adicional de alto nivel. Seguido se descompone por cada procedimiento del proceso: Planificación, Ejecución, Evaluación y Monitoreo, y cierre. (Apéndice S)

Acta de socialización. Se presentan las evidencias de la reunión de socialización del nuevo proceso de GP con los representantes de la empresa: Acta y registro fotográfico. (Apéndice T)

Capítulo VI: Aspectos Administrativos

Cronograma de Actividades

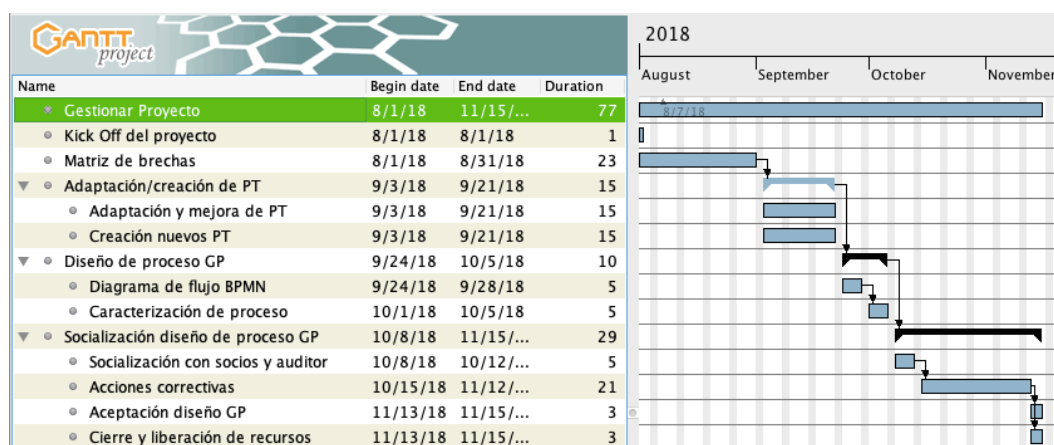


Figura 7. Cronograma de Actividades del Proyecto. Elaboración Propia

Estimación de costos

Tabla 12.

Estimación de costos

Rubro	(Tiempo/ Cantidad)	Valor Unitario	& T. Dedicado	Valor Total
R1 Recursos humanos				\$12.750.000
R1.1 Líder Proyectos	4 meses	\$2.500.000	70%	\$7.000.000
R1.2 Coordinador Procesos	4 meses	\$1.500.000	60%	\$3.600.000
R1.3 Consultor	3 meses	\$3.000.000	20%	\$1.800.000
R1.4 Auditor	1 mes	\$3.500.000	10%	\$350.000
R2 Bibliografía (Ebook)	1 unidad	\$92.800	N/A	\$92.800
R3 Materiales e insumos	1 unidad	\$100.000	N/A	\$100.000
R4 Infraestructura	8 horas	\$70.000	N/A	\$560.000
R5 Software	Software Libre	\$0	N/A	\$0
R6 % Auditoría de certificación	1 auditoría	\$2.850.000	N/A	\$2.850.000
Total				\$16.352.800

Nota: Elaboración Propia

Hoja de Recursos

Se presenta a continuación el organigrama y la matriz de responsabilidades de los recursos humanos del proyecto.

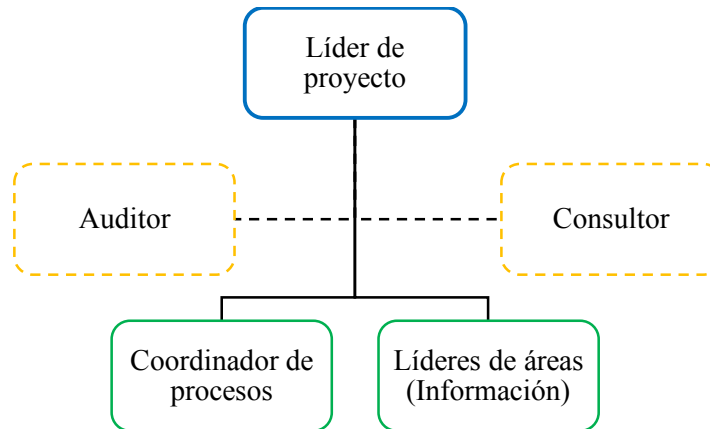


Figura 8. Organigrama Recursos Humanos del Proyecto. Elaboración propia

Tabla 13.
Responsabilidades equipo de proyecto

Rol	Responsabilidades en el proyecto
Líder de Proyecto	Planear, ejecutar, controlar y cerrar el proyecto, cumpliendo con los costos, tiempos, objetivos y calidad establecida. Preparar y presentar informes de avance generales y detallados. Hacer seguimiento del progreso del proyecto; Contribuir en la construcción de los entregables del proyecto; Convocar reuniones de seguimiento y socialización de los resultados del proyecto; Gestionar la comunicación entre los diferentes interesados principalmente con la entidad consultora y la auditora.

Coordinador de Procesos	Dirigir y contribuir a la construcción de entregables del proyecto (formatos, herramientas, diagramas, soportes); Realizar levantamiento de información sobre la empresa con las diferentes áreas involucradas en el proyecto; Apoyar al líder de proyecto en la revisión de los criterios de aceptación de los entregables; Aprobar y formalizar la difusión del nuevo proceso en caso de ser aceptado por los socios de la empresa.
Consultor	Asesorar metodológicamente al buen desarrollo de los entregables del proyecto de acuerdo al estándar ISO/IEC 29110; Contribuir al seguimiento del cronograma; Realizar seguimiento y evaluación a los entregables construidos a lo largo del proyecto; Solicitar pre-auditoría y auditoría a la entidad certificadora.
Auditor interno	Preparar plan de auditoría; Realizar auditoría interna sobre el cumplimiento de la norma ISO/IEC 29110; Entregar observaciones y recomendaciones a la empresa sobre la auditoría interna una vez se realice.
Líderes de área	Entregar información de manera oportuna al equipo de proyecto para la consecución de los objetivos.

Nota: Elaboración propia

Cuellos de botella, holgura e hitos

Tabla 14.
Cuellos de botella, holguras e hitos del proyecto

Actividades	Cuello de botella	Holgura	Hito	Acciones de mitigación
Matriz de Brechas		X		Iniciar lo antes posible con el objetivo de disminuir riesgos para actividades subsecuentes programando con tiempo reuniones con consultores
Adaptación y/o creación de PT	X			Iniciar adaptación y/o creación de PT a medida que se van identificando en la matriz de brechas con el apoyo de la Coordinadora de Procesos

Diseño de Proceso GP	X	Trabajar junto a la Coordinadora de Procesos para la construcción del Diagrama y evitar reprocesos. Así, la caracterización se construirá más fácil una vez revisado el Diagrama.
Socialización proceso	X	Programar la reunión en la fecha más temprana de la actividad si unos días antes se está al día con el cronograma de las demás actividades.
Acciones correctivas	X	Aclara muy bien las correcciones una vez se presenten y realizarlas lo más temprano posible para obtener realimentación a tiempo
Aceptación	X	N/A

Nota: Elaboración propia

Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)

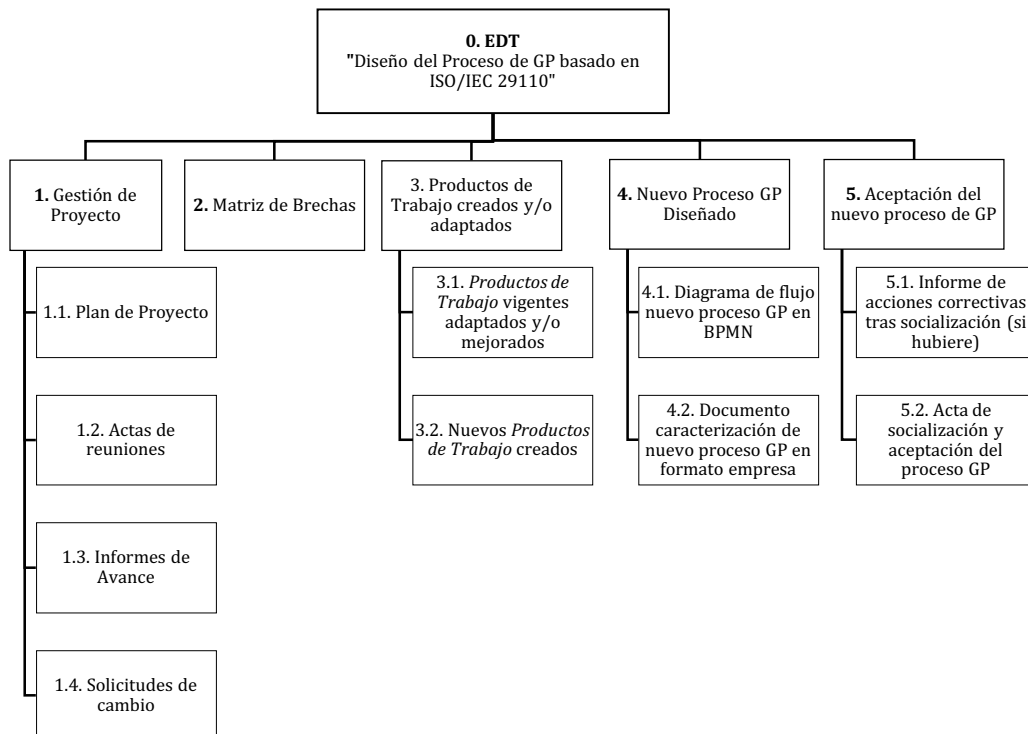


Figura 9. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) del Proyecto. Elaboración propia

Evaluación de Factibilidad Económica, Ambiental y Social

Evaluación de Factibilidad Económica. Para realizar esta evaluación se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- El proyecto nace y se ejecuta bajo un beneficio de cofinanciación por parte de Colciencias y una contrapartida en efectivo dispuesta por la empresa.
- Los beneficios de los resultados del proyecto no pueden ser medidos inmediatamente una vez diseñado el nuevo proceso, debido a que depende de su implementación en proyectos internos o externos y su efectiva medición en esfuerzo estimado.

El presupuesto total del proyecto, de acuerdo a valores de la convocatoria de Colciencias asciende a los \$30.000.000 COP, de los cuales la empresa debe aportar \$5.000.000 COP de contrapartida en efectivo que será pagada a la empresa consultora asignada. Adicional, la empresa debe asignar recursos en especie representados en tiempo del Líder de Proyecto, la Coordinadora de Procesos e inversión en otros recursos como bibliografía, materiales e insumos.

Como se observa en la **tabla 12** de costos estimados, los rubros **R1.3**, **R1.4** y **R6** suman el valor de contrapartida en efectivo.

Los demás rubros corresponden a inversión interna que debe realizar la empresa para el adecuado desarrollo del proyecto.

Para determinar formas de evaluar la factibilidad económica del proyecto, se debe establecer posibles situaciones futuras que determinen cómo podría beneficiarse la empresa una vez implemente su nuevo proceso de GP.

Un posible escenario está relacionado con la disminución de retrabajo en los proyectos, pues al disminuir el esfuerzo en horas adicional, se beneficia el porcentaje de utilidad de cada

proyecto que ejecuta la compañía. De acuerdo al estudio de Laporte y O'Connor (2017) la implementación de la ISO/IEC 29110 (proceso de IS y GP) puede disminuir el retrabajo desde un 40% hasta valores que oscilan entre 15% y 25%, así, es posible tomar como ejemplo un proyecto que tomó 6.000 horas de esfuerzo total (que equivale al 140% incluido el tiempo de retrabajo), se resta la diferencia si se obtuviera el menor beneficio en retrabajo (25%) y se resta la diferencia (15%) para un nuevo total de 5.357 hrs/esfuerzo por el proyecto, lo que equivale a un ahorro de esfuerzo de 642 hrs. Si se estima en promedio el valor hora a \$25.000 COP, la empresa se estaría ahorrando por ese proyecto aproximadamente \$16.050.000 COP. Si una empresa tuviera una capacidad de 1.000 hrs/mes en un proyecto (entre 6 y 7 personas involucradas 40 hrs/semana), estaría recuperando casi el 100% de la inversión de la certificación de la norma ISO/IEC 29110 en un proyecto de 6 meses (teniendo en cuenta que los recursos de cofinanciación y contrapartida cubren la implementación de los dos procesos del estándar).

Adicional al beneficio económico por disminución de tiempo de retrabajo, se contemplan los demás beneficios mencionados por Lohier y Rodríguez (2018) que se perciben de la implementación de la norma. Para consultar los beneficios se puede remitir al Capítulo II: Justificación.

Evaluación Ambiental y Social. El diseño del nuevo proceso de GP y su posterior implementación promueve en la empresa y sus involucrados internos y externos unos cambios en la forma de realizar las actividades desde ámbitos organizacionales hasta individuales en sus comportamientos. Para iniciar tendremos en cuenta algunos aspectos:

Ambientales. La empresa actualmente, adicional al proceso de certificación en el estándar ISO/IEC 29110, se encuentra en la implementación de su Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) exigido a todas las empresas en el orden nacional, la implementación de este tiene consigo la realización de una serie de capacitaciones orientadas a adoptar buenas prácticas en la mitigación de impactos ambientales, reciclaje, primeros auxilios, entre otros.

El diseño del nuevo proceso de GP y otros procesos en la empresa se están alineando a estas buenas prácticas orientadas en términos ambientales por el SG-SST. Por ejemplo, con el objetivo de disminuir la impresión de papeles, en la caracterización del proceso se indica que todos los documentos tales como actas, informes, planes y demás, serán verificados y validados de forma electrónica, así los clientes internos y externos deben aportar su firma electrónica o aprobados a través de los medios formales como el correo electrónico.

Todos los diagramas, formatos y demás están dispuestos en un repositorio para ser diligenciados de forma digital, así como el almacenamiento de los registros.

En la herramienta de gestión de proyectos se estableció un flujo de aprobación digital para que los documentos que deben ser revisados por más de una persona, sean validados desde allí.

En general la empresa promoverá su política disminución de uso de papel tanto a nivel interno como con cada uno de sus clientes porque ellos también están involucrados en el proceso GP.

En algunas situaciones, más ligados al aspecto contractual, para las firmas de los contratos aún no se han implementado acciones, teniendo que buscar la impresión y firma original por los representantes de las empresas involucrados en determinado proyecto.

Sociales: La empresa tiene como uno de sus objetivos y principios corporativos aportar al desarrollo de la región desde iniciativas con empresas, universidades y entidades territoriales, y

para esto, con sus representantes están planteando un reto de innovación interno de implementar prácticas de Knowledge Spillover que se refiere al desbordamiento del conocimiento, una práctica realizada en el área de Gestión del Conocimiento, la cual busca beneficiar a los actores en torno al conocimiento desarrollado internamente para que sea transferido a los demás y puedan percibir sus beneficios a un menor costo (su propia implementación, si se requiere) del invertido por los autores originales.

En una primera instancia se está planeando que el diseño del proceso de GP pueda ser parte de esta iniciativa de Knowledge Spillover para beneficiar a las empresas que pertenecen a ParqueSoft Tolima y las de la iniciativa Clúster Tolima TIC que estén relacionadas principalmente con el área de software. El objetivo de esta iniciativa es que las empresas de la región puedan aumentar su competitividad y posteriormente aspirar a certificarse bajo un modelo de calidad para expandir el alcance y oportunidades que se pueden lograr de manera individual, así como a nivel colectivo desde ParqueSoft Tolima y la iniciativa Clúster Tolima TIC.

De la misma forma, el autor ha planteado a los representantes de la empresa unos escenarios para el fortalecimiento de capacidades en los programas de pregrado de TI en las universidades de la región, similar a los estudios presentados por (Munoz, Mejía y Laporte, 2018), para la adopción de buenas prácticas en la gestión de proyectos de TI para los estudiantes como proyectos internos en las universidades.

Conclusiones

En la investigación y selección de referencias se identificó una fuerte tendencia en la mejora de los procesos de las empresas de TI a través de modelos y metodologías flexibles, ágiles y/o livianas, las cuales han ido desplazando estructuras robustas y jerárquicas de modelos de calidad tradicionales para facilitar la gestión del cambio como un hecho dinámico y constante durante la cuarta revolución industrial que están viviendo grandes y pequeñas compañías.

Las organizaciones y comunidades autoras del diseño y publicación de buenas prácticas y estándares alrededor de la gestión de proyectos también están implementando en sus nuevos cuerpos de conocimiento las prácticas ágiles y la posibilidad de procesos flexibles para convivir con los tradicionales para alinearse cada vez más a la necesidad de las nuevas empresas de todos los tamaños.

Una gran parte de las pequeñas empresas de TI basan sus días en sobrevivencia, y a su vez han reconocido la importancia de mejorar los procesos a través de buenas prácticas que sean reconocidas por su equipo y clientes, pero no cuentan con el tiempo, personal y recursos para realizarlo. Y es en este punto, donde estándares como ISO/IEC 29110, que se han ido nutriendo con el trabajo de una comunidad de investigadores, estudiantes y empresas, cuenta con amplios recursos prácticos para facilitar su implementación, como lo son los Paquetes de Despliegue, cursos libres en línea y juegos.

Recomendaciones

Para implementar cualquier mejora de procesos al interior de una organización, se recomienda tener en cuenta:

- Realizar un análisis al interior de la empresa y la propia percepción del equipo sobre las buenas y malas prácticas del proceso previas a la proposición de alguna acción de mejora. Es importante generar empatía con el equipo y reconocer anticipadamente aspectos que admiren o disfruten de su proceso, así como sus dolores y problemas que han vivido respecto a la forma de ejecutarlo. Es imperante que una acción de mejora sea basada en la cultura organizacional y no impuesta en su totalidad por un modelo o metodología.
- El diseño o modificación de un proceso se debe basar en la co-creación de forma iterativa. Para una adecuada gestión del cambio y mejores índices de éxito en la implementación de un nuevo proceso, el equipo involucrado en el proceso debe ser parte importante de su diseño, pues son ellos quienes conocen de antemano cómo realizan sus actividades y podrán entregar realimentación asertiva para el equipo de mejora.
- Como lo recomiendan la gran mayoría de herramientas, prácticas o modelos a nivel corporativo, primero gana el compromiso de la alta dirección. En la mayoría de las organizaciones el ejemplo, la cultura y motivaciones proviene de la alta dirección y líderes representativos, si ellos no demuestran compromiso, motivación y colaboración frente a nuevos procesos, su éxito en el diseño e implementación se verá afectado.

Referencias

Association for Project Management APM (2012). *APM Body of Knowledge 6th edition:*

Definitions. Recuperado de: <https://www.apm.org.uk/>

Charette, R. (2005). Why software fails. *IEEE Spectrum*. 42(9), 42-49. doi:

10.1109/MSPEC.2005.1502528

CMMI Institute LLC. (2018). *SCAMPI Appraisal System (SAS): Published Appraisal Results*.

Pittsburgh, EU: CMMI Institute LLC. Recuperado de <https://sas.cmmiinstitute.com/>

Galinier, S. y Laporte, C. (octubre de 2018). Connecting Business Development and Systems

Engineering with ISO/IEC 29110 Standard in Small and Medium Enterprises of France -

Rome, Italy. *4th IEEE International Symposium on Systems Engineering*, Roma, Italia.

doi: 10.1109/SysEng.2018.8544393

Galvan, S., Mora, M., O'Connor, R., Acosta, F., y Rodríguez, F. (2015). A Compliance Analysis

of Agile Methodologies with the ISO/IEC 29110 Project Management Process. *Procedia*

Computer Science. 64, 188-195. doi: 10.1016/j.procs.2015.08.480

IEEE Computer Society (2014). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*

SWEBOK V3.0. Recuperado de: <http://www.swebok.org>

International Organization for Standardization. (2015). *Quality Management Systems – Fundamentals and vocabulary*. Ginebra: ISO.

International Organization for Standardization. (2015). *ISO/IEC 29110-2-1:2015(en) – Part 2-1: Framework and taxonomy*. Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:29110:-2-1:ed-1:v1:en>

International Organization for Standardization. (2011). *Software Engineering. Lifecycle Profiles for Very Small Entities (VSES). Part 4-1: Profile Specifications. Generic Profile Group*. Geneva: ISO, 2011.

International Project Management Association IPMA (2015). *Individual Competence Baseline Version 4.0*. Recuperado de: <http://products.ipma.world/ipma-product/icb/>

Kazim, A. (2017). A Study of Software Development Life Cycle Process Models. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8(1). 15-23.

Krasner, H. (1998.) “Using the cost of quality approach for software.” *Crosstalk: The Journal of Defense Software Engineering*, 11(11).

Laporte, C. (marzo de 2016). ISO/IEC 29110: Normas y guías de ingeniería de software y sistemas para entidades muy pequeñas. *Convención Informática 2016*, La Habana, Cuba. 10.13140/RG.2.1.2304.9360.

Laporte, C. y Chevalier, F. (julio de 2015). An Innovative Approach to the Development of Project Management Processes for Small-scale Projects in a large Engineering Company. *25th INCOSE International Symposium*, Washington, US. doi: 25. 10.1002/j.2334-5837.2015.00099.x

Laporte, C., Muñoz, M., Mejía, J. y O'Connor, R. (2018). Applying Software Engineering Standards in Very Small Entities: From Startups to Grownups. *IEEE Software*. 35(1), 99-103. doi: 10.1109/MS.2017.4541041

Laporte, C. y O'Connor, R. (2017). Software Process Improvement Standards and Guides for Very Small Organizations - An Overview of Eight Implementation. *CrossTalk*. 30(3), 23-27.

Lledó, P. (2013). *Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen PMP® sin morir en el intento 2da ed.* Victoria, Canadá.

Lohier, P., y Rodríguez, P. (septiembre de 2018). Yes, Very Small Organizations in the IT Sector Can Benefit from Being Recognized Internationally. *2018 11th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC)*, Coimbra, Portugal. doi: 10.1109/QUATIC.2018.00012

López, M. (2012). *Deployment Package para Gestión de Proyectos de Software según los lineamientos del Perfil Básico de la norma ISO/IEC 29110* (tesis de maestría).

Universidad ICESI, Cali, Colombia.

Lucho, S., Meléndez, K. y Dávila, A. (2018). Influencia de Factores de Entorno en la Implementación del estándar ISO/IEC 29110. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 26(26), 1-16. doi: 10.17013/risti.26.1-16

Mas, A., y Mesquida, A. (junio de 2013). Gestión de proyectos de software en pequeñas y micro empresas (Software Project Management in Small and Very Small Entities). *8th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2013)*, Lisboa, Portugal.

Mersino, A. (2018). *Agile Projects are More Successful than Traditional Projects*. Chicago, EU.: Vitality Chicago. Recuperado de <https://vitalitychicago.com/blog/agile-projects-are-more-successful-traditional-projects/>

Muñoz, M., Mejía, J. y Laporte, C. (octubre de 2018). Implementación del Estándar ISO/IEC 29110 en Centros de Desarrollo de Software de Universidades Mexicanas: Experiencia del Estado de Zacatecas. *XI Seminario Internacional de Ciencias de la Computación*, Medellín, Colombia.

Navarro, A., Fernández, J., y Morales, J. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *PROSPECTIVA*, 11(2), 30-39.

Observatorio TI. (2014-2016). *Principales Indicadores*. Colombia: Observatorio TI. Recuperado de <https://www.observatorioti.gov.co/>

O'Connor, R. y Laporte, C. (2017). The Evolution of the ISO/IEC 29110 set of standards and guides. *International Journal of Information Technologies and Systems Approach*, 10(1), 2-3. doi: 10.4018/IJITSA.2017010101

Pasini, A., Esponda, S., Boracchia, M. y Pesado, P. (2013). Q-Scrum: una fusión de Scrum y el estándar ISO/IEC 29110. *WIS - XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, Buenos Aires, Argentina

Project Management Institute (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide (Sixth Edition)*. Newton Square: Global Standard

Project Management Institute (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide (Fifth Edition)*. Newton Square: Global Standard

Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software, novena edición*. México: Pearson Education.

Tecnalia Corporación Tecnológica. (2017). *Empresas certificadas ITMark*. Recuperado de <http://it-mark.eu/>

Valencia, S., Villa, P. y Ocampo, C. (2009). Modelo de Calidad de Software. *Scientia et Technica*, 2(42), 2. doi: <http://dx.doi.org/10.22517/23447214.2643>

Apéndice A.

Acta de Constitución del Proyecto

Documento en formato de la empresa que contiene el título y descripción del proyecto, asigna el líder de proyecto, lista objetivos, alcance, principales entregables, hitos, criterios de aceptación, restricciones y firmas de los principales involucrados. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice B.

Matriz de Stakeholders

Documento en formato de la empresa que contiene la información principal de los involucrados en el Proyecto: Rol en el proyecto, tipo (externo o interno), posición, requisitos y expectativas principales, evaluación (influencia, poder, interés e impacto) y la fase de mayor interés. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice C.

Plan para la Dirección del Proyecto

Documento en formato de la empresa que contiene información dividida por capítulos que abarcan: Visión general del proyecto, Objetivos, Entregables, EDT, Recursos, Cronograma, Presupuesto, Equipo y Responsabilidades, Gestión de Riesgos, Plan de Comunicaciones y Entrega resultados de Proyecto. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice D.

Reportes de Avance

Durante la ejecución se crean dos Reportes de Avance de acuerdo al *Plan de Comunicaciones* del *Plan para la Dirección del Proyecto* en el cual se indica su periodicidad como bimensual. El Reporte contiene: Actividades principales realizadas, estado de progreso, resultados, ejecución de costos, cronograma actual, estado de riesgos, desviaciones y compromisos. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice E.

Actas de Reunión

Durante la ejecución del proyecto se realizaron reuniones con el equipo consultor en el cual se evidenciaron avances y se dejaron compromisos. Las Actas de Reunión que se evidencian son principalmente del proceso de GP, sin embargo, se encuentra alguna información relacionada con el proceso de Implementación de Software, el cual está por fuera del alcance de este proyecto aplicado. Las actas se diligenciaron en los formatos del equipo consultor. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice F.

Acta de Aceptación

Acta firmada entre representante de la empresa y Líder de Proyecto donde se evidencia la conformidad de los diferentes entregables del proyecto. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice G.

Matriz de Brechas

La matriz fue realizada en formato para la empresa. Para consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice H.

Formato Enunciado del Alcance del Proyecto

Formato nuevo que da cumplimiento a lo sugerido por el estándar ISO/IEC 29110-5-1-2 en el Producto de Trabajo “Enunciado del Alcance”. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice I.

Plantilla Plan de Proyecto

Formato nuevo estilo plantilla que contiene información pre-diligenciada de acuerdo a aspectos comunes de los proyectos, la cual facilita al Gerente de Proyecto su diligenciamiento y tiempo de entrega. El plan de proyecto da cumplimiento a los *Resultados de Validación* al incluir el espacio para la firma y aprobación del cliente. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice J.

Informe de Avance – Plantilla presentación

Formato estilo plantilla de presentación en Power Point adaptado del original de la empresa para facilitar la comunicación con el cliente cuando se reportan avances del proyecto a través de reuniones virtuales o presenciales. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice K.

Informe de Avance – Word

Formato nuevo para el reporte de avances que sigue los criterios de elaboración de documentos de la empresa; Contiene información similar al Anexo 13 y su objetivo es poder realizar una entrega formal y ejecutiva del reporte de avance. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice L.

Formato Acta de reunión y seguimiento

Formato original usado por la empresa. El Coordinador de Procesos únicamente actualizó el código del documento para reflejar la inclusión de los demás Activos del proyecto. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice M.

Formato Solicitud de cambios

Formato nuevo para la solicitud, análisis y evaluación de los cambios que surgen de manera interna o externa. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice N.

Matriz Acciones Correctivas

Matriz nueva en la cual se registra toda la información de las Acciones Correctivas que surgen durante la ejecución de determinado proyecto. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice O.

Formato Resultados de Verificación

Formato nuevo para revisar el contenido del Plan de Proyecto con el objetivo de obtener realimentación y/o aprobación por parte del equipo interno. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice P.

Estructura de directorios para los Proyectos

Propuesta para administrar el orden y funciones de la estructura documental de los proyectos, para ser utilizada en los Repositorios del Proyecto. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice Q.

Acta de Aceptación

Formato modificado para reflejar las acciones de cumplimiento del estándar. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.

Apéndice R.

Diagrama de Flujo Nuevo Proceso GP

Diagrama modelado de acuerdo al estándar BPMN 2.0. Se tuvo en cuenta el flujo de proceso vigente de la compañía y las modificaciones para dar cumplimiento al estándar. Para su consulta remitirse a la carpeta *Documentos Complementarios*.

Apéndice S.

Caracterización del Proceso de Gestión Proyectos

La caracterización del proceso se divide entre el proceso general, para el cual se presenta la tabla de caracterización con entradas, actividades, salidas, descripciones y responsables, por último, presenta un diagrama de flujo adicional de alto nivel. Seguido se descompone por cada procedimiento del proceso: Planificación, Ejecución, Evaluación y Monitoreo, y cierre. Para su consulta remitirse a la carpeta *Documentos Complementarios*.

Apéndice T.

Acta de Socialización

Se presentan las evidencias de la reunión de socialización del nuevo proceso de GP con los representantes de la empresa: Acta y registro fotográfico. Para su consulta remitirse a la carpeta de *Documentos Complementarios*.