



I.IoT Competitividad global y Gestión en las Organizaciones

Profesora de Trabajo Final: Dra. Marcela Samela

Tutor Técnico: Ing. Jorge Kamlofsky

Alumno: Federico Ari Shahan Ocampo Devatanian

Trabajo Final de Carrera presentado para obtener el título de
Lic. en Gestión de Tecnología informática

Diciembre, 2022

Resumen

En el presente trabajo se realizó una investigación sobre el nuevo concepto de producción I. IoT o Industria 4.0, el cual posee un impacto total a nivel cultural y operativo en el campo que se desarrolla.

Esta investigación está orientada al sector industrial, en donde generalmente se ignoran los aspectos organizacionales y de ciberseguridad involucrados. El alcance de la misma abarcó las estrategias y los riesgos que se encuentran presentes en la actualidad, como también las últimas metodologías en proyectos de desarrollos tecnológicos.

A continuación, se plantearon los modelos de gestión del cambio y se abordaron los problemas de ciberseguridad causados por la implementación de tecnologías I.IoT.

Por último, se propuso una guía para la gestión y planificación con lineamientos de ciberseguridad, orientada a organizaciones que adopten una tecnología I.IoT. A través de esta guía, presentada en fases, una organización puede aplicar la mejora continua en los procesos y evolucionar teniendo presente la ciberseguridad. Esta incluye aspectos metodológicos de gestión y técnicos, para la reducción de riesgos organizacionales y amenazas en los procesos que se presentan con la llegada de un cambio tecnológico como I.IoT.

Palabras clave: análisis de datos, gerencia de procesos de negocio, internet de las cosas, mejora continua, metodologías ágiles.

Abstract

The present degree research was conducted for the new concept of production I. IoT or Industry 4.0, which has a total impact at cultural and operational level in the field that is developed.

This research is oriented to the industrial sector, where the organizational and cybersecurity aspects involved are generally ignored. The scope of the research covers the strategies and risks that are currently present, as well as the latest methodologies in technological development projects.

Next, change management models were presented and cybersecurity issues caused by the implementation of I. IoT technologies were addressed.

Finally, a guide for management and planning with cybersecurity guidelines for organizations adopting I. IoT technology was proposed. Through this guide, presented in phases, an organization can apply continuous improvement in processes and evolve with cybersecurity in mind. It includes methodological aspects of management and technical aspects for the reduction of organizational risks and threats in the processes that arise with the arrival of a technological change such as I. IoT.

Keywords: agile methodologies, business process management, continuous improvement, data analysis, internet of things.

Dedicatoria

Dedico este trabajo final de carrera a mis padres que tanto han ayudado en los comienzos del camino recorrido.

A mis padrinos, por su apoyo constante, comprensión y por qué me demuestran la gran fe que tienen en mí a su manera.

A los docentes de la Universidad Abierta Interamericana, que en cada una de las materias cursadas aportaron con su experiencia y su dedicación.

La realización de esta investigación fue posible gracias a su apoyo.

Reconocimientos

A mi tutor Jorge Kamlofsky, por integrarme en su grupo de trabajo, además de su asesoramiento y guía durante el desarrollo de mi investigación.

A la Doctora Marcela Samela, por el apoyo y por transmitir sus conocimientos. Además de brindar tranquilidad y paciencia, con la buena energía transmitida en cada clase.

A los docentes, que solucionaron mis dudas y compartieron su conocimiento, guiándome en el camino durante mi carrera.

A mis compañeros de investigación, Hernán Constante y Darío Zatti, quienes han sido parte fundamental en esta etapa, debatiendo y compartiendo ideas. Dando su apoyo frente a las adversidades que aparecen en este camino.

A mis compañeros de cursada, José Ricagno y Emiliano Antoniazzi, que me han acompañado en muchas materias a lo largo de años en la carrera, siempre dispuestos a ayudar y compartir su conocimiento.

A la gente que me acompaña en este camino de vida, que estuvieron en muchas situaciones durante estos años de la carrera, escuchándome por largas horas, viajando para ayudarme con algún desperfecto mecánico a altas horas de la noche y hasta ayudándome a conseguir un lugar donde continuar con mis metas. Ayudándome con la lectura y corrección de esta producción, incentivándome a finalizar la investigación.

Índice General

Resumen	1
Abstract	2
Dedicatoria.....	3
Reconocimientos.....	4
Índice General.....	5
Índice de Tablas	7
Índice de Figuras.....	8
Capítulo 1 – Introducción	9
1.1 Aspectos Generales	9
1.2 Presentación del Problema	9
1.3 Hipótesis	10
1.4 Objetivos de la Investigación	10
1.5 Objetivos Particulares.....	10
1.6 Enfoque Metodológico	10
1.7 Contribuciones Principales	11
1.8 Justificación del Estudio	11
Capítulo 2 - Marco Teórico	13
2.1 Concepto General de Industria 4.0	13
2.1.1 Historia de las Revoluciones Industriales	13
2.1.2 Antecedentes de investigación	15
2.2 Bases Teóricas.....	16
2.2.1 Nube	16
2.2.2 Realidad Aumentada.....	18
2.2.3 Big Data Analytics.....	18
2.2.4 Robots Autónomos	19
2.2.5 Tecnología Operacional (OT)	21
2.2.6 Convergencia OT-IT.....	21
2.2.7 Mobile Computing.....	25
2.2.8 5G La nueva generación	25
2.2.9 5G vs 4G LTE	25
2.2.10 Ciberseguridad.....	26
2.2.11 Estrategias	35

2.2.12 Cambio	38
2.2.13 Metodologías Tradicionales	45
2.2.14 Metodologías Ágiles	60
Capítulo 3 - Desarrollo Técnico.....	82
3.1 Introducción	82
3.2 Gestión y planificación de Scrum sobre aplicación de tecnología I. IoT	82
3.2.1 Fase de Preparación del Proyecto	82
3.2.2 Fase de Estimaciones del backlog	84
3.2.3 Fase de Planificación del Sprint	85
3.2.4 Fase de Estimación del Sprint	88
3.2.5 Fase de Desarrollo y seguimiento del Sprint.....	88
3.2.6 Fase complementaria: lineamientos de ciberseguridad en I. IoT	90
3.2.7 Orden de Ejecución del proyecto.....	94
Capítulo 4 - Conclusiones	96
Capítulo 5 - Líneas Futuras de Investigación	97
Acrónimos	98
Referencias	99

Índice de Tablas

Tabla 1 Variables de Investigación	12
Tabla 2 Tipos de Nube	17
Tabla 3 Categorías de Big Data	19
Tabla 4 Comparativa de características entre redes 4G y 5G	26
Tabla 5 Categorías de ciberseguridad	27
Tabla 6 Aspectos clave de ciberseguridad.....	28
Tabla 7 Listado de Ciberataques y medidas preventivas.....	31
Tabla 8 Tipos de Cambios	39
Tabla 9 Técnicas para producir cambios	43
Tabla 10 Fases y entregables del modelo de cascada.....	47
Tabla 11 Fases y entregables del modelo en espiral	53
Tabla 12 Fases y entregables del modelo de prototipos	57
Tabla 13 Fases de Modelo RAD	59
Tabla 14 Comparativa de Metodologías ágiles vs Tradicionales	61
Tabla 15 Valores Manifiesto ágil.....	62
Tabla 16 Principios de Manifiesto ágil.....	64
Tabla 17 Listado de metodologías ágiles	65
Tabla 18 Valores Extreme Programming	66
Tabla 19 Fases de Extreme Programming.....	67
Tabla 20 Planificación del Sprint 0.....	82
Tabla 21 Cálculo de Recursos	84
Tabla 22 Características del Backlog del Proyecto.....	87
Tabla 23 Confección de tablero Scrum.....	87
Tabla 24 Reuniones, Ceremonias Scrum del Proyecto	88
Tabla 25 Orden y aplicación de lineamientos de Ciberseguridad.....	90
Tabla 26 Guía de ejecución del proyecto	94

Índice de Figuras

Figura 1 Etapas de la revolución industrial	15
Figura 2 Arquitectura de Roboearth.....	20
Figura 3 Integración de OT-IT	22
Figura 4 Convergencia entre procesos aplicados en el entorno industrial	24
Figura 5 Ciclo de desarrollo de software	46
Figura 6 Modelo Cascada.....	49
Figura 7 Modelo Cascada en “V”	50
Figura 8 Modelo de Proceso incremental.....	52
Figura 9 Modelo de desarrollo en espiral	54
Figura 10 Fases de modelo evolutivo por prototipos.....	56
Figura 11 Ciclo de vida RAD	58
Figura 12 Fases de programación extrema XP	69
Figura 13 Ejecución de scrum	81
Figura 14 Entradas y salidas en planificación del sprint.....	86

Capítulo 1 – Introducción

1.1 Aspectos Generales

Los cambios generados por las nuevas tecnologías influyen en la sociedad y traen nuevos desafíos para todas las áreas involucradas en ella, como así también en las áreas que no están involucradas en primera línea. En esta investigación, hablaremos del uso de nuevas tecnologías interconectadas a través de internet aplicadas para mejorar procesos de fabricación industriales, el concepto llamado Industria 4.0 o I. IoT.

El I.IoT es una red de dispositivos inteligentes, que recopilan y utilizan datos en gran cantidad, estos datos son utilizados de manera útil para ser procesados, analizados y modelados para optimizar, mejorar y hasta predecir sucesos aumentando la calidad de vida de las personas, siendo más específicos para nuestro caso las industrias. (Deutsche Messe AG , 2014)

1.2 Presentación del Problema

En las industrias son realizadas una gran cantidad de tareas que pueden llevarse a cabo por máquinas, humanos o la combinación de ambos, creando un ambiente prospero para la implementación de una tecnología I.IoT. En el momento que se decide adoptar una tecnología de este tipo, se observa que además de los beneficios conocidos por aplicarla, se ignoran los posibles impactos en la cultura y seguridad de la organización. Esta tecnología I.IoT se ha hecho más visible y se ha intensificado su uso con la pandemia.

Se analizó el problema, comentado en el párrafo anterior, y se presentan en este trabajo alternativas metodológicas y estratégicas, para obtener una mejora continua en los procesos y flujos de información, durante y posteriormente a la implementación de esta tecnología en la organización. Estas mejoras permitirán reducir el impacto cultural y operacional en la misma.

Teniendo en cuenta los impactos culturales y de ciberseguridad, se nos presenta la siguiente pregunta: ¿Cómo desarrollar una guía de gestión y planificación con lineamientos de ciberseguridad, utilizando una metodología ágil durante la adopción de una tecnología I.IoT? Dicha guía, debe cubrir los aspectos estratégicos, ágiles y técnicos con procesos claros, aumentando la seguridad y el logro de los objetivos de la organización. En este trabajo, se

desarrolla una Guía de Gestión y Planificación, con lineamientos de ciberseguridad en base a la investigación realizada.

1.3 Hipótesis

Mediante la metodología Scrum, es posible desarrollar una Guía de Gestión y Planificación orientada a I. IoT con lineamientos de ciberseguridad, estableciendo procesos y ceremonias en la gestión del proyecto, aumentando de forma progresiva la mejora continua y la reducción de riesgos de seguridad, protegiendo así los objetivos de las organizaciones que la adopten.

1.4 Objetivos de la Investigación

El objetivo general de la investigación, es desarrollar una guía basada en metodologías ágiles que permita lograr una gestión y planificación estructurada. Se tendrán en cuenta para desarrollarla aspectos de ciberseguridad, capital humano y cultura organizacional. Esta guía brindará una reducción de prejuicios y riesgos en las organizaciones que adopten una tecnología I.IoT.

1.5 Objetivos Particulares

Para lograr el objetivo general de la investigación, se plantean los siguientes objetivos particulares:

- Identificar cuáles son las mejores prácticas de la metodologías Scrum y marcos de trabajo para afrontar transformaciones digitales y tecnológicas que impactan en la cultura de las organizaciones, cuando se adopta una tecnología de última generación.
- Identificar los principales problemas de ciberseguridad y organizacionales en los procesos que sufrirán cambios con la implementación de una nueva tecnología.
- Identificar cuáles son los procesos y ceremonias de la metodología que se planificarán e implementarán en la organización que adopte esta tecnología.

1.6 Enfoque Metodológico

La metodología utilizada en esta investigación es de carácter cualitativo. Se analizaron distintas fuentes bibliográficas de los temas más relevantes dentro del área investigada, con foco

en proyectos de la industria 4.0. Se comenzó buscando material al respecto en internet sobre industrias y organizaciones que aplican el concepto de I. IoT, teniendo en cuenta, aspectos de ciberseguridad, historia de los sistemas industriales, avances tecnológicos y plataformas de comunicación.

Al profundizar en la investigación, se logró una mayor comprensión y entendimiento de la tecnología I. IoT, como así también metodologías de desarrollo tradicionales y ágiles aplicadas en organizaciones.

Luego de observar y analizar la información obtenida, se pudo comparar con las investigaciones realizadas previamente por otros investigadores, se obtuvieron conclusiones y se determinó cual era el enfoque para lograr el objetivo de la investigación.

Como etapa final, se avanzó con el desarrollo técnico planteado en fases, para lograr una implementación estratégica, con el menor impacto en la organización al adoptar una tecnología I. IoT.

1.7 Contribuciones Principales

Esta investigación tiene como objetivo contribuir y ayudar, a cualquier organización, con la creación de una Guía de Gestión y Planificación basada en metodologías ágiles, la cual puedan adoptar a su actual forma de trabajo, en caso de disponer de una.

1.8 Justificación del Estudio

En las industrias actuales, se realizan muchos procesos manuales, repetitivos y secuenciales, tanto para la producción, como para la administración. Dentro de estos procesos productivos, existen áreas peligrosas o de alto riesgo para el personal humano. Incluso también en las áreas administrativas, donde la información es manejada con sistemas antiguos y hasta con papel, arrastrando consigo un riesgo de pérdida de información y seguridad. Por lo cual, resulta muy importante poder implementar sistemas de automatización, en ambas cadenas de procesos.

La implementación de I.IoT para una organización es un beneficio, porque en ella radica la importancia del fácil acceso a la información proporcionada por los clientes y proveedores en tiempo real, permitiendo lograr producciones precisas y adecuadamente diseñadas para las demandas de estos.

A cada paso, se evalúan los puntos críticos y los beneficios que la implementación de I. IoT trae. Pero pocas veces se hace foco en los riesgos y en las desventajas, que puede traer esta tecnología respecto a la ciberseguridad y la cultura organizacional.

Este trabajo de investigación, permite un estudio integral de la solución propuesta, al momento de adoptar una tecnología I.IoT, en la Tabla 1 se muestran las variables a considerar.

Tabla 1

Variables de Investigación

Independiente			
Aplicación de I.IoT			
Magnitud	Análisis y Relevamiento de Procesos	Diseño y Desarrollo de la Solución	Implementación de la Solución
Indicador	Métodos de recolección de datos flujos de información	Desarrollo y configuración de tecnologías	Puesta en marcha
Orden	1	2	3
Dependiente			
Control y Registro			
Magnitud	Proceso Adecuado	Seguridad	Disponibilidad
Indicador	Gestión de la demanda de producto sin demoras	Protección de Información en dispositivos automatizados	Tiempo de Funcionamiento, disponibilidad 24/7
Orden	4	5	6

Capítulo 2 - Marco Teórico

2.1 Concepto General de Industria 4.0

El concepto de Industria 4.0, nace en Alemania a comienzos de la década del 2010. Este fue concebido por un grupo de especialistas en múltiples disciplinas del Gobierno de Alemania, para diseñar un programa de mejora en la productividad de la industria manufacturera. La tecnología I.IoT ganó protagonismo en poco tiempo y con mucha celeridad, a tal punto que en el año 2013, este grupo de especialistas alemanes, presentó los resultados finales del estudio e hizo pública la estrategia del gobierno alemán para aplicar en sus instalaciones manufactureras esta nueva tecnología. (Deutsche Messe AG , 2014)

2.1.1 Historia de las Revoluciones Industriales

La primera revolución industrial sucedió durante un proceso de transformación económica, tecnológica y social, en la segunda mitad del siglo XVII en la década de 1760, Inglaterra. Luego se extendió en las siguientes décadas a Europa Occidental, Estados Unidos y finalizando entre 1820 y 1840. Durante este periodo se vivió el más grande conjunto de transformaciones económicas, sociales y tecnológicas, que tuvo paso de una economía rural y de comercio, a una economía industrializada y mecanizada. (Chaves Palacio, 2004) Esta revolución causó que la producción agrícola y las industrias se multiplicaran, además de disminuir el tiempo de producción. En consecuencia, esta tuvo un papel muy importante en el aumento de la riqueza de la sociedad. Los productos, bienes ofrecidos y su transporte dieron lugar a la evolución de la economía en la que los consumidores tenían más recursos y más dinero. También surgieron especializaciones a nivel laboral, como nuevas formas de educación y de realizar estudios científicos. Nacieron nuevas clases sociales: la clase de los trabajadores industriales y la de los burgueses dueños de las fábricas. En la ciencia, como se mencionó anteriormente, surgían publicaciones de química, física, medicina, astronomía y matemáticas, siendo la primera revolución industrial una semilla para nuevas transformaciones y características que darían lugar a las siguientes revoluciones. (Robert E., 2002)

En la segunda revolución industrial, que tuvo lugar a partir de 1860, fue el resultado de las extensas redes de ferrocarriles y de telegrafía, que habilitaron una comunicación más rápida entre

ciudades y personas. También por el poder de la electricidad, y posteriormente los combustibles fósiles que fueron introducidos en la cadena de producción en masa. (Robert E., 2002)

En la tercera revolución, que tuvo lugar a partir de 1970, conocida también como la revolución digital, se caracterizó por utilizar automatizaciones parciales con dispositivos programados y computadoras, tales como lo son controladores lógicos programables o PLC por sus siglas en inglés “Programmable Logic Controller”. El punto principal en esta etapa, fue la producción en masa y el uso de lógica a través de transistores MOS, chips con circuitos integrados, computadoras, microprocesadores, teléfonos móviles e internet. En la Figura 1 se observan los hitos de cada una de las etapas de las revoluciones industriales.

La tercera revolución, aún presente, está muy unida a la globalización, ya que una de sus principales características es la sensación de estar conectados con todo el mundo. (Gomes da Costa, 2021)

Como fue comentado anteriormente en la sección 2.1, la cuarta revolución industrial fue un término originado por el gobierno alemán que promovió la digitalización de los procesos de fabricación y manufactura, donde ésta puede ser identificada con cuatro principios según Gomes da Costa (2021):

- **Interconexión:** La habilidad de las máquinas, dispositivos, sensores y personas para conectar, comunicar con cada uno a través de internet de las cosas.
- **Transparencia de información:** información completa que proporciona a los usuarios una mayor claridad para tomar decisiones.
- **Asistencia técnica:** facilidad tecnológica de los sistemas para brindar asistencia a los usuarios en la toma de decisiones y resolución de problemas.
- **Decisiones Descentralizadas:** la habilidad de los sistemas ciber físicos para tomar decisiones y realizar sus tareas de forma autónoma.

(pág. 65)

Figura 1*Etapas de la revolución industrial*

Nota: Se describen ciertos hitos de cada una de las revoluciones industriales. Tomado de Internet Etapas de la revolución industrial: <https://economipedia.com/definiciones/primer-revolucion-industrial.html>

2.1.2 Antecedentes de investigación

A pesar que la tecnología I.IoT es aún muy reciente, a continuación, se presentan los trabajos de investigación en la materia más destacados referidos a implementaciones de esta nueva tecnología.

El primero de ellos, corresponde al análisis sobre el impacto de las nuevas tecnologías sobre}. la industria, el trabajo, el comercio y las cadenas de valor. A nivel tecnológico, cada vez es más necesario que los diferentes sistemas operacionales puedan interactuar entre sí. Dado esto, se identifica que es necesario establecer estándares internacionales para armonizar el diseño de software, hardware a nivel internacional. (Ana Inés Basco, 2018)

El siguiente trabajo de investigación, describe la estrategia alemana para la Industria 4.0, donde se exploran los potenciales, las condiciones, los actores y las perspectivas vinculadas a las estrategias de la nueva revolución industrial. Este proceso, según Wolfgang Schroede (2015) se encuentra en una fase relativamente temprana, y su desarrollo es de carácter abierto. El cual posee

un margen de actuación para los actores involucrados, sean empresas, asociaciones, sindicatos o estados. Se concluye que, el impacto que puede producir en la sociedad este nuevo modelo de Industria 4.0, debería vencer cualquier tipo de restricción tecnológica y microeconómica. Además, se debe perseguir una política tecnológica y económica, que tenga consecuencias positivas de integración social. (Wolfgang Schroeder, 2015)

Por último, en la investigación realizada por Gerbert et al. (2015) el futuro de la productividad y el crecimiento de la industria manufacturera, se presenta en nueve tendencias tecnológicas que son componentes básicos de esta nueva industria. También, se desarrollan sus posibles beneficios económicos y tecnológicos para las fábricas y los proveedores de estos equipos. Cabe destacar, que los autores hacen foco en Alemania, líder mundial y pionero del Internet 4.0. Como resultado Gerbert et al. (2015) presenta las oportunidades para los productores, proveedores, hardware, software de regiones enteras. También hace foco en transformaciones anteriores, donde la Industria 4.0 representa una grave amenaza para los rezagados de la industria, mientras cambian, se adaptan o mejoran los modelos de negocio. (Gerbert, Lorenz, & Russmann, 2015)

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Nube

La nube es una gran red de servidores remotos conectados en todo el mundo, funcionando como un ecosistema. Estos se encuentran diseñados para administrar y almacenar datos, ejecutar aplicaciones o servicios. Su principal virtud es que, en lugar de acceder a un equipo específico, se accede a ellos online desde cualquier dispositivo conectado a internet, logrando que la información esté disponible el cien por ciento del tiempo. (Grance, 2011)

Las compañías utilizan varios métodos para implementarlas, existen varios tipos que son descritos en la Tabla 2.

Tabla 2*Tipos de Nube*

Tipo	Descripción
Nube Pública	En esta se comparten recursos y servicios al público vía internet.
Nube Privada	Estas no comparten recursos y servicios al público, estas poseen una red interna privada que se hospeda de forma local.
Nube Híbrida	Estas poseen ambas capacidades para compartir información dependiendo de su finalidad.
Nube Comunitaria	Estas comparten recursos y servicios entre organizaciones.

Nota: Tipos de nube. (Grance, 2011)

Para finalizar, las nubes deben cumplir una serie de características adicionales para ser consideradas de oferta integral, según Grance (2011) estas son:

- **On-demand self-service:** Las TI se utilizan como servicio y están disponibles bajo demanda sin necesidad de intervención manual.
- **Amplio acceso a la red:** El servicio se pone a disposición a través de una red independientemente del dispositivo final del usuario. La conexión a la red debe ser lo suficientemente alto rendimiento y disponible para ese servicio en particular.
- **Pool en común de recursos:** El proveedor pone los recursos necesarios a disposición de múltiples consumidores utilizando tecnologías como la virtualización.
- **Elasticidad:** Los recursos necesarios pueden utilizarse rápidamente y liberarse sin intervención manual cuando ya no se necesitan.
- **Servicio Medido:** Un servicio consumido debe ser medible en términos de recursos utilizados. De este modo, la facturación basada en el consumo se hace posible.

(pág. 11)

2.2.2 Realidad Aumentada

La realidad aumentada, es una tecnología que permite crear capas de información visual sobre el mundo que nos rodea, como así también generar una experiencia que aporta un conocimiento relevante sobre nuestro entorno y obtener información en tiempo real. (Team, 2017) De modo que se observa así, como un enorme potencial para la innovación, donde Team (2017) advierte la posibilidad de explorar las siguientes características:

- Permite la combinación del mundo real y el mundo virtual. Se puede interactuar en el mundo real con elementos del mundo virtual, mezclando así lo mejor de ambos.
- Depende del contexto, la información incluida tiene una relación directa con la información que vemos.
- Es interactiva en tiempo real, toda acción realizada por el usuario es reflejada inmediatamente en la escena con RA.
- Utiliza las tres dimensiones, debido a la presentación de la información, se puede interactuar con esta directamente, con las capacidades físicas del entorno donde se esté trabajando.

(pág. 5)

2.2.3 Big Data Analytics

El término en inglés Big Data Analytics, es utilizado para referirse al uso avanzado de técnicas de análisis de datos, donde estos tienen un gran volumen y variedad. Estas técnicas son utilizadas para descubrir patrones, tendencias, comportamientos e ideas en los grandes almacenes de datos o también bien conocidos por su nombre del inglés Data Warehouse.

Los análisis de datos, no son una nueva práctica dentro de la industria empresarial. Constantemente se han buscado maneras eficientes de desarrollar software y hardware, que de todos maneras han mejorado de forma exponencial en las últimas décadas, para una mayor capacidad de procesamiento con mayor velocidad y precisión. (Spotless Data Ltd, 2017) Firmas

como Spotless Data (2017) categorizan las herramientas de big data en cuatro categorías. Las mismas se encuentran descritas a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3

Categorías de Big Data

Categoría	Descripción
Análisis descriptivo	Este tipo informa a las compañías lo que ya sucedió, con informes simples y visuales, que exhiben lo ocurrido en momentos particulares o en algunos períodos específicos de tiempo.
Diagnóstico analítico	Este tipo informa por qué sucedió algún hecho. Son un poco más avanzados que los análisis descriptivos y permiten realizar un análisis con mayor profundidad, pudiendo así determinar causas para cada situación.
Análisis prescriptivo	Este tipo se encuentra un escalón más arriba del predictivo, se destaca por indicar a las organizaciones que acciones deben realizar para lograr un objetivo o resultado deseado. Para obtener un análisis prescriptivo se utilizan herramientas muy avanzadas de aprendizaje, las cuales aún no se encuentran muy pulidas obteniendo respuestas no tan exactas.

Nota: Se describen los tipos de categorías de herramientas big data. (Spotless Data Ltd, 2017)

2.2.4 Robots Autónomos

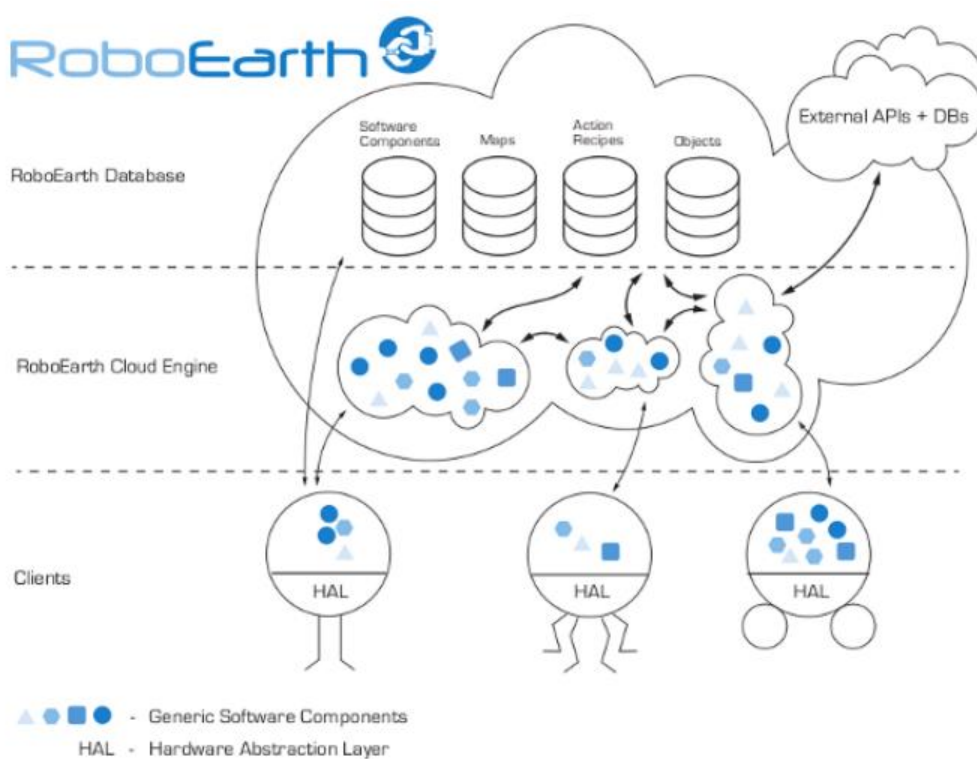
Los robots autónomos, son sistemas que se utilizan para operar en entornos complejos sin estar guiados o controlados por humanos. Una característica fundamental de estos, es la de poder configurarse de forma dinámica para resolver distintas problemáticas en las tareas a realizar según su entorno y contexto dado. Son sistemas completos, pueden actuar y percibir dinámicamente los

entornos impredecibles, logrando una coordinación entre operaciones y capacidades de cada uno de sus componentes. Con funcionalidades muy variadas y amplias, pueden ser utilizados para trabajar en entornos peligrosos o inhabitables por operadores humanos y máquinas, que necesiten ser piloteadas por personas. (Molina López, 1996)

La arquitectura en los robots autónomos, es otra parte importante para la sinergia entre las tecnologías que componen al mundo I.IoT. Es como se conectan estos con la nube, ya que pueden compartir y nutrirse con toda la información que hay disponible en ella. Información que va desde los resultados iniciales, los resultados deseados, las políticas de control, hasta los datos sobre rendimientos para que los robots puedan aprender de ellos y aplicar nuevas operaciones. La Figura 2 describe la arquitectura de la plataforma. (Roy Chowdhury, 2017)

Figura 2

Arquitectura de Roboearth



Nota: Este mapa describe la arquitectura de la plataforma encargada de transmitir los datos a los robots. Tomado de internet RoboEarth: https://www.researchgate.net/figure/RoboEarth-Architecture-15-a-cloud-robotics-infrastructure_fig1_344989921

Aunque no esté directamente relacionado con todas las aplicaciones robóticas asistidas por el IoT, el hardware y el software de código abierto conducen al avance de estas tecnologías facilitando el cruce de información. (Roy Chowdhury, 2017)

2.2.5 Tecnología Operacional (OT)

La tecnología operacional u operativa, es la utilización del software y hardware para realizar el control de procesos de las infraestructuras en las industrias. Algunos ejemplos de estos son los ICS (Industrial Control System) o Sistemas de Control Industrial, que manejan procedimientos de control e instrumentos para supervisar procesos industriales. También se encuentran los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) o en español Control de Supervisión y Adquisición de Datos, estos son utilizados para analizar y recopilar información. Es muy común que los ICS sean controlados o administrados por sistemas SCADA, brindando a los usuarios una forma de visualizarlos a través de una interfaz gráfica. Corresponde también agregar a este mundo los de OT, a los dispositivos PLC (Programmable Logic Controller) o Controladores Lógicos Programables. Estos son los encargados de recibir información de entrada y salida, con sensores que procesan los datos y realizan tareas específicas. (Bigelow, 2021)

Profundizando un poco más sobre OT, los SCADA utilizan para funcionar sistemas operativos como DOS, VMS y UNIX, en la actualidad muchos han migrado a Windows NT. La arquitectura de hardware está compuesta de PLC's conectados a servidores de datos, estos se encuentran unidos unos entre otros al cliente de las estaciones vía ethernet LAN. (Bigelow, 2021)

2.2.6 Convergencia OT-IT

El fenómeno conocido como convergencia OT-IT, es dado por el desarrollo de nuevos dispositivos IIoT, entre los cuales se encuentran incluidos: los sensores de temperatura, presión, líneas de montaje, etc. traen consigo la posibilidad de aplicar la inteligencia de IT a dispositivos físicos de OT. Considerando el caso en específico de una turbina de viento, la cual es clasificada como un equipo industrial, y en la que esta deba adaptarse al clima del momento, los sensores detectarán la dirección del viento y la intensidad mientras se comunican con una central que

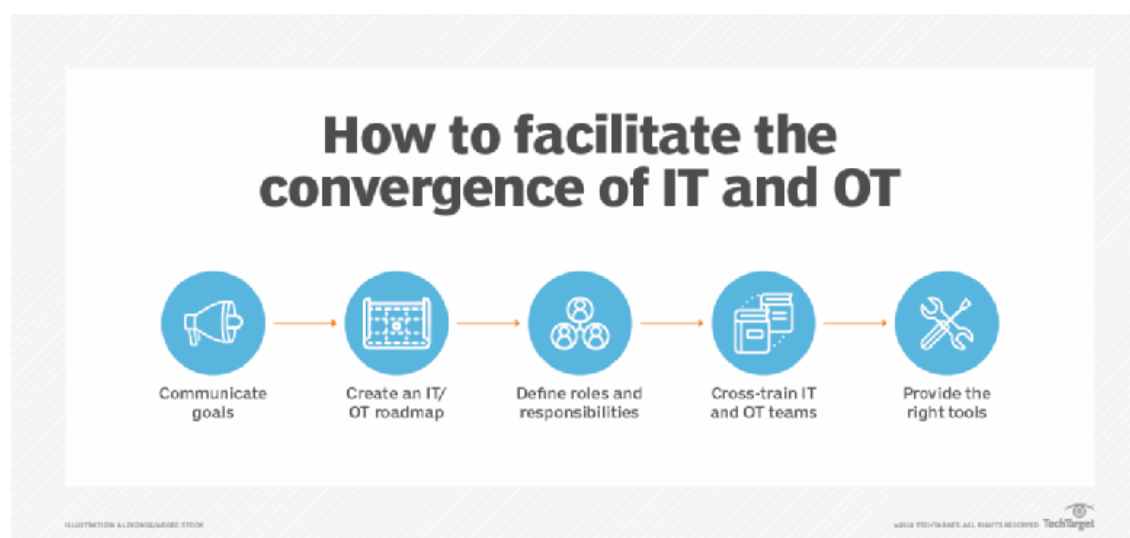
analizará los datos y proveerá comandos para mantener o mejorar el aprovechamiento de la energía. (Bigelow, 2021)

La idea de la convergencia de OT-IT es traer al mundo físico, equipos y dispositivos para entrar en el reino digital de IT. En la Figura 3 se muestra de forma clara una representación de cómo organizar la convergencia.

La convergencia también afecta a las tecnologías cotidianas, -como los vehículos- incorporando sensores y comunicación estandarizada, permitiendo a estos la transmisión de datos en tiempo real -tales como posición, movimiento y estado-, para ser recolectados y analizados. Al mismo tiempo, se pueden transmitir al vehículo como rutas alternativas o posibles averías por alguna descomposición de algún material mediante el uso. (Bigelow, 2021)

Figura 3

Integración de OT-IT



Nota: El gráfico muestra cómo es que debe organizarse la convergencia. Tomado de Internet.

TechTarget (2021), <https://searchitoperations.techtarget.com/definition/IT-OT-convergence>

Dentro de esta convergencia de OT-IT según Bigelow (2021) existen 3 tipos:

- **Convergencia en los procesos** que cubren los flujos de trabajos. Los departamentos de IT y OT deben reformar sus procesos para acomodar cada uno de ellos a este nuevo esquema organizacional, esta convergencia tiene que ver con la estructura de la

empresa interna. Por ejemplo, procesos específicos de almacenamiento y protección de datos IT, adaptado y ampliado para para sistemas OT.

- **Convergencia de Software y datos** que se encarga de que el software y los datos de la central funcionen para satisfacer las necesidades de los sistemas OT. Esta convergencia técnica implica la arquitectura de red de la empresa. Por ejemplo, la implementación de nuevas herramientas IT para recopilación de datos OT, combinados ambos para su análisis.
- **Convergencia física** es la que permite que los dispositivos físicos vigentes y de hardware aún más nuevos, se unan para dar lugar a la suma de IT a los OT tradicionales. Esta convergencia operativa, es la que permite que el hardware se actualice automáticamente y se mantenga a lo largo del tiempo, incluyendo la compra de nuevos sistemas.

(pág. 10)

A continuación, se citan algunos ejemplos de la OT-IT convergencia aplicados según Bigelow (2021) en distintos entornos:

- **Fabricación:** la convergencia permite a las organizaciones ser más eficientes en cuanto a costos y recursos, utilizando gran cantidad de datos de inventario y ventas, optimizando el uso de la maquinaria y minimizando el mantenimiento de estas.
- **Servicios públicos y energía:** las tecnologías de IT permiten a los equipos de OT acceder y utilizar los datos operativos de forma remota, ayudando a los sectores de gas, petróleo y electricidad a optimizar las inspecciones.
- **Transporte:** la organización y gestión de los activos es una prioridad, con la integración de las IT, se puede ayudar a las empresas de ferrocarriles, autobuses y logística en general para obtener una mayor visibilidad de la coordinación, el estado y el uso de estos para reducir los tiempos de mantenimientos y aumentar la seguridad de cada uno.
- **Fuerzas militares y policiales:** en este sector la convergencia puede ayudar a la coordinación y despliegue de recursos, proporcionando una mayor información sobre el estado y mantenimiento de activos críticos.
- **Empresas y medios de comunicación:** los proveedores de comunicaciones regionales y globales pueden emplear la convergencia para supervisar el rendimiento y el

2.2.7 Mobile Computing

El término en inglés Mobile Computing, es utilizado para referirse al uso de dispositivos móviles, como los celulares, para el control y monitoreo de los Sistemas de control industrial (SIC). Estos dispositivos proporcionarán a los ingenieros y al personal de mantenimiento, un acceso omnipresente a la información del sistema y a las funciones de control. Aunque esto proporciona al SIC un mayor control, también introduce un riesgo adicional y crea un mayor solapamiento entre los dominios OT e IT. Los dispositivos móviles podrían utilizarse para apoyar múltiples funciones diferentes (por ejemplo, consultar el correo electrónico, ver sitios web corporativos o públicos de Internet). Al mismo tiempo, se presenta una oportunidad para que un ataque en el lado de IT se propague al lado OT. (Kaiserswerth, 2012)

2.2.8 5G La nueva generación

El 5G es la quinta generación de las redes celulares. Este nuevo desarrollo entrega al mundo de IoT un cambio a gran escala, ya que esta como una gran red basada en protocolos de comunicación con 50 billones de dispositivos conectados, genera una cantidad de datos de forma masiva con mayor tamaño, velocidad y más calidad. En I. IoT, la tecnología de 5G está generando un creciente interés en las estructuras de trabajo con un potencial enorme de crecimiento. Por otro lado, toda la información recolectada por los dispositivos OT-IT, necesita ser procesada de forma rápida, para que sea utilizada correctamente. (K. Shafique, 2020)

2.2.9 5G vs 4G LTE

Entre 5G y 4G LTE existen varias diferencias, y para entender de forma clara los avances que traen estas tecnologías, es necesario contrastar dichas diferencias. Es por ello que en la Tabla 4 se comparan las características más notables entre ambas. La tecnología 5G puede proveer altas velocidades, de hasta 10 veces más rápidas que 4G LTE, de baja latencia y capacidad masiva. (P.G., 2015)

Tabla 4*Comparativa de características entre redes 4G y 5G*

Tecnología	Velocidad	Tipo de Red	Funcionalidades
4G	100-300 Mbps	WiMax – LTE	Velocidades altas de descargas, stream en HD
5G	10-30 Gbps	En Desarrollo	Internet Ultra Veloz, muy baja latencia.

Nota: Se muestran las diferencias entre las tecnologías. (P.G., 2015)

2.2.10 Ciberseguridad

La ciberseguridad, es la disciplina que se ocupa de proteger de futuros ataques maliciosos a la información que es almacenada, procesada o transmitida por sistemas informáticos. En general, están soportados por dispositivos electrónicos como: servidores, computadoras, redes, dispositivos inteligentes y otros. (Kaspersky Lab, 2021)

Como consecuencia de la expansión tecnológica e internet, en la que se encuentran conectadas todo tipo de redes -desde las hogareñas hasta las infraestructuras vitales como medios de transporte, entidades gubernamentales y servicios públicos-, existe la posibilidad de que se busquen brechas de seguridad por parte de agentes maliciosos. Para esta investigación en específico, nos centraremos en los principales riesgos a los que están expuestas las organizaciones. En primer lugar, según uno de los principales referentes sobre este tema, CYBSEC Security Systems (2015), afirma que: “muchas de estas se dan en la creación de los productos de software, obviando en los requisitos mínimos de seguridad”.

Dentro de ciberseguridad según Kaspersky (2021) se pueden plantear varias categorías, estas se encuentran descritas en la Tabla 5.

Tabla 5*Categorías de ciberseguridad*

Categoría de Seguridad	Descripción
Red	Es la práctica de proteger una red informática de los intrusos, ya sean atacantes dirigidos o malware oportunista.
Aplicaciones	Se enfoca en mantener el software y los dispositivos libres de amenazas. Una aplicación afectada podría brindar acceso a los datos que está destinada a proteger. La seguridad eficaz comienza en la etapa de diseño, mucho antes de la implementación de un programa o dispositivo.
Información	Esta protege la integridad y la privacidad de los datos, tanto en el almacenamiento como en el tránsito.
Operativa	Incluye los procesos y decisiones para manejar y proteger los recursos de datos. Los permisos que tienen los usuarios para acceder a una red y los procedimientos que determinan cómo y dónde pueden almacenarse o compartirse los datos se incluyen en esta categoría.

Nota: Se describen las categorías de ciberseguridad. Tomado de (Kaspersky Lab, 2021).

La recuperación ante desastres y la continuidad del negocio, definen la forma en que una organización responde a un incidente de ciberseguridad o cualquier otro evento que cause que se detengan sus operaciones o se pierdan datos. Las políticas de recuperación ante desastres, dictan la forma en que la organización restaura sus operaciones e información para volver a la misma capacidad operativa anterior al evento. La continuidad del negocio es el plan al que se recurre cuando la organización intenta operar sin determinados recursos.

La capacitación del usuario final, aborda el factor de ciberseguridad más impredecible: las personas. Si se incumplen las buenas prácticas de seguridad, cualquier persona puede introducir accidentalmente un virus en un sistema seguro. Enseñarles a los usuarios a eliminar los archivos

adjuntos de correos electrónicos sospechosos, a no conectar unidades USB no identificadas y otras lecciones importantes, es fundamental para la seguridad de cualquier organización. (Kaspersky Lab, 2021)

2.2.10.1 Aspectos Clave de Ciberseguridad

Según la norma ISO 27001 de la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2013), la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad se consideran los pilares fundamentales de la seguridad de la información. Cada control de seguridad cibernética y cada vulnerabilidad pueden verse como medidos contra uno o más de estos conceptos claves. Para que un programa de seguridad cibernética se considere completo e integral, debe abordar adecuadamente la tríada completa.

La confidencialidad hace referencia a que los datos, objetos y recursos están protegidos contra la visualización y a otros accesos no autorizados. La integridad hace referencia a proteger los datos de cambios no autorizados, para garantizar que sean confiables y correctos. La disponibilidad hace referencia a que los usuarios autorizados tienen acceso a los sistemas y recursos que necesitan. (Heymsfield, 2018)

En la Tabla 6 se describen los tres aspectos comentados anteriormente con más profundidad.

Tabla 6

Aspectos clave de ciberseguridad

Aspecto Clave	Descripción
Confidencialidad	Las medidas de confidencialidad protegen la información del acceso no autorizado y del uso indebido. La mayoría de los sistemas de información contienen información confidencial. Puede ser información comercial patentada que los competidores pueden usar para su beneficio, o información personal sobre los empleados, clientes o clientes de una organización. La información confidencial a menudo tiene valor, por lo que cuando los delincuentes buscan vulnerabilidades explotables, los sistemas son

	atacados con frecuencia. Los vectores de amenazas incluyen ataques directos, como el robo de contraseñas y la captura de tráfico web, así como ataques más estratificados, como la ingeniería social y el phishing. No todas las violaciones de la confidencialidad son intencionales
Integridad	Las medidas de integridad protegen la información de modificaciones no autorizadas. Estas medidas aseguran la exactitud e integridad de los datos. La necesidad de proteger la información incluye tanto los datos almacenados en los sistemas como los datos transferidos entre sistemas, como el correo electrónico. Para mantener la integridad, es necesario no solo controlar el acceso a nivel del sistema, si no también garantizar que los usuarios del sistema solo puedan cambiar la información que están legalmente autorizados a modificar.
Disponibilidad	Para que un sistema de información sea útil, debe estar disponible para los usuarios autorizados. Las medidas de disponibilidad protegen el acceso oportuno e ininterrumpido al sistema. Algunas de las amenazas de disponibilidad más básicas son de naturaleza no maliciosa, incluidas las fallas de hardware, el tiempo de inactividad no planificado del software y los problemas de ancho de banda de la red. Los ataques maliciosos incluyen diversas formas de sabotaje diseñadas para dañar a las organizaciones al negar a los usuarios el acceso a los sistemas de información. La disponibilidad y capacidad de respuesta de los sistemas informáticos es una alta prioridad para muchas empresas. Las interrupciones, incluso a corto plazo, pueden provocar la pérdida de ingresos, clientes insatisfechos y reputaciones dañadas.

Nota: Descripción de aspecto clave de ciberseguridad. (Heymsfield, 2018)

2.2.10.2 Modelo de Madurez de Seguridad de I.IoT

El modelo de madurez de seguridad (SMM), tiene como objetivo brindar herramientas para que los proveedores de Internet industrial de las cosas (I.IoT) comprendan su nivel de madurez y se orienten en cómo invertir adecuadamente en: necesidades, demandas y medidas de seguridad. Está diseñado para ayudar a las organizaciones a identificar las formas correctas de mejorar, de la manera más efectiva, estas prácticas cuando sea necesario. Dada la complejidad del panorama de amenazas en constante cambio, se debe decidir dónde enfocar los recursos limitados de ciberseguridad de manera eficiente, de modo que se vuelve un desafío para la mayoría de las organizaciones. (Consortium, 2020)

Una comprensión de los riesgos y amenazas que enfrenta una organización, es fundamental para seleccionar e implementar los controles de ciberseguridad apropiados. Proporcionando un marco conceptual para organizar varias consideraciones, el modelo ayuda a una organización a decidir cuál debería ser su estado actual de ciberseguridad y cuál debería ser su estado objetivo.

No todos los sistemas requieren de los mismos mecanismos y procedimientos de protección para ser considerados suficientemente seguros. La organización identifica prioridades que impulsan el proceso de mejora continua en ciberseguridad, para que el programa pueda adaptarse a los objetivos de la organización sin ir más allá de lo necesario. La implementación de los mecanismos y procesos esperados se considera madura, si pueden lograr efectivamente estos objetivos.

La madurez de la ciberseguridad es una medida a nivel general, donde están incluidas las personas, los procesos, las tecnologías, los beneficios y los costos para respaldarla. Los factores que ayudan a sopesar dicho análisis incluyen amenazas específicas a los requisitos verticales, regulatorios, éticos y de cumplimiento de la industria de la organización.

En resumen, el modelo de madurez de seguridad, plantea un ciclo de mejora continua donde se establece realizar: la planificación, seguido de hacer, verificar y actuar, creando una iteración para lograr un mayor nivel de ciberseguridad frente a amenazas. (Consortium, 2020)

2.2.10.3 Casos de ciberataques

Teniendo en cuenta la interacción entre los sistemas de OT-IT, se ha realizado una recopilación de casos de ciberataques que no solamente afectan los aspectos lógicos, sino que

también los físicos, de los sistemas y componentes de las industrias. Es importante poder identificar las amenazas de ciberseguridad en las organizaciones que implementan I. IoT, ya que conllevan un riesgo para la vida. Por ejemplo, si se altera algún compuesto dentro de la fabricación de un medicamento en un proceso automatizado. Es por este tipo de riesgos que, el autor en la investigación realizada, crea una lista con estos ataques. En la Tabla 7 se muestran los ataques relacionados a ciberseguridad con IoT y sus medidas preventivas. (Panchal, 2019)

Tabla 7

Listado de Ciberataques y medidas preventivas

Tipo de Ataque	Descripción
Malware	Este tipo se aplica en sistemas IT con brechas de seguridad, este entrega código malicioso a los dispositivos en una capa de comunicación inferior OT con el objetivo de obtener información, controlar o modificar los mismos. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> Utilización de antivirus y firewalls con repazos de estado periódicos manteniendo la integridad de los sistemas IT, OT.
Ataques de Canal lateral	Este tipo de ataque se realiza en la nube colocando una máquina virtual maliciosa para atacar la implementación de algoritmos criptográficos como token. Generalmente la nube I.IoT posee seguridad gestionada por terceros o proveedores cloud. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> evaluación de las resistencias de los sistemas criptográficos del canal lateral frente a estos ataques.
Ataque de autenticación	Este es un típico ataque a las credenciales de autenticación estándar de usuario y contraseña de un solo factor. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> proceso de bloqueo de cuenta por

	repetidos ingresos fallidos y activar el múltiple factor de autenticación.
Inyección de Malware	Se inyecta el virus de tipo gusano en la máquina virtual en el sistema de la nube capaz de infectar los objetivos que se encuentran en ella. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> comprobaciones constantes de integridad del servicio.
Denegación de Servicio	Este tipo de ataque restringe un servidor en la red evitando el servicio al cliente con el objetivo de disminuir el ancho de banda de la misma. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> uso de firewalls, prevención de intrusiones, sistemas de autenticación y autorización.
Ataque criptográfico Man in The Middle	Se coloca en el medio de dos usuarios, como lo indica su nombre en inglés, interceptando las comunicaciones. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> utilizar contraseñas de un solo uso o autenticación conjunta.
Phishing	Típico ataque donde se suplanta la identidad por parte del atacante engañando al usuario para que este interactúe creando una brecha de seguridad, suele darse en forma de emails y páginas web falsas. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> capacitaciones sobre seguridad a todos los miembros de la organización.
Ataque a dispositivos móviles	Los celulares o dispositivos móviles se encuentran muy expuestos a ser invadidos por malware, filtraciones de datos y pérdida de estos. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> los dispositivos móviles que se utilizan para autenticar

	niveles de seguridad deben ser verificados regularmente y que los permisos otorgados a ciertas aplicaciones no concedan acceso a información sensible.
SQL injection (SQLi)	Este ataque inyecta información maliciosa para obtener datos confidenciales almacenados en base de datos, también puede ser utilizado para eliminar o cambiar datos en esta. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> implementar parámetros en las consultas SQL.
Envenenamiento de DNS	Se envía una respuesta del servicio con el nombre del dominio (DNS) falsa para que los datos maliciosos se almacenen en la caché del servidor ocasionando fallas. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> limitar las consultas recurrentes y comprobar las respuestas con la información sobre el dominio solicitado.
Ejecución de Código Remoto	Se realiza cuando el ataque explota vulnerabilidades en el sistema para insertar malware que pueda controlar el objetivo de forma remota. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> realizar actualizaciones periódicas, comprobaciones de búfer de datos y prevención de malware.
Ataque de Fuerza Bruta	Este tipo se basa en probar distintos tipos de entradas diferentes hasta encontrar una que sea vulnerable otorgando acceso a recursos e información sensible. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> proceso de bloqueo de cuenta por repetidos ingresos fallidos y activar el múltiple factor de autenticación.

Suplantación de IP	En este se realiza suplantando la identidad de un dispositivo, modificando la cabecera del paquete con una dirección IP falsa. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> establecer mecanismos de controles de IP en todos los dispositivos switches, routers y firewalls, con detección de tráfico entrante y saliente.
Sniffing	En las redes industriales no es difícil escuchar u olfatear los datos, ya que todos los dispositivos están en la misma subred, de allí el término en inglés “Sniff” referido a la monitorización o captura de tráfico de red. Para ello se emplean herramientas denominadas " sniffers ", analizadores de redes o capturadoras de paquetes. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> implementar el cifrado de credenciales o datos sensibles que viajan por los canales de comunicación en las redes de los procesos industriales.
Manipulación de datos	Este tipo de ataque es más simple en las redes industriales ya que en los protocolos más antiguos, que poseen estos sistemas, los datos viajan en texto plano siendo muy fáciles de modificar. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> implementar seguridad en los canales de comunicación y encriptarlos.
Ataque de repetición	Este tipo de ataque se produce cuando se captura un paquete y se vuelve a enviar engañando a operadores otorgándoles valores erróneos. <i>Medida de seguridad preventiva:</i> implementar marcas de tiempo con los paquetes.

Nota: Listado de ciberataques y sus medidas preventivas en ambientes de I.IoT. (Panchal, 2019)

2.2.11 Estrategias

Las estrategias y sus formas de adopción dentro en una organización, pueden desarrollarse basándose en un análisis del entorno externo o interno. Antes de tomar una decisión, estas estrategias deben evaluarse cuidadosamente, porque estas deben considerarse en función de los riesgos involucrados, tan importantes como las estrategias a considerar al momento de elegir oportunidades. La estrategia es, para Jonhson y Scholes (2001): “la dirección y el alcance a largo plazo de la organización, que puede destinar sus recursos en un entorno siempre cambiante para satisfacer las necesidades, obteniendo ventajas para la organización”.

Las estrategias pueden producir cambios de recursos de gran alcance organizativo. Por lo tanto, las decisiones estratégicas afectan las decisiones operativas de la organización. Otra consideración, es que no dependen solo del poder del entorno y la disponibilidad de recursos, sino que también de los valores y expectativas de las personas con poder, dentro y fuera de la organización. (Johnson & Scholes, 2001).

2.2.11.1 Niveles de Estrategia

Las estrategias y sus niveles en la empresa, están relacionadas con los objetivos de la organización y su alcance global, para cumplir con las expectativas de los líderes y aportar valor agregado a las diferentes áreas de la organización. La estrategia a nivel de empresa, se define en términos de los intereses y expectativas de los propietarios y accionistas del mercado de valores. (Fernández Sánchez & Fernández Casriego, 1988)

La estrategia del departamento de negocios, se refiere a la forma de competir con éxito en un mercado específico. Por ende, lo que sería saber cómo vencer a la competencia, es en realidad investigar las nuevas oportunidades de mercado que se deben desarrollar, los nuevos productos o servicios. También es investigar cuál es la medida en la que estos mercados satisfacen al consumidor, y además cuáles son las necesidades para lograr los objetivos de la organización. Existen una gran variedad de definiciones relacionadas con la formulación e implantación de estrategias, entre las cuales según Fernández Sánchez y Fernández Casriego (1988) están:

- **Misión:** que es el propósito general y que se define de acuerdo con los valores o expectativas de los líderes y dueños de la empresa.

- **Visión:** que es el estado futuro deseado, es decir la aspiración de la organización.
- **Meta:** que es la afirmación general del propósito.
- **Objetivo:** que es el enunciado más preciso de la meta.
- **Núcleo de Competencias:** que son los recursos, procesos o habilidades que dan la ventaja competitiva.
- **Arquitectura Estratégica:** que es la combinación de recursos, procesos y competencias para llevar a cabo la estrategia.
- **Control:** que se lleva a cabo para lograr la efectividad de las acciones y estrategias, si es necesario también para modificarlas.

(pág. 55)

2.2.11.2 Análisis Estratégico

El análisis estratégico, nos permite comprender la posición estratégica de la organización en términos del entorno externo, recursos y capacidades internas. Así como también, las expectativas, influencia de los líderes y accionistas de la empresa. El propósito del análisis estratégico es obtener información sobre los impactos claves en el bienestar de la organización, las oportunidades en el entorno y las capacidades organizacionales.

Existen muchas variables en las organizaciones, y estas crean oportunidades, mientras que otras representan una amenaza para la organización. Los recursos y las capacidades de una organización representan sus capacidades estratégicas, al igual que la organización está sujeta a influencias externas e internas al elegir una estrategia.

Las organizaciones existen en complejos mundos con sus propias variables empresariales, económicas, políticas, tecnológicas, culturales y sociales. De manera que se hace esencial poder contar con capacidades estratégicas. (Fernández Sánchez & Fernández Casriego, 1988)

2.2.11.3 Elección de Estrategias

La elección estratégica es, un ejercicio de análisis sobre una base de estrategias futuras, con el fin de proporcionar opciones para evaluar y seleccionar alguna de éstas. En este sentido, los autores sugieren que la evaluación debe realizarse desde dos aspectos.

El primero de los aspectos sugeridos, es la determinación de la base de elecciones estratégicas. Ya que antes de crear y analizar opciones, es necesario determinar una serie de aspectos. Por lo general, la base de la elección estratégica proviene de la comprensión de las expectativas y la influencia del propietario, por lo que es importante reflejarlas en la misión y la intención estratégica. Muestra los criterios ideales de la organización como producto, mercado y alcance geográfico.

El segundo de los aspectos planteados, para la elección de estrategias, es la toma de decisiones estratégicas. Es decir, aquí las organizaciones pueden elegir entre diferentes cursos, de acuerdo a la dirección deseada. Las opciones estratégicas pueden estudiarse en el contexto del análisis estratégico para evaluar sus respectivas ventajas. De todas formas, es necesario aclarar, que aunque los criterios para elegir una estrategia son útiles, es imposible trazar una línea entre la elección correcta y la elección incorrecta. Ya que cualquier elección representa un peligro o una desventaja. Por lo que la decisión puede depender, en última instancia, del juicio de la dirección. El proceso de selección no solo debe considerarse como una meta o acción lógica, debido a que está muy influenciado por la escala de valores de los gerentes y otros grupos estrechamente relacionados con la organización.

La elección de la estrategia depende de ciertos aspectos culturales de la organización y su entorno. Esto se debe a que la cultura contiene una serie de valores, creencias, actitudes, costumbres, normas, personalidades y héroes comunes, que describen a la empresa. (Fernández Sánchez & Fernández Casriego, 1988)

2.2.11.4 Implementación de la Estrategia

La implementación de una estrategia, es cómo se ejecuta, dicha estrategia seleccionada, de acuerdo con las acciones organizativas, la estructura, la planificación de recursos y la gestión del cambio.

El éxito de la implementación de la estrategia depende del grado de integración efectiva de los diferentes componentes, porque la implementación no solo requiere de la logística y determinado grupo de tareas claves, sino que también requiere la planificación de recursos para los cambios requeridos. (Fernández Sánchez & Fernández Casriego, 1988)

2.2.12 Cambio

El cambio es un factor clave a tener en cuenta en las organizaciones. Los autores Robbins y Coulter, afirman que el cambio organizacional representa cualquier cambio de personal, estructura o tecnología. Si esto no existe, el trabajo de los gerentes será relativamente fácil. Para un diseño organizacional efectivo, el plan deberá ser simple y podrá manejarse sin incertidumbre y sin requerir ajustes.

Las fuerzas externas son las que crean la necesidad del cambio, según Robbins y Coulter (2005) estas provienen de diversas fuentes, que generalmente tienen que ver con lo sucedido a nivel mundial: (a) Mercado, (b) Leyes y Reglamentos Gubernamentales, (c) Tecnología, (d) Mercados Laborales y (e) Cambios Económicos. Para estas se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **La modificación de la estrategia:** puede ocasionar cambios drásticos en las organizaciones y en la actuación de sus empleados.
- **La fuerza Laboral:** que representa un aspecto interno, ya que la misma puede cambiar en su composición y características, como por ejemplo la edad, educación, antecedentes étnicos y sexo, entre otros.
- **La introducción de un nuevo equipo:** otro de los aspectos considerados como fuerzas internas, ya que generalmente los trabajos se deben reorientar.
- **Las actitudes de los empleados:** representan una fuerza interna de gran peso en el manejo de un cambio.

(pág. 20)

El gerente debe actuar como agente de cambio y será el responsable de la gestión en este proceso. Por lo tanto, se asume que él es la persona ideal para iniciar y coordinar los cambios en la organización. También puede darse el caso en donde la organización contrata a un grupo de consultores externos, para brindar asesoramiento y asistencia, trabajando en conjunto con gerentes internos.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que el cambio no es el estado natural de la empresa. El objetivo de la empresa es vender, hacer que funcione, satisfacer a sus clientes y ofrecer una compensación a sus accionistas. Por ende, introducir cambios también puede generar confusión en las operaciones. Como dato alentador, también cabe destacar que las empresas que han mejorado

el funcionamiento de la organización, son las que han encontrado mayores dificultades en el cambio. (Robbins & Coulter, Administración, 2005)

2.2.12.1 Tipos de Cambio

Los gerentes pueden realizar, según Robbins (2015), tres tipos de cambios: de estructura, de tecnología y de personal. Estos cambios se pueden realizar de diferentes formas dependiendo de la organización y sus características. En la Tabla 8 se describen cada uno de estos.

Tabla 8

Tipos de Cambios

Tipo de Cambio	Descripción
Estructura	Este tipo se refiere a cualquier modificación de las relaciones de autoridad, mecanismos de coordinación y el rediseño del trabajo. La estructura de una organización está relacionada directamente con la especialización del trabajo y la cadena de mando. En este sentido el cambio de las condiciones o de las estrategias genera la necesidad de realizar cambios estructurales. El cambio estructural puede estar dado por la modificación de los componentes estructurales, como por ejemplo, la combinación de responsabilidades entre departamentos, la eliminación de niveles organizacionales o el aumento de la amplitud de control para que la organización sea menos burocrática. Otro cambio estructural se puede realizar a través del diseño estructural, como por ejemplo, el reemplazo de una estructura funcional por una estructura de productos o por una estructura de proyectos.
Tecnológico	Este tipo generalmente se refiere a la introducción de nuevos equipos, nuevas herramientas o métodos de automatización. Las innovaciones propuestas requieren la introducción de nuevos

equipos o herramientas en los procesos de la organización. La automatización también representa un cambio tecnológico, que se logra al convertir ciertas tareas realizadas por personas, en máquinas.

Humano

Este tipo es quizás el más difícil de implementar, porque se refiere a cambios en actitudes, ideas y comportamientos. Este cambio se realiza a través de una tecnología denominada desarrollo organizacional, que involucra el uso de tecnología o procedimientos para cambiar a las personas, así como la naturaleza y calidad de las relaciones interpersonales en el trabajo.

Nota: Descripción de tipos de cambio. (Robbins, Comportamiento Organizacional , 2015)

2.2.12.2 Manejo del Cambio (Change Management)

El manejo del cambio, es un aspecto que los gerentes de cualquier organización deben saber conducir. Este es uno de los esfuerzos correspondientes al rol.

Los gerentes deben ser capaces de promover la innovación y mejorar su capacidad de adaptación a la organización. La posición básica de los gerentes en el proceso de gestión del cambio, corresponde a expresar de manera muy sencilla las responsabilidades que deben desempeñar los líderes y sus compromisos con los empleados.

El manejo del cambio se considera un aspecto que debe afrontar el directivo según el tipo de cambio. La elección de los gerentes corresponde a saber manejar los tres aspectos descritos en el inciso 2.2.12.1: estructura, tecnología y personal. Siendo altamente relevante, la comprensión de cada uno de estos para obtener un mayor porcentaje de efectividad frente al cambio. (Robbins, Comportamiento Organizacional , 2015)

2.2.12.3 Enfoques para el manejo del cambio

Existen tres métodos para la gestión del cambio: el modelo de tres etapas de Lewin, el método de investigación de la acción y el modelo del desarrollo organizacional. Estos serán tratados de forma general en términos de cambio organizacional. Las organizaciones según Koontz y Weihrich (2006), pueden gestionar o ejecutar el cambio basándose en el fenómeno "teoría del campo de fuerza", que asume un principio de funcionamiento equilibrado en la organización.

A continuación, se definirán todos los métodos propuestos por diferentes autores para establecer las bases teóricas de esta investigación. (Robbins, Comportamiento Organizacional , 2015)

2.2.12.3.1 Modelo de 3 etapas de Lewin

El método para la gestión del cambio en tres etapas, es el modelo que lleva el nombre de su creador Kurt Lewin. Este modelo propone que para completar un cambio, una organización debe cumplir con tres etapas: descongelar el estado de las cosas, moverse a un nuevo estado y volver a congelar el nuevo cambio para hacerlo permanente. (Robbins, Comportamiento Organizacional , 2015)

La primera etapa, es cuando se debe comprender la situación actual. Todos los involucrados deben comprender completamente su punto de partida y qué recursos se pueden utilizar para cambiar lo que se necesita. La comunicación juega un papel vital. La necesidad de cambio debe crearse mediante un liderazgo adecuado y objetivos claros. Se debe determinar qué queremos cambiar y qué no. A través de encuentros e intercambios de opiniones es desde donde se pueden determinar los aspectos más importantes que se deben atacar, los pasos a tomar y la actitud frente a posibles resistencias. El modelo que Lewin plantea tiene dos tipos de fuerzas: las fuerzas que ayudan a que ocurra el cambio (fuerza impulsora) y las fuerzas que resisten el cambio (fuerza vinculante). Estas fuerzas vinculantes provienen de aquellos departamentos que quieren mantener el estatus por alguna razón. (Robbins, Comportamiento Organizacional , 2015)

La segunda etapa es donde los cambios ocurren. Aquí se toman todas las medidas necesarias para lograr los cambios y se realiza un seguimiento de su progreso. Por lo tanto, se debe establecer un mecanismo para realizar estas acciones y verificar su efectividad.

La tercera etapa es la congelación. Esta etapa consiste en estabilizar la organización para que el resultado tenga la forma deseada. Todas las partes interesadas deben reconocer el nuevo

comportamiento e incorporarlo de forma natural, para que podamos garantizar su eficacia y estabilidad a largo plazo. (Robbins, Comportamiento Organizacional , 2015)

2.2.12.3.2 Modelo de Investigación de la Acción

El modelo de investigación de la acción, se refiere al proceso de cambiar las opciones de acción, guiándose por la recopilación y el análisis de datos del sistema. El modelo proporciona una forma de gestionar el cambio que incluye cinco etapas: diagnóstico, análisis, retroalimentación, acción y evaluación. Por lo general, los agentes de cambio representados por consultores externos, comienzan a recopilar datos sobre el problema. El diagnóstico lo realiza el agente de cambio, a través de preguntas y entrevistas con los empleados. Luego, analiza sintetizando información sobre los temas más preocupantes, áreas problemáticas y posibles medidas. Es importante destacar, que también es muy necesario recibir feedback de lo descubierto en las primeras etapas. Inmediatamente se emprende la acción de la investigación. Para esta última etapa, las personas y el agente de cambio realizan acciones específicas orientadas a corregir los problemas identificados. (Robbins, Comportamiento Organizacional , 2015)

2.2.12.3.3 Modelo del Desarrollo Organizacional

El modelo del desarrollo organizacional (DO) valora el crecimiento de los individuos, la organización, la participación y los procesos de colaboración entre ellos. El desarrollo organizacional según Robbins (2015) se basa en las siguientes iniciativas:

- **Respeto por las personas:** se considera que los individuos son responsables, conscientes y cuidadosos, por lo tanto, deben ser tratados con dignidad y respeto.
- **Confianza y apoyo:** la organización debe ser eficaz ya que esto caracteriza su ambiente de confianza, autenticidad y apoyo.
- **Distribución del poder:** las organizaciones eficaces restan importancia a la autoridad y jerarquía.
- **Confrontación:** los problemas deben ser enfrentados de una forma abierta.
- **Participación:** los individuos deben participar en los cambios y decisiones que los rodean, ya que esto los compromete más en las acciones.

(pág. 25)

El desarrollo organizacional nos trae seis técnicas para producir cambios: entrenamiento de sensibilización, retroalimentación por encuestas, consultoría de procesos, construcción de equipos, desarrollo intergrupale investigación de apreciación. Cada uno de estos se presenta en la Tabla 9. (Robbins, Comportamiento Organizacional , 2015)

Tabla 9

Técnicas para producir cambios

Técnicas	Descripción
Entrenamiento de sensibilización	Estos entrenamientos tienen como objetivo cambiar el comportamiento individual a través de interacciones no estructuradas. Esta técnica permite que los miembros se reúnan en un ambiente libre y abierto para hablar sobre ellos mismos y su proceso de interacción, en este caso, este es abordado por profesionales de las ciencias del comportamiento. El propósito es aumentar la conciencia del individuo sobre su propio comportamiento y aumentar su sensibilidad hacia el comportamiento de los demás.
Retroalimentación por encuestas	Esta técnica le permite ver a un consultor externo (que puede aportar conocimiento sobre el entorno de la empresa) lo que está sucediendo dentro de la empresa; y entre la empresa y otras entidades. Es decir, puede identificar amplios procesos que necesitan mejoras. La consultoría de procesos es similar a la capacitación en concientización, con la premisa de que si se resuelven los problemas de relaciones interpersonales, se puede mejorar la eficiencia organizacional. Los consultores de procesos se dedican a proporcionar a los clientes

	ideas sobre lo que está sucediendo a su alrededor, dentro y entre él y los demás. En resumen, el consultor de diagnóstico necesita mejorar el proceso junto con el cliente. En este momento, el cliente tendrá la posibilidad de repetir el proceso en su unidad durante mucho tiempo después de que se complete el análisis.
Consultoría de procesos	Esta técnica permite, a un consultor externo, que puede aportar conocimiento sobre el entorno de la empresa, lo que está sucediendo dentro de ella, y entre la empresa y otras entidades, es decir, puede identificar procesos que necesitan mejora. La consultoría de procesos es similar a la capacitación en concientización, con la premisa de que, si se resuelven los problemas de relaciones interpersonales, se puede mejorar la eficiencia organizacional. Los consultores de procesos se dedican a proporcionar a los clientes ideas sobre lo que está sucediendo a su alrededor, dentro y entre él y los demás. En resumen, el consultor de diagnóstico necesita mejorar el proceso junto con el cliente. En este momento, el cliente tendrá la posibilidad de repetir el proceso en su unidad durante mucho tiempo después de que se complete el análisis.
Construcción de equipos	Esta técnica puede hacer que los miembros del equipo aumenten la confianza. Se puede aplicar a grupos pequeños, y también a nivel intergrupal con actividades independientes. El proceso de formación consta de establecer metas, analizar roles, procesos y responsabilidades de cada uno de los integrantes del equipo.

Desarrollo Intergrupal	Esta técnica posee el objetivo de cambiar las actitudes de los grupos entre sí, los estereotipos y el desarrollo organizativo de las ideas. En este método, cada grupo se reúne por separado y enumera lo que piensan del otro grupo, y luego los grupos intercambian listas y analizan similitudes y diferencias. Tras determinar los motivos de las mismas, el equipo entrará en la fase de integración, donde definirán soluciones para mejorar la relación entre los equipos.
Investigación de apreciación	Esta técnica permite determinar las fortalezas especiales de una organización, las cuales pueden aprovecharse para mejorarla. Esta investigación identifica los aspectos positivos de la organización y es muy utilizada para llevar a cabo un cambio exitoso.

Nota: Descripción de técnicas para producir cambios. (Robbins, Comportamiento Organizacional , 2015)

2.2.13 Metodologías Tradicionales

Las metodologías tradicionales, han estado presente desde el comienzo de los primeros desarrollos de software y proyectos, hasta la actualidad. Las técnicas organizacionales de los equipos han pasado por un proceso evolutivo muy propio y acelerado. Las prácticas de desarrollo según Garcés y Egeas (2015), “no seguían ningún lineamiento metodológico, los desarrolladores se dedicaban a escribir su código luego de haber comprendido los requerimientos de los clientes, provocando una gran falta de documentación sobre estos y de cómo se comprendía, diseñaba e implementaba”. Luego de varias generaciones, se buscó estandarizar y simplificar estas actividades. Seguido de la evolución de los lenguajes de programación, donde se pasó de un

lenguaje llamado de máquina, a un lenguaje ensamblador y luego a un lenguaje de alto nivel, con instrucciones comprensibles por los programadores. (Garcés & Egas, 2015)

En la década del sesenta, existían técnicas de programación o también llamadas buenas prácticas. Pero una gran parte de los clientes y usuarios, manifestaban que no se habían comprendido bien sus deseos y estos proyectos no los satisfacían. Estas situaciones, se originaban porque no se había realizado un análisis previo. Este ambiente caótico en los finales de los sesenta, marca un inicio de una concientización sobre la necesidad de establecer controles y puntos de validación en los proyectos de desarrollo.

El constante hecho de seguir mejorando los procesos de desarrollo, llevó a que en la década de los setenta se diera importancia a los análisis. Y en la mitad de esta, en 1975, aparece el llamado ciclo de vida de desarrollo de software, como una convención para la construcción de sistemas. La Figura 5 muestra gráficamente el ciclo. (Garcés & Egas, 2015)

Figura 5

Ciclo de desarrollo de software



Nota: se explica de forma gráfica el ciclo de desarrollo de software en las prácticas tradicionales. Tomado de Revista Científica y Tecnológica UPSE. Vol. 1, No. 3. Garces & García (2015).

2.2.13.1 Modelo Cascada

El modelo en cascada, fue creado por Winston Royce en 1970. Este modelo trae un enfoque sistemático y secuencial, con varias etapas que cumplir de forma disciplinada. Desde donde se debe ir a la siguiente, finalizando su etapa previa al cien por ciento. Este modelo resultó ser un pionero para la época, donde se realizaba una planificación antes de entrar en cada etapa y avanzar.

El modelo de cascada, es un modelo teórico, una representación abstracta expresada mediante enunciados verbales y gráficos del flujo de trabajo, durante el ciclo de vida del desarrollo. Es decir, siguiendo el orden del modelo, si el usuario desea realizar algún cambio en las definiciones, se tendrá que volver atrás en el ciclo de vida. El volver atrás trae consigo varias desventajas para proyectos reales que, siguiendo un flujo secuencial, representarían un costo altísimo en cada una de sus iteraciones. Otra de las desventajas que trae este modelo metodológico, es que el cliente debe esperar a fases avanzadas del proyecto para tener una versión operativa del producto. Y un error de interpretación por parte de los equipos de desarrollo, puede convertirse en algo crítico para la entrega final del desarrollo del software. En la tabla 10 se describe cada una de las etapas presentadas en la Figura 6, donde se ven cada una estas y la forma de “cascada” que titula a la metodología. (Garcés & Egas, 2015)

Tabla 10

Fases y entregables del modelo de cascada

Fase	Descripción	Entregables
Requisitos	El enfoque de esta fase será el comienzo del proyecto donde se realiza el análisis del sistema actual. Luego la recopilación de todos los elementos del sistemas y requisitos de software solicitado.	Recolección de requerimientos: análisis del sistema actual y sus necesidades, nuevos requisitos y documento descriptivo del nuevo sistema. Especificaciones de Requisitos: documento de diagrama de flujo de datos, requisitos de base de datos, requisitos de hardware, plan de pruebas de integración.

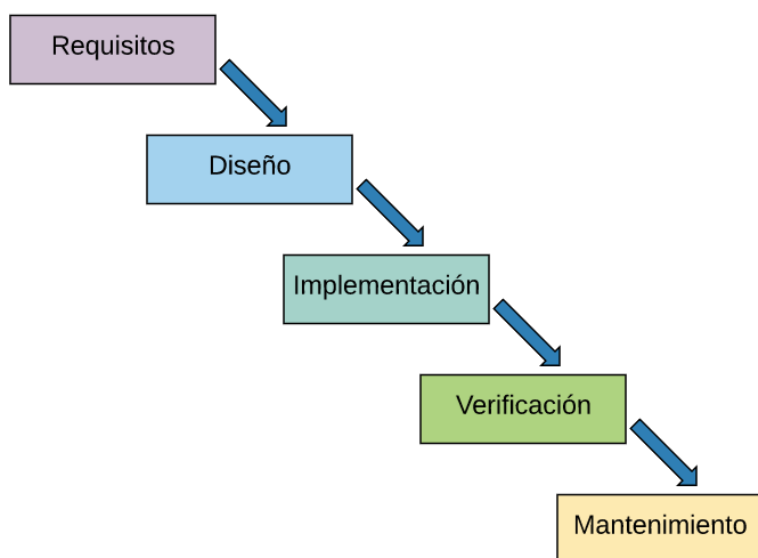
Diseño	En esta fase, se realiza el diseño de la estructura de los datos, la arquitectura del software, el detalle de los procedimientos y las características de la interfaz del usuario.	Detalle de diseño de sistema: módulos y programas, base de datos, diccionario de datos, procesos, interfaces de usuario, estimación de velocidad de software. Técnicas de implementación: codificación local, plan de pruebas de integración, compra de software de terceros paquetes y librerías.
Implementación	En esta fase, se realiza la codificación y creación de lo diseñado en la etapa anterior. Dándole forma a lo solicitado por los clientes.	Documentación de cada programa detallado, diagrama de flujo del sistema y programas integrados, descripción con lógica de cada programa integrado, descripción de entradas y salidas, secuencias de ejecución, resultados de pruebas en cada proceso, modulo de integración y manual de usuario.
Verificación	En esta fase, se realizan las verificaciones o las pruebas correspondientes del funcionamiento del software implementado.	Plan de pruebas final del sistema, informe de los resultados de las pruebas, detalle de los resultados obtenidos y esperados, plan de solución ante fallas.
Mantenimiento	En esta fase final, se contempla el mantenimiento del software	Listado de fallas detectadas, detalle de cambios solicitados

entregado, como por ejemplo: errores de uso o casos no contemplados.	como mejoras o correcciones, cronograma de revisiones
Además, se tienen en cuenta cambios que surjan a raíz del uso del cliente.	regulares del sistema, control de los niveles de soporte establecidos.

Nota: Descripción de fases de modelo cascada. (Garcés & Egas, 2015)

Figura 6

Modelo Cascada



Nota: El gráfico representa las distintas etapas del modelo en cascada. Metodología en cascada. Tomado de internet, Fernando Arciniega (2019). <https://fernandoarciniega.com/metodologia-de-cascada/>

2.2.13.2 Modelo Cascada en “V”

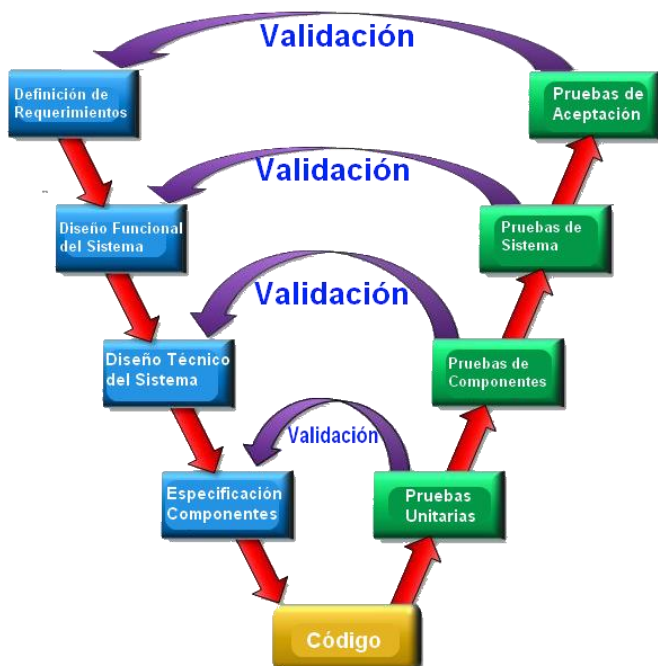
El modelo de cascada en “V”, fue propuesto por Alan Davis a comienzos de la década de los noventa. En la Figura 7 se puede ver por qué se denomina en “V”. Este modelo partía de la base del modelo cascada tradicional, incorporando una serie de validaciones. Estas surgían la medida en que se avanzaba en el proyecto, solventando los inconvenientes del modelo tradicional,

respecto de las pruebas que se realizaban al final del proyecto y todos los problemas, o la gran parte de ellos, se encontraban en fases avanzadas del mismo.

Una vez que la variante de cascada en V ha generado el código, el equipo de desarrollo debe subir por el lado derecho de la “V” -ubicándose de manera grafica para proceder- y debe ejecutar una serie de pruebas. Estas sirven para asegurar la calidad del software, donde serán validados cada uno de los módulos creados. No existen muchas variaciones respecto al modelo tradicional de cascada, solamente este propone una guía visual para llevar a cabo las acciones de verificación y validación. Además, este modelo aplicado en proyectos reales continua -como su hermano cascada tradicional- trayendo problemas como: que los clientes frecuentemente no son capaces de definir todo lo que necesitan, en las primeras instancias y acarreado problemas en las instancias finales donde es más difícil realizar cambios. Otro inconveniente analizado son los estados de bloqueos donde equipos de desarrollo deben aguardar a otros equipos para poder continuar con su trabajo, creando espacios de tiempo ocioso, en determinadas etapas del proyecto de desarrollo de software generando aún más incertidumbres. (Sáez, Rodríguez, & Villanueva, 2014)

Figura 7

Modelo Cascada en “V”



Nota: El gráfico representa las distintas etapas del modelo en cascada en “V”. Tomado de internet, Ing. De Software Weebly. <https://ingsoftware.weebly.com/ciclo-de-vida-en-v.html>

2.2.13.3 Modelo de Desarrollo incremental

El modelo de desarrollo incremental fue propuesto por Harlan Mills, a comienzos de la década del ochenta. Este modelo, posee como base, el desarrollo a partir del incremento de las funcionalidades del programa o software, a medida que avanza el proyecto. El primero de estos, se trata de un desarrollo mínimo y esencial con apenas requisitos básicos. Cada iteración representaba un incremento y una entrega escalable. El detalle del proceso de manera gráfica se puede observar en la Figura 8. Siendo esto versiones incompletas del producto final, con entregas para el usuario final.

El modelo de desarrollo incremental, es útil o recomendable de utilizar cuando no se tiene todo el equipo necesario. A medida que avance el proyecto, se podrá ir aumentando el tamaño del personal -en caso de ser necesario- hasta el siguiente incremento. Cada incremento planteara la administración de riesgos técnicos a cubrir, por ejemplo, si se trata de tener dependencias de un nuevo hardware para implementar lo desarrollado. (Sáez, Rodríguez, & Villanueva, 2014)

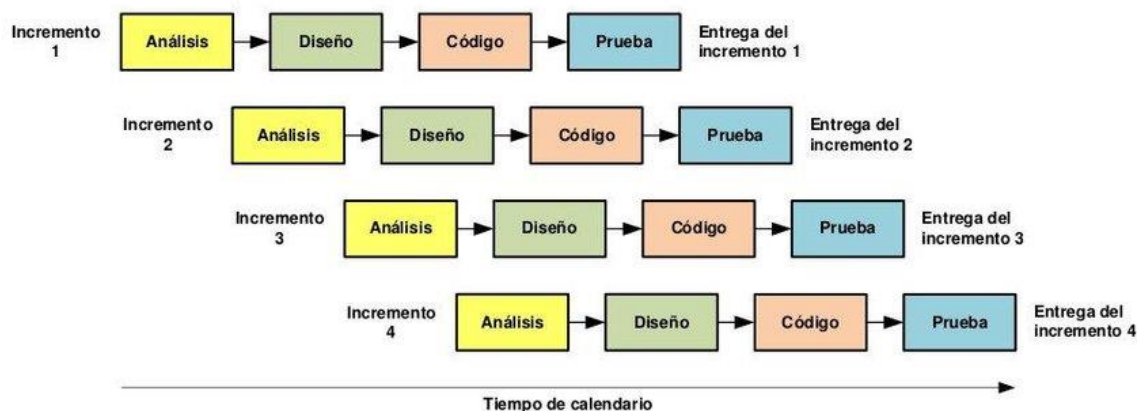
Si se compara el modelo de desarrollo incremental con el de cascada, este permite entregar al cliente un producto más rápido, reduciendo los riesgos a una mala comprensión de los requisitos del cliente por las entregas en etapas tempranas del desarrollo. Además, las pruebas y las integraciones son constantes y resulta más sencillo acomodar cambios solicitados por el cliente, otorgando una gran versatilidad. El producto desarrollado mejora constantemente en forma progresiva con cada una de las iteraciones, y las partes más importantes son entregadas primero. También, se deben tener en cuenta las desventajas que trae consigo el modelo de desarrollo incremental, solicitando una buena planeación técnica y administrativa, con metas claras.

Para apoyar este tipo de modelo incremental, fueron creados marcos de trabajo, como el Proceso Racional Unificado (RUP), por sus siglas en inglés Rational Unified Process. Este fue presentado en 1998 por Grady Booch, Ivar Jacobson y James Rumbaugh. Este modelo se basó en los modelos de Cascada y componentes. Una de las principales características, es que estaba dirigido por casos de uso, siendo la descripción entre el sistema-usuario, centrado en la

arquitectura, dictando pautas específicas para construcción de equipos y tiempos de trabajo de manera iterativa e incremental. (Garcés & Egas, 2015)

Figura 8

Modelo de Proceso incremental



Nota: Se muestran cada una de las etapas del proceso incremental a través del tiempo. Tomado de internet, Reachgate. <http://modelosevolutivosprocesossoftware.blogspot.com>

2.2.13.4 Modelo de desarrollo evolutivo (espiral)

El modelo evolutivo en espiral, propuesto por Barry Boehm en 1986, -ejemplificado gráficamente en la Figura 9- trae la naturaleza iterativa de la construcción de prototipos, con el control y planificación estructurada del modelo de cascada. En este modelo, el software desarrolla una serie de entregas evolutivas, donde cada una de estas representa actividades dentro del marco de trabajo, buscando una mayor calidad y madurez en cada entrega.

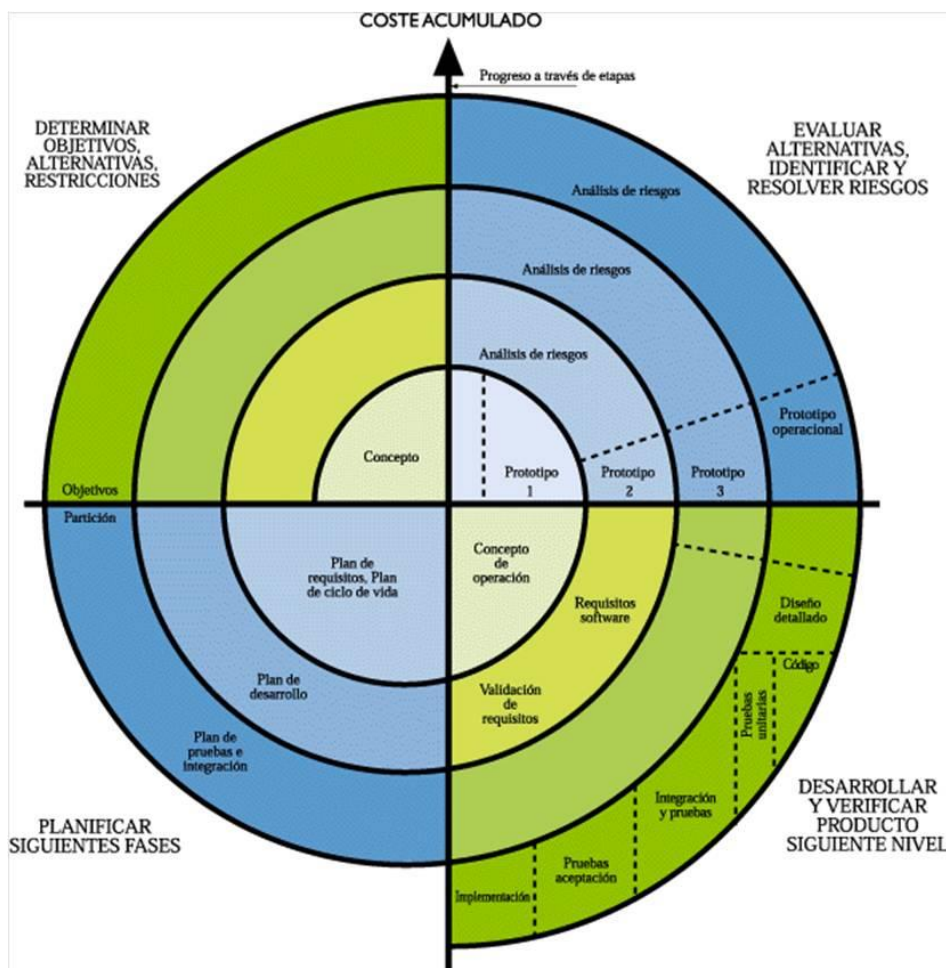
Las primeras iteraciones del modelo de desarrollo evolutivo en espiral, pueden ser desde un diseño simple, un boceto y/o hasta maquetas no funcionales con diseño de interfaces de usuario. Luego de continuar iterando, a versiones cada vez más completas, se crea la necesidad de entablar una comunicación entre el cliente y los equipos de desarrollo desde las primeras etapas.

El modelo de espiral define cuatro actividades o fases: planificación, análisis de riesgo, ingeniería y evaluación del cliente. El detalle de estas se describe junto con sus entregables en la Tabla 11. (Sáez, Rodríguez, & Villanueva, 2014)

Tabla 11*Fases y entregables del modelo en espiral*

Fase	Descripción	Entregables
Planificación	En esta fase, son recolectados los requisitos iniciales para sumar en esta iteración.	Documento de detalle de objetivos generales y específicos, plan de gestión del proyecto, documento de identificación de riesgos.
Análisis de Riesgo	En esta fase, en base a los requisitos recolectados de la fase anterior, se toman las decisiones sobre la capacidad de desarrollar o no lo solicitado.	Documentos con detalles de los pasos para reducción de riesgos identificados.
Ingeniería	En esta fase, se realiza un prototipo con base de los requisitos planificados.	Prototipo en base a los requisitos.
Evaluación del cliente	En esta fase, el cliente da su calificación y visión sobre el prototipo. Si este se encuentra acorde a lo solicitado, y no se necesitan de más iteraciones finaliza el proceso.	Documento de avances del prototipo, listado de correcciones realizadas en prototipos anteriores, informe general de avance de todo el proyecto y carta de aceptación del sistema una vez finalizado el mismo.

Nota: Descripción de las fases y entregables del modelo de desarrollo en espiral. (Sáez, Rodríguez, & Villanueva, 2014)

Figura 9*Modelo de desarrollo en espiral*

Nota: Se muestran las fases del modelo de desarrollo en espiral. Tomado de IEDGE business school. (<https://www.iedge.eu/pablo-almunia-ciclo-de-vida-en-el-desarrollo-de-software-segunda-parte>)

2.2.13.5 Modelo evolutivo por prototipos

El modelo evolutivo, presenta iteraciones donde es posible identificar los requerimientos de los clientes, mientras se realiza la construcción de un prototipo, que utilizará datos simulados. Este prototipo, si no cumple con las expectativas será descartado. Y se buscará confeccionar uno nuevo, con una mejor definición ajustándose cada vez más a lo que se desea (en la figura 10 se puede ver la representación gráfica del ciclo de vida del modelo).

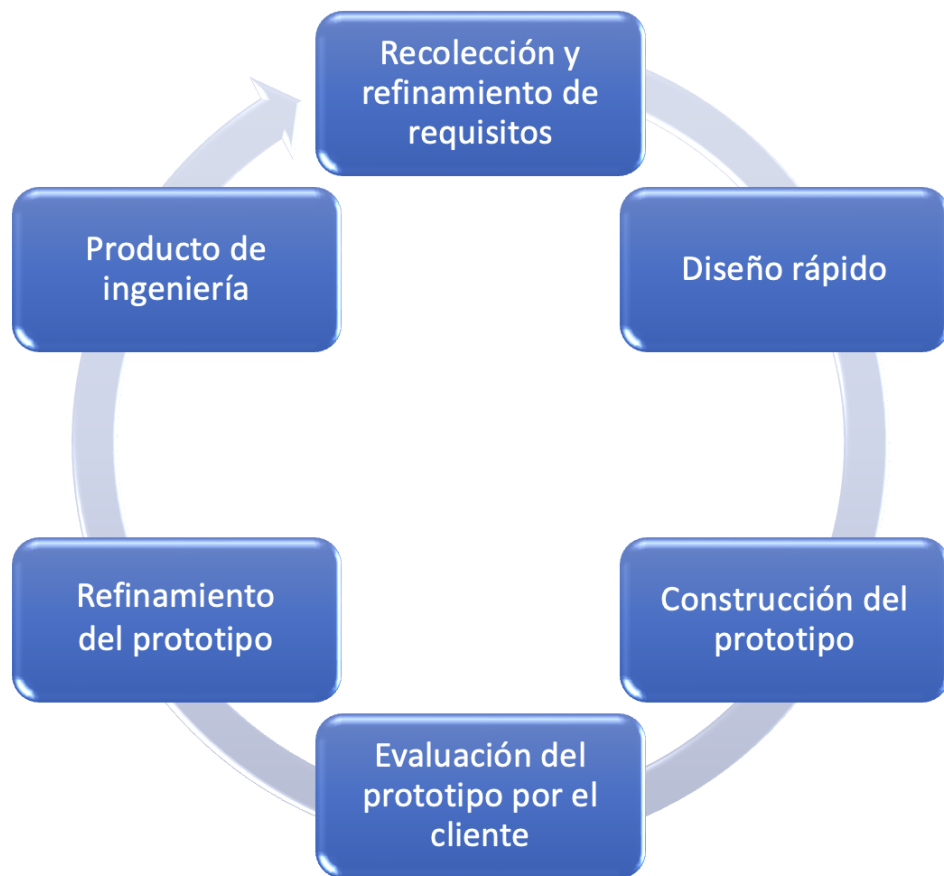
El modelo de desarrollo evolutivo por prototipos, es utilizado para brindar al usuario una vista preliminar de cada una de las interfases y del funcionamiento del software solicitado. Para llevar adelante este proceso, se realizan constantes pruebas y errores sobre los prototipos presentados, donde los clientes transmiten a los equipos de desarrollo lo que no desean de este. Si es que el prototipo es rechazado los diseños y las definiciones relevadas para este han fallado, debiendo ser corregidas para lograr la aprobación. Los tiempos de desarrollo de los prototipos deben ser cortos, y deben contar con el suficiente tiempo de trabajo para ajustar, modelar y transformar la interfaz o funcionalidad. (Cervantes, 2012)

El hecho de realizar un nuevo prototipo, muchas veces no garantiza una mayor calidad de software, pero sí permite a los clientes y equipos de desarrollo, tener en claro si es que se está siguiendo el camino correcto en torno a las necesidades y requerimientos. Los lenguajes de programación que se incluyen en cada iteración y construcción de los prototipos, deben poder adaptarse fácilmente a cambios, ya que proveerán una velocidad de entrega mayor de estos, al momento de que se aprueben por el cliente.

Existen dos tipos de prototipos dentro del proceso de creación. Los evolutivos, que son los que usan como base el desarrollo de software los prototipos anteriores en cada iteración, esto se repite a medida que se avanza en el proyecto hasta su finalización. Este proceso optimiza los tiempos y el seguimiento de la lógica del proyecto. El segundo tipo de proceso para la creación de prototipos es el desechable, que generalmente son interfaces de usuario o maquetas sin funcionamiento real. Estas maquetas no poseen lógica de negocio y tampoco son creadas con herramientas de desarrollo de software, por lo que luego de cada presentación son desechadas. Este proceso trae consigo una creación de prototipo veloz y de poco costo, además de una retroalimentación ágil por parte del usuario final, comparada con el proceso de prototipos evolutivos.

Figura 10

Fases de modelo evolutivo por prototipos



El modelo de desarrollo por prototipos está compuesto por las siguientes fases: recolección y refinamiento de requisitos, modelado, construcción de prototipo, evaluación del prototipo por el cliente o usuario final, refinamiento de prototipo y producto final. Los entregables de cada una de estas fases se pueden ver en la Tabla 12. (Cervantes, 2012)

Tabla 12*Fases y entregables del modelo de prototipos*

Fase	Entregables
Recolección y refinamiento de requisitos	Documento con detalle de requisitos del sistema.
Modelado	Diseño en baja del prototipo, boceto o un diseño muy aproximado con lápiz y papel.
Construcción de Prototipo	Prototipo.
Evaluación del prototipo por el cliente o usuario final	Carta de aceptación o rechazo del prototipo.
Refinamiento del prototipo	Prototipo con mejoras aplicadas luego de retroalimentaciones anteriores.
Producto final	Resultado final del desarrollo realizado en base al prototipo aprobado, carta de aceptación del producto.

Nota: Descripción de las fases y entregables del modelo de desarrollo en prototipos. (Cervantes, 2012)

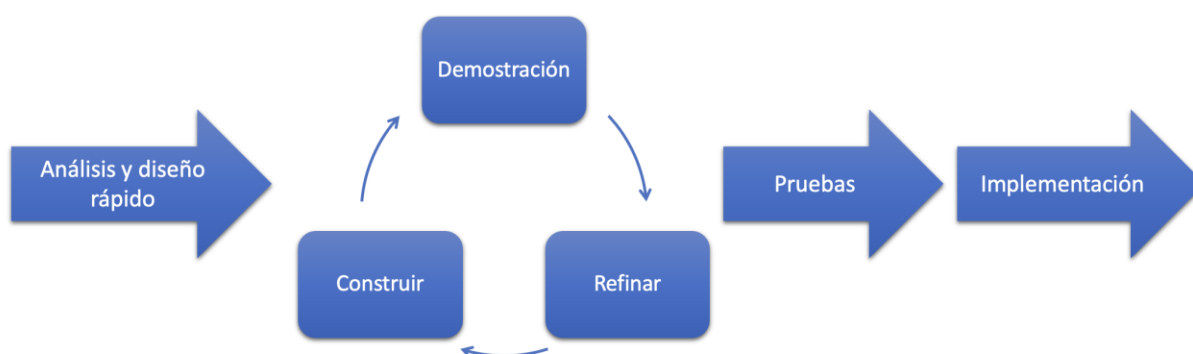
2.2.13.6 Desarrollo rápido de aplicaciones (Rapid Application Development)

El modelo muy conocido como RAD, de sus siglas en inglés “Rapid Application Development”, fue presentado por James Martin en 1980. La metodología de este trata de crear una lista de tareas y una estructura de desglose del trabajo orientada a la rapidez. Esta metodología no se encuentra alineada a las metodologías ágiles, pero brinda la posibilidad de solucionar la búsqueda para agilizar las entregas. Esta poseía un modelo iterativo, construcción de prototipos y el uso de herramientas para la construcción de software asistido (CASE, del inglés Computer Aided Software Engineering).

El modelo RAD, se encuentra conformado por cinco fases: Modelado de gestión, Modelado de datos, Modelado de proceso, Generación de Aplicaciones y Pruebas de entrega, las cuales son descritas en la Tabla 13. Una de las características de esta metodología son sus equipos híbridos, los cuales están compuestos de seis personas – desarrolladores, usuarios y analistas – que realizarán múltiples tareas. Además, cuenta con herramientas especializadas como: desarrollo “visual”, creación de prototipos falsos (simulación), calendario grupal, creación de componentes reutilizables y reuniones JAD, de sus siglas en ingles “Joint Application Development”. En este tipo de reunión JAD, los desarrolladores se reúnen con los usuarios finales y realizan una lluvia de ideas para obtener un borrador inicial de los requisitos.

Figura 11

Ciclo de vida RAD



El modelo de desarrollo RAD, promueve la velocidad de entrega y una manera de iterar constantemente hasta finalizar el proyecto. En la Figura 11 se muestra un ejemplo del ciclo de vida de este. Los desarrolladores construyen prototipos y depuran en base a los requisitos relevados. Los diseñadores revisan los prototipos. Los clientes prueban y vuelven a refinar los requisitos. En caso de ser necesario, desarrolladores y clientes, vuelven a reunirse para revisar en conjunto los requisitos y generar los cambios. A diferencia de otras metodologías, los cambios solicitados que excedan los tiempos del proyecto, no serán realizados. (Garcés & Egas, 2015)

Tabla 13*Fases de Modelo RAD*

Fase	Descripción
Modelado de Gestión	En esta fase, el flujo de información entre las funciones de gestión se modela de forma que responda a las siguientes preguntas: ¿Qué información conduce el proceso de gestión? ¿Qué información se genera? ¿Quién la genera? ¿A dónde va la información? ¿Quién la procesó?
Modelado de Datos	En esta fase, el flujo de información definido en la anterior etapa se refina como un conjunto de objetos de datos necesarios para apoyar la empresa. Se definen las características (llamadas atributos) de cada uno de los objetos y las relaciones entre estos objetos.
Modelado de Proceso	En esta fase, los objetos de datos definidos en la etapa anterior quedan transformados para lograr el flujo de información. Las descripciones del proceso se crean para agregar, modificar, borrar, o recuperar un objeto de datos. Es la comunicación entre los objetos.
Generación de aplicaciones	En esta fase, el modelo RAD asume la utilización de técnicas de cuarta generación. En lugar de crear software con lenguajes de programación de tercera generación, el proceso trabaja para volver a utilizar componentes de programas ya existentes (cuando sea posible) o a crear componentes reutilizables (cuando sea necesario). En todos los casos se utilizan herramientas automáticas para facilitar la construcción del software.

Pruebas de entrega	En esta fase, el proceso del modelo RAD enfatiza la reutilización, esto reduce tiempo de pruebas. Sin embargo, se deben probar todos los componentes nuevos y se deben ejercitar todas las interfaces a fondo.
---------------------------	--

Nota: Detalle de fases del modelo RAD. (Garcés & Egas, 2015)

2.2.14 Metodologías Ágiles

Las metodologías ágiles emergen con el comienzo de la era masiva de Internet en los noventa. Los requerimientos imprecisos y rápidos estaban a la orden del día, incrementando la velocidad en que los proyectos de software debían entregarse.

Las metodologías tradicionales aplicadas a proyectos de tamaños medios y pequeños con exigencias de tiempo y requisitos cambiantes, no lograban cumplir resultados. Se volvieron ineficientes debido al tiempo invertido en fases de planificación. Teniendo en cuenta esto, son ideadas las metodologías ágiles como formas alternativas de organización, que permiten enfocar el desarrollo del software, dejando en segundo plano la arquitectura y la documentación. Logrando, además, no dejar tanto tiempo en estas etapas. Y como punto clave, la participación del cliente en fases tempranas. En la Tabla 14 se puede ver la comparativa entre las metodologías ágiles y tradicionales. (Canós, 2003)

En el mundo del desarrollo de software, la competencia se encuentra en un nivel muy alto, haciendo que los sistemas se tengan que desarrollar rápidamente para que se adapten y funcionen en las organizaciones que los solicitan. Esta velocidad de entrega, hace que lo primero a descartar sean los análisis profundos y se reemplacen por análisis en alto nivel. Reemplazar o eliminar etapas clave dentro del proceso, solamente traerá confusión y errores de diseño. Las metodologías deben ser ágiles, con ciclos cortos de desarrollo, con revisión constante, con incrementos en cada una de sus entregas y deben ayudar a los clientes con un enfoque claro de lo que necesita el negocio o industria, para la que se está realizando el desarrollo.

Tabla 14*Comparativa de Metodologías ágiles vs Tradicionales*

Metodologías Ágiles	Metodologías Tradicionales
Se basan en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código	Se basan en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo
Énfasis en los aspectos humanos: el individuo y el trabajo en equipo.	Énfasis en la definición del proceso: roles, actividades y artefactos.
Preparados para cambios durante el proyecto	Cierta resistencia a los cambios
Impuestas internamente por el equipo	Impuestas externamente
Proceso menos controlado, con pocos principios	Proceso muy controlado, numerosas normas
El cliente es parte del desarrollo	Cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones
Grupos pequeños	Grupos grandes con más roles y más específicos.
Orientada a proyectos pequeños, y en el mismo lugar.	Aplicables a proyectos de cualquier tamaño, pero suelen ser especialmente efectivas/usadas en proyectos grandes.
Pocos artefactos, el modelo es prescindible, modelos desechables.	Más artefactos. El modelo es esencial, mantenimiento en los modelos.
Menor énfasis en la arquitectura del software, se va definiendo y mejorando a lo largo del proyecto	La arquitectura del software es esencial, se define tempranamente en el proyecto.

Nota: esta tabla marca una excelente diferenciación entre las metodologías ágiles y tradicionales. (Canós, 2003)

Las metodologías dentro de este enfoque, responden al llamado “manifiesto”, una declaración al mejor estilo de la creación de una constitución firmada en Febrero de 2001 en Utah, Estados Unidos. Este manifiesto promueve la participación de los clientes y usuarios finales durante toda la creación del proyecto de desarrollo. Además, promueve el desarrollo del software en sí y no tanto en la documentación. Esto es posible porque el cliente está

involucrado en cada una de las etapas y fases tempranas del desarrollo. Esto permite la negociación y solución a dudas sobre cambios, que antes aparecían en fases finales de entrega, donde el costo era mayor.

El manifiesto ágil consta de cuatro valores principales, que son las guías de las metodologías ágiles: los individuos y sus interacciones son más importantes, que el proceso y las herramientas; desarrollar software que funciona más que obtener una documentación excesiva; la colaboración con el cliente vale más que la negociación de un contrato; responder a los cambios más que a una planificación estricta. La descripción de cada uno de estos valores se encuentra en la Tabla 15. (Canós, 2003)

Tabla 15

Valores Manifiesto ágil

Valor	Descripción
Individuos y sus interacciones más que al proceso y las herramientas	La herramienta principal de desarrollo es el cerebro humano y la capacidad de cada uno para llevar adelante los desafíos que se nos presentan, colaborando y desenvolviéndonos con nuestro entorno. Se deben cuidar las interacciones entre cada uno de los integrantes del equipo, desarrolladores y clientes, ya que será un valor clave para garantizar el éxito del proyecto. Si todo esto funciona bien, la herramienta seleccionada pasan a un plano secundario para llegar al final del proyecto con éxito.
Desarrollar software que funciona más que obtener una documentación excesiva	El hecho de contar con una buena documentación siempre es útil, lo complejo para que esta sea buena es que: este siempre actualizada, bien escrita, bien organizada y muchas veces cuando surge algún problema que hay que solucionar lo más rápido posible.

	La documentación es lo último que se actualiza. La agilidad, promueve evitar estos fallos centrando el tiempo del desarrollo en tener la menor cantidad de errores, con un testeo exhaustivo y creación de la documentación justa. ¿Qué es una documentación justa para la agilidad? Debe ser corta, clara, concisa y centrarse en lo principal.
La colaboración con el cliente vale más que la negociación de un contrato	Este valor promueve la comunicación y la negociación con el cliente. Para que un proyecto tenga éxito, se debe sincronizar – cliente y equipos de desarrollo – y trabajar en conjunto, que todos se sientan parte del proyecto, logrando empatía para entender las dificultades del otro.
Responder a los cambios más que a una planificación estricta	Un proyecto puede sufrir muchos cambios a lo largo de su ejecución, si los equipos de desarrollo no se adaptan a estos, se tendrá un riesgo alto de que el sistema quede desactualizado antes de ser terminado. Esta situación significaría un claro desperdicio de tiempo y dinero. Es clave contar con la habilidad de responder a estos cambios, ya que garantizarán un porcentaje mayor de éxito para el proyecto.

Nota: Valores del Manifiesto ágil. (Canós, 2003)

Los cuatro valores traen a consecuencia dentro del manifiesto ágil, doce principios que darán las características necesarias para que un proyecto o metodología sea ágil, y se diferencie de uno tradicional. En la Tabla 16 se describen estos.

Tabla 16*Principios de Manifiesto ágil*

Principio	Descripción
1	La prioridad es, cumplir con el cliente mediante tempranas y continuas entregas de software que le aporte un valor.
2	Dar la bienvenida a los cambios incluso al final del desarrollo. Los cambios le darán una ventaja competitiva a nuestro cliente.
3	Hacer entregas frecuentes de software que funcione, desde un par de semanas a un par de meses, con el menor intervalo de tiempo posible entre entregas.
4	Las personas del negocio y los desarrolladores deben trabajar juntos diariamente a lo largo de todo el proyecto.
5	Construir el proyecto en torno a individuos motivados. Darles el entorno y el apoyo que necesitan y confiar en ellos.
6	El diálogo cara a cara es el método más eficiente y efectivo para comunicar información dentro de un equipo de desarrollo.
7	El software que funciona es la principal medida del progreso.
8	Los procesos ágiles promueven un desarrollo sostenido. Los promotores, usuarios y desarrolladores deben poder mantener un ritmo de trabajo constante de forma indefinida.
9	La atención continua a la calidad técnica y al buen diseño mejoran la agilidad
10	La simplicidad es esencial. Se ha de saber maximizar el trabajo que no se debe realizar.

11	Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños surgen de los equipos que se han organizado ellos mismos.
12	En intervalos regulares, el equipo debe reflexionar con respecto a cómo llegar a ser más efectivo, y ajustar su comportamiento para conseguirlo.

Nota: Principios de manifestó ágil. (Canós, 2003)

Las metodologías ágiles presentan un gran alivio a los problemas que arrastraban las metodologías tradicionales. Pero no son la solución a todos los inconvenientes que pueden surgir durante el desarrollo de un proyecto tecnológico, y tampoco aplicar perfectamente a todas las casuísticas de cada uno de ellos. La agilidad plantea otro punto de vista, específicamente plantea cómo lograr lo que se desea de forma más rápida, adaptable y sin estar atados a un plan tallado en piedra con poca apertura a cambios. En la Tabla 17 se listan las metodologías consideradas ágiles.

Tabla 17

Listado de metodologías ágiles

1. Adaptive Software Development	11. Internet Speed Development
2. Agile Modeling	12. Lean development
3. Agile Model Driven Development	13. Mobile-D
4. Agile Project Management	14. Open Unified Process
5. Agile Unified Process	15. Pragmatic programming
6. Crystal Methods	16. Scrum
7. Dynamic Systems development methods	17. Story cards driven development
8. Evolutionary Project Management	18. Test Driven Development
9. Extreme Programming	19. Win Win Spiral
10. Feature Driven Development	20. X-Breed

Nota: listado de metodologías ágiles. (Amaya, 2013) con ampliación de (Gamboa, 2018).

2.2.14.1 Extreme Programming

La metodología ágil Extreme Programming (XP) o en su traducción al español del inglés, programación extrema, fue propuesta por Kent Beck en 1999. Tiene como objetivo, guiar a los equipos de software pequeños, de entre 2 y 10 personas, en ambientes donde todo es cambiante. Es una de las metodologías ágiles más destacadas para el desarrollo de software. Esta busca potenciar las relaciones interpersonales, promoviendo el trabajo en equipo, fomentando el aprendizaje de los desarrolladores y brindando un buen clima laboral. La metodología XP está compuesta por cuatro valores: simplicidad, comunicación, retroalimentación, y coraje. Estos valores son descritos en la Tabla 18.

Tabla 18

Valores Extreme Programming

Valores	Descripción
Simplicidad	Cuando más simple sea la solución, más fácil se podrá adaptar a los cambios.
Comunicación	Este valor es muy importante, ya que la comunicación debe ser fluida entre todos los miembros del equipo (desarrolladores y cliente).
Retroalimentación	Este valor es importante, ya que el usuario debe realizar pruebas constantes del software desarrollado (siempre que sea posible de utilizar) para brindar sus impresiones y si sus necesidades están siendo resueltas. En el caso de que no sea lo esperado, se podrá trabajar con tiempo y velocidad para conseguir la satisfacción deseada.
Coraje	Este valor está enfocado en tener el coraje para modificar cosas que se creen que ya funcionan bien, estas decisiones pueden ser difíciles, pero pueden traer consigo grandes beneficios.

Nota: descripción de los valores de XP. (Cadavid, Fernández, & Morales, 2013)

En extreme Programming, para alcanzar el objetivo de ser ágiles, se tienen en cuenta prácticas básicas agrupadas en cuatro fases: fase de exploración, fase de planificación, fase de iteraciones y fase de puesta en producción. Descriptas en la Tabla 19. Además, para comenzar un proyecto de software se tienen en cuenta cuatro variables, de las cuales tres pueden ser fijadas por el cliente o jefe de proyecto, y la cuarta responsabilidad del equipo de desarrollo: Costo (recursos y dinero invertido), Tiempo (fecha de entrega final), Calidad (del desarrollo de software y código) y Alcance (conjunto de funcionalidades).

Para comenzar la planificación en la metodología de XP, se debe tener un dialogo continuo en entre las partes involucradas del proyecto, el cliente, los desarrolladores y los lideres o referentes de cada uno de estos. Se comienza recopilando o creando historias de usuario que serán las sustitutas de los casos de uso utilizados en las metodologías tradicionales. Con las historias de usuario definidas, los desarrolladores realizarán una estimación aproximada del esfuerzo que les llevara realizar cada una de ellas. En el caso de que alguna no esté muy clara, se creará un pequeño programa de prueba llamado “spike”. Con todo lo anterior cerrado, se organiza una reunión de planificación, con los diversos actores del proyecto para establecer un plan o cronograma de entregas, llamado “release plan”, en el que todos están de acuerdo. Luego comienza la fase de iteraciones con un pequeño grupo de historias de usuario, a instalar y probar. (Cadavid, Fernández, & Morales, 2013)

Tabla 19

Fases de Extreme Programming

Fase	Descripción
Exploración	En esta se define el alcance del proyecto. El cliente crea las historias de usuario, que son casos de uso escritas en su propio lenguaje como descripciones cortas de lo que desea que el sistema realice, y los desarrolladores estiman los tiempos de creación para llevar adelante estas. Suele duran dos semanas con un resultado general del sistema a gran escala.

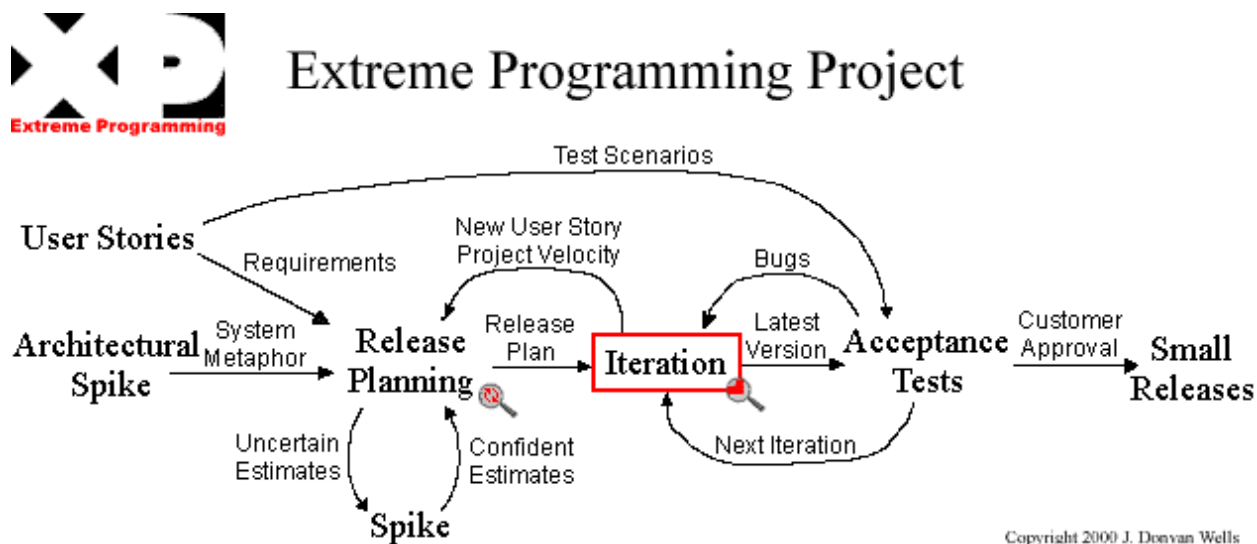
Planificación	Esta fase es relativamente corta. El cliente, los líderes y los desarrolladores acuerdan el orden de prioridad que tendrán cada una de las historias de usuario, y cuando serán las entregas a realizar. El resultado de esta fase es el llamado “Release Plan” o plan de entregas. En este se encuentran agrupadas las historias de usuario agrupadas para realizar la entrega.
Iteraciones	En esta fase se van desarrollando las historias de usuario asignadas a cada entregable. Si estas no tienen el suficiente detalle o no son comprendidas por los desarrolladores, el cliente que participa activamente en esta fase, brindará los datos necesarios para llevarlas adelante.
Puesta en producción	Esta fase final, sería el cierre de todas las iteraciones de todos los módulos funcionales y sin errores. Cabe destacar que no se realizarán más desarrollos funcionales, pero pueden realizarse tareas de ajustes.

Nota: Descripción de fases de extreme Programming. (Cadavid, Fernández, & Morales, 2013)

Muchas de las prácticas y ceremonias que ofrece esta metodología de Extreme Programming pueden ser compartidas o utilizadas por otras metodologías. Siempre es óptimo contar con un diseño simple con estándares y un ritmo de trabajo constante. Pero también, se debe tener en cuenta el bajo nivel de documentación que se lleva a través de todo el proyecto, que puede provocar, en caso de que se desee realizar mantenimiento o mejora sobre algún componente, una mayor dificultad para llevarlo adelante. Teniendo en cuenta estos aspectos, es necesario para garantizar el éxito del proyecto, que se cumplan cada una de las fases con los lineamientos de diseños simples, pruebas exhaustivas, retroalimentación constante, etc.

Figura 12

Fases de programación extrema XP



Copyright 2000 J. Donovan Wells

Nota: muestra un mapa de proyecto con la metodología aplicada. Tomado de Extreme Programming <http://www.extremeprogramming.org/map/project.html>

2.2.14.2 Scrum

La metodología ágil “Scrum”, es una de las más populares hoy en día. Su nombre proviene del término utilizado en el conocido deporte: el Rugby. Esto es así porque compara la formación de equipos interdisciplinarios y productivos, con la colaboración entre los jugadores de este deporte. Es altamente recomendado para entornos donde los requisitos son cambiantes o poco definidos, donde se necesita innovación, competitividad, flexibilidad y productividad. De forma resumida el Scrum, según Schwaber y Sutherland (2020), requiere de lo siguiente para llevarse adelante:

- Un Scrum Master para fomentar un ambiente de colaboración.
- Un Product Owner o dueño de producto que ordene el trabajo de un problema complejo en un backlog de producto.
- El equipo Scrum selecciona y transforma una parte del trabajo en un incremento de valor durante el sprint.

- El equipo y sus stakeholders inspeccionan los resultados y hacen juntos los ajustes necesarios para el próximo sprint.
- Repetir.

(pág. 3)

Varios procesos, técnicas y métodos pueden ser empleados dentro del marco de trabajo. Scrum puede servir tanto como un container de prácticas existentes o como mejora de las innecesarias. La metodología hace visible la eficacia relativa de las prácticas actuales de gestión, ambiente y técnicas de trabajo, más adelante en la Figura 13 se puede ver gráficamente la ejecución de esta metodología. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Teoría de Scrum

El fundamento teórico de Scrum, está basado en el pensamiento y el empirismo Lean. Por un lado, el empirismo afirma que el conocimiento viene de la experiencia y de la toma de decisiones que son orientadas en base a lo que se observa. El pensamiento Lean reduce el desperdicio y hace foco en lo esencial. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Scrum busca trabajar de manera incremental, realizando iteraciones para optimizar el control del riesgo. La metodología se articula en grupos de personas, que colectivamente, tienen todas las habilidades y experiencias necesarias, para ejecutar el trabajo y compartir o adquirir, esas habilidades conforme sea necesario. Se realiza una combinación de cuatro eventos para inspeccionar y adaptar dentro del sprint, un evento que actúa como un container para los demás. Estos eventos son efectivos y funcionan, según los autores Schwaber y Sutherland (2020), ya que “implementan los pilares empíricos de la transparencia, inspección y adaptación”.

Transparencia

La transparencia en los procesos que emergen, precisan estar visibles para aquellos que ejecutan el trabajo y para aquellos que reciben el resultado de ese trabajo. Con Scrum, decisiones importantes son basadas en el estado percibido de sus tres artefactos formales. Si los artefactos tienen una baja transparencia, puede llevar a decisiones que disminuyen el valor y aumentan el riesgo.

La transparencia permite la inspección. La inspección sin transparencia es engañosa y un desperdicio. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Inspección

El aspecto de la inspección, se refiere a que los artefactos de Scrum y el progreso en dirección de los objetivos acordados, precisan ser inspeccionados de manera frecuente y diligente. Esto es necesario para detectar potenciales variaciones o problemas indeseados. Para ayudar con la inspección, Scrum provee una serie de sesiones para detectar problemas en sus cinco eventos.

La inspección posibilita la adaptación. Tener inspección sin adaptación será considerada inútil, ya que los eventos del scrum son proyectados para provocar un cambio. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Adaptación

La adaptación, es una serie de ajustes que deben ser implementados para prevenir o mermar desvíos agregados. Es decir, si cualquier aspecto en un proceso desvía los límites aceptables, o si el producto resultante es inaceptable, el proceso que está siendo aplicado o los materiales que están siendo utilizados para ser producidos, necesitaran ser ajustados. Estos ajustes deben ser realizados cuanto antes para minimizar desvíos adicionales.

La adaptación se vuelve más difícil cuando las personas involucradas no están empoderadas de auto gerenciamiento. Es esperado que un equipo de scrum se adapte y aprenda algo nuevo a través de la inspección. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Valores de Scrum

Para lograr un triunfo con la utilización de Scrum se dependerá de las personas. Estas se deben comprometer a ser más proficientes y a involucrarse con estos cinco valores: *Compromiso, Foco, Sinceridad, Respeto y Coraje*. (Schwaber & Sutherland, 2020)

El equipo Scrum, se debe comprometer a lograr estos objetivos y soportarse los unos a otros. Su foco primario es el sprint de trabajo y lograr el mejor progreso posible con estos objetivos. El equipo y sus partes interesadas, deben estar abiertos sobre el trabajo y sus desafíos. Los miembros del equipo Scrum deben respetar y reconocer a cada uno de sus integrantes, como

capaces e independientes y deben ser tratados de igual manera. Cada uno de los integrantes del equipo debe estar comprometido para realizar las tareas de forma correcta y contar con el coraje de hacerlo de esta manera, hasta con los problemas difíciles.

Estos valores direccionan el equipo de scrum con relación a su trabajo, acciones y comportamientos. Las decisiones que son hechos, los pasos tomados y la forma con que Scrum es utilizado, deben reforzar día a día estos valores, no disminuirlos o perjudicarlos. Los integrantes deben conocer y aprender estos valores, mientras trabajan dentro del marco de la metodología Scrum. Ya que cuando estos sean incorporados por el equipo de Scrum y las personas con las que ellos trabajan, los valores empíricos de transparencia, inspección y adaptación ganan vida construyendo confianza. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Equipo Scrum

La unidad principal de esta metodología es el equipo Scrum. Un equipo pequeño de personas compuesto por: un Scrum Master, un Dueño de Producto (Originalmente en inglés Product Owner) y los desarrolladores. Dentro de esta formación, para la metodología Scrum, no debe haber jerarquías. Ellos son una unidad de profesionales enfocados en un único objetivo a la vez: el objetivo de producto (Originalmente en inglés Product Goal).

El equipo Scrum es multifuncional, lo que significa que sus miembros poseen todas las habilidades necesarias para crear valor en cada sprint. Ellos también son autónomos, lo que implica la capacidad de decidir internamente quién hace qué o qué, cuándo y cómo. Este equipo es pequeño o suficiente para mantenerse, y grande como para completar una cantidad significativa de trabajo en un sprint, generalmente con 10 o menos personas. En general Schwaber y Sutherland (2020) afirman: “nosotros descubrimos que los equipos que más se comunican son más productivos y si los equipos se vuelven muy grandes, estos deben reorganizarse en múltiples equipos Scrum conectados y en enfocados en el mismo producto”.

Todo el equipo Scrum es responsable de crear un incremento valioso y útil en todos los sprints. El Scrum define tres responsabilidades específicas: los desarrolladores, el Product Owner y el Scrum Master. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Desarrolladores

Los desarrolladores son las personas del equipo comprometidas con la creación de todos los aspectos de un incremento utilizable en cada sprint. Los conocimientos necesarios para este rol dentro del equipo, son generalmente los necesarios para el tipo de proyecto en el que se trabaja. Entre tanto, los desarrolladores son responsables según Schwaber y Sutherland (2020) de:

- Crear un plan para cada sprint, el backlog del sprint.
- Incluir calidad adhiriendo la definición de completo (Originalmente en inglés Definition of Done).
- Adaptar su plan diariamente para alcanzar el objetivo del sprint.
- Mantenerse unos a otros responsables como profesionales.

(pág. 5)

Product Owner (Dueño de Producto)

El Product Owner es responsable de otorgar la visión de negocio y transmitirla al trabajo realizado por el equipo scrum. Como esto sea realizado, puede variar ampliamente en diferentes organizaciones.

El Product Owner es, según Schwaber y Sutherland (2020) quien tiene como responsabilidad el control y la organización del backlog del producto, lo que incluye:

- Desarrollar y comunicar de manera explícita el objetivo del producto.
- Desarrollar y comunicar de manera clara los elementos del backlog del producto.
- Gestionar y organizar los elementos del backlog del producto.
- Garantizar que el backlog del producto sea transparente, visible y comprensible.

(pág. 6)

Scrum Master

El Scrum Master es el responsable de establecer la metodología definida en la guía de Scrum. Ellos hacen eso, ayudar a todos para que entiendan la teoría o la práctica del Scrum, tanto

dentro del Scrum Team como dentro de la organización. Estos son responsables por la efectividad del equipo Scrum, ellos deben apoyar al equipo y la organización a mejorar sus prácticas de scrum, dentro del marco de trabajo. Deben ser verdaderos líderes que sirven al equipo scrum y a toda la organización. Posee según Schwaber y Sutherland (2020) las siguientes tareas:

- Ser coach sobre autonomía y multifuncionalidad para los miembros del equipo.
- Ayudar al equipo de Scrum a enfocar la creación del incremento de valor y que cumpla con la definición de producto.
- Remover los impedimentos que frenan el progreso del equipo.
- Garantizar que todos los eventos de Scrum ocurran y sean positivos, productivos y mantenidos dentro de su escala de tiempo.

El Scrum Master también debe servir al Product Owner en diversas maneras:

- Ayudando en la búsqueda de mejorar técnicamente para obtener el objetivo de producto.
- Ayudando al Scrum Team a comprender las necesidades de los ítems del backlog
- Ayudando a establecer un planeamiento empírico del producto en un ambiente complejo y facilitando la colaboración con las partes interesadas.
- Siendo un coach para la organización en la adopción de Scrum.
- Ayudar y asesorar con la aplicación de la metodología dentro de los equipos de la organización.
- Removiendo barreras entre partes interesadas y Scrum Team.

(pág. 6)

Eventos de Scrum

Todo evento en el marco de trabajo Scrum es clave para adaptar, corregir y revisar los artefactos. Estos eventos son específicamente proyectados para permitir la transparencia necesaria. No se debe perder la oportunidad de ejecutar cualquiera de estos eventos, ya que impacta negativamente en la premisa de adaptar, corregir y revisar si todo está funcionando correctamente. Estos eventos son utilizados para crear regularidad y minimizar las necesidades no definidas en el Scrum (Schwaber & Sutherland, 2020).

Sprint

El sprint es un evento muy importante dentro del trabajo diario del equipo. Y también actúan como pulsos cardíacos en Scrum, donde las ideas son transformadas en valor. Estos eventos poseen un tiempo fijado. Al finalizar un sprint, se comenzará con otro, creando una sucesión de eventos a lo largo del proyecto.

Todos los eventos necesarios para lograr el objetivo del producto suceden dentro de los sprints. Según Schwaber y Sutherland (2020) dentro de cada sprint se cumplen ciertas características:

- No son realizados cambios que puedan impedir el objetivo del sprint en riesgo.
- La calidad no puede disminuir.
- El backlog del producto es refinado conforme sea necesario.
- El alcance puede ser modificado conversando con el dueño del producto en cada iteración.

(pág. 7)

Los sprint traen previsibilidad al garantizar la inspección y la adaptación del progreso en dirección del objetivo del sprint, por lo menos una vez por mes. Cuando la duración de un sprint es muy larga, los objetivos del sprint pueden desviarse y la complejidad puede aumentar el riesgo. Los Sprint más cortos pueden generar más entregas, que a su vez generan más ciclos de aprendizaje limitando el riesgo, costo y esfuerzo en una escala de tiempo menor. Cada Sprint puede ser considerado como un proyecto corto.

Existen varias prácticas como diagramas de flujo acumulativos para programar el progreso. A pesar de ser útiles, estas prácticas no sustituyen la importancia del empirismo. En ambientes complejos lo que puede suceder es desconocido, y solamente lo que ya sucedió puede ser utilizado para validar una decisión tomada.

Solamente el dueño del producto posee la autoridad para cancelar el sprint y este caso puede ser posible si el objetivo del sprint queda fuera de alcance por lineamientos de negocio, quedando obsoleto. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Planeamiento del Sprint

El evento de planeamiento comienza con el fin de definir el trabajo que será ejecutado durante el sprint, y este se realiza en conjunto con todo el equipo Scrum.

El Product Owner da lugar a los participantes, para discutir los ítems del backlog más importantes y como ellos se conectan con el objetivo del producto. El equipo de scrum puede también invitar a otras personas para estar presentes en el planeamiento del sprint y dar consejos. El planeamiento del sprint, según Schwaber y Sutherland (2020) debe agendar los siguientes tópicos:

Tópico uno: *¿porque este sprint es valioso?* El Product Owner propone cómo aumentar el valor y la utilidad del sprint actual. Entonces todo el equipo de scrum colabora para definir el objetivo del sprint, para traer valor a los stakeholders. El objetivo del sprint debe estar completo antes del final del planeamiento del sprint.

Tópico dos: *¿Qué puede ser realizado en este sprint?* Esto sucede a través de la alineación entre el Product Owner y los desarrolladores, donde ellos seleccionan los elementos del backlog para trabajar en el sprint actual. El equipo scrum puede refinar estos ítems durante este proceso, lo que aumenta la comprensión y la confianza.

Tópico tres: *¿Cómo el trabajo seleccionado será realizado?* Para cada ítem del backlog seleccionado, los desarrolladores planean el trabajo necesario para crear un incremento que atienda la definición de listo (Originalmente en inglés Definition of Done). Esto es generalmente realizado al descomponer los ítems del backlog en ítems de trabajo menores de un día o menos. Como esto es elaborado en una decisión exclusiva de los desarrolladores, ninguno más que ellos dice cómo va transformar los ítems del backlog del producto en incrementos del valor. (pág. 8)

El planeamiento posee un rango de tiempo no mayor a ocho horas para un sprint de un mes. Para sprints más cortos el evento es usualmente menor. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Scrum Diario (Daily Scrum)

El propósito del scrum diario es organizarse como un evento para inspeccionar si el progreso está en dirección del objetivo del sprint y adaptar el backlog, conforme sea necesario, ajustando el trabajo planeado.

Los desarrolladores en este evento dispondrán de quince minutos, en el mismo horario y todos los días de trabajo del sprint. Además, estos pueden seleccionar cualquier técnica y estructura que deseen, desde que el scrum diario esté enfocado en el progreso del objetivo del sprint y que ellos produzcan un plan concreto para el próximo día de trabajo. Esto enfoca y mejora la autoorganización.

El evento del Scrum diario trae beneficios, ya que mejora la comunicación entre el equipo, se identifican impedimentos y se fomenta a cerrar definiciones, eliminando la necesidad de otras reuniones en el corto plazo para avanzar en el día.

Durante los scrum diarios, no es el único momento en donde los desarrolladores pueden ajustar sus planes, ellos generalmente se encuentran a lo largo del día para tener discusiones más detalladas sobre cómo adaptar o replantear el trabajo restante del sprint (Schwaber & Sutherland, 2020).

Revisión del Sprint

El evento revisión del sprint, tiene el propósito de inspeccionar las entregas y determinar futuras adaptaciones. El equipo Scrum presenta los resultados de su trabajo a los stakeholders o los interesados y el progreso del objetivo del producto es discutido. Basado en la información sobre que avanzó o cambió del producto, los participantes colaboran en qué hacer para el siguiente sprint. El backlog del producto también puede ser ajustado para ser adecuado a nuevas oportunidades.

La revisión del sprint debe ser considerada por los miembros del equipo scrum como una sesión de trabajo y deben evitar limitarse a que sea solamente una demo o una presentación.

El evento de revisión tiene un rango de tiempo de no máximo cuatro horas, para un sprint de un mes. Para sprints menores, la duración es generalmente inferior. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Retrospectiva del Sprint

El evento de retrospectiva tiene el objetivo de mejorar de forma iterativa los sprints de trabajo. (Schwaber & Sutherland, 2020) Todos los miembros del equipo comentan, reflexionan y

comparten como fue su trabajo en el último sprint con relación a todas las variantes que lo componen, ya sean compañeros, herramientas, etc. Los elementos inspeccionados, generalmente varían de acuerdo con el tipo de trabajo. Suposiciones que causarán en el futuro un desvío, son identificadas y exploradas para obtener los orígenes de estas. El equipo discute lo que estuvo correcto dentro del sprint, cuáles problemas encontraron y cómo estos van a ser solucionados en el caso de que se pueda.

El equipo Scrum mejora su efectividad realizando críticas constructivas y planteando cambios útiles. Las mejoras de mayor impacto son registradas de inmediato. Inclusive, ellas pueden ser agregadas al backlog del sprint para ser trabajadas en el siguiente.

La retrospectiva es la que indica la finalización del sprint de trabajo y posee un rango de tiempo de tres horas máximo para un sprint de un mes. En caso de sprints más cortos, la duración de la retrospectiva también es menor. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Artefactos de Scrum

Los artefactos de scrum son diseñados para maximizar la transparencia de informaciones claves. Estos deben representar valor, por lo tanto si no funcionan en su estado base, estos pueden ser adaptados. Cada artefacto posee un compromiso para garantizar la entrega de informaciones, de manera que sea posible la mejora en la transparencia y el foco de forma en que el progreso pueda ser medido. Según Schwaber y Sutherland (2020) estos artefactos son:

- Para el backlog del producto y el objetivo del producto.
- Para el backlog del sprint y el objetivo del sprint.
- Para el incremento y la definición de listo.

(pág. 10)

Los artefactos son compromisos que existen para reforzar el empirismo de los valores de scrum para el equipo y sus stakeholders. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Backlog del Producto

El backlog del producto es un listado en constante expansión, ordenado de forma prioritaria, con lo que es necesario para construir o mejorar el producto. El backlog es la fuente de trabajo, donde el equipo scrum tomará cada uno de los elementos a desarrollar en cada iteración.

Los ítems del backlog del producto que se encuentran completos, según la definición de listo, pueden ser tomados por el equipo en el próximo planeamiento de sprint. Ellos llegan a ésta conclusión luego de las sesiones de refinamiento. Esta actividad continua para aumentar los detalles como descripción, orden y tamaño. Los desarrolladores que van a realizar este trabajo son responsables por la estimación. El Product Owner puede influenciar a los desarrolladores o ayudarlos a comprender para realizar los cambios. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Compromiso: Objetivo del Producto

El objetivo del producto, describe un estado futuro del producto que puede servir como una meta para el equipo de scrum. Este objetivo se encuentra en el backlog del producto, según Schwaber y Sutherland (2020): “un producto es un vehículo para entregar valor, este tiene una frontera clara, stakeholders o interesados conocidos así también como los usuarios o clientes bien definidos. Un producto puede ser un servicio, un producto físico o algo más abstracto.”

El objetivo del producto, es un objetivo a largo plazo para el equipo Scrum. Ellos precisan atender o abandonar, un objetivo antes de seleccionar el siguiente. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Backlog del Sprint

El backlog se encuentra compuesto por: el objetivo del sprint (el porqué), el conjunto de los elementos seleccionados para el sprint (el qué) y el plan factible para entregar el incremento (el cómo). Este es un plan bien hecho, para y por los desarrolladores, el cual representa una fotografía en tiempo real y altamente visible del trabajo que los desarrolladores planean concluir durante el sprint, alcanzando el objetivo. Consecuentemente, el backlog del sprint es actualizado a lo largo del sprint conforme es aprendido o mejor comprendido. Este debe tener detalles suficientes para que todos puedan inspeccionar su progreso día a día en el scrum diario. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Compromiso: Objetivo del Sprint

El objetivo del sprint es lo único a lo que apunta este evento. A pesar de que este sea un compromiso para los desarrolladores, el objetivo del sprint provee flexibilidad en términos de

trabajo exacto para completarlo. Otra de sus bondades, es que crea coherencia y foco, dando coraje al equipo de scrum trabajando juntos en vez de iniciativas separadas.

El objetivo del sprint es creado durante el evento de planeamiento y es entonces agregado en el backlog. En cuanto los desarrolladores trabajan durante el sprint, mantienen el objetivo en mente. En caso de que el resultado del trabajo realizado es diferente del esperado, ellos se reúnen con el Product Owner, para negociar una redefinición del alcance durante el sprint, sin afectar el objetivo de este. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Incremento

El incremento es un nuevo bloque para la construcción del objetivo del producto. Cada uno de estos, es la suma a incrementos anteriores completos y verificados, garantizando así que todos funcionen juntos. Para que los incrementos entreguen valor precisan ser útiles.

Múltiples incrementos pueden ser creados dentro de un sprint. La suma de todos estos son presentados en la revisión del sprint, soportando así el empirismo. También, un incremento puede ser una entrega a los stakeholders al final del sprint (dejando fuera de consideración a la revisión del sprint, ya que esta es un espacio de trabajo y no entrega valor). Ningún trabajo puede ser considerado parte del incremento, a no ser que esté alineado con la definición de listo. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Compromiso: Definición de Listo

La definición de listo es una descripción formal de un incremento cuando se concretan los requisitos de calidad para el producto, según Schwaber y Sutherland (2020): “el momento que un ítem del backlog de producto conoce la definición de listo, es cuando ha nacido un incremento”.

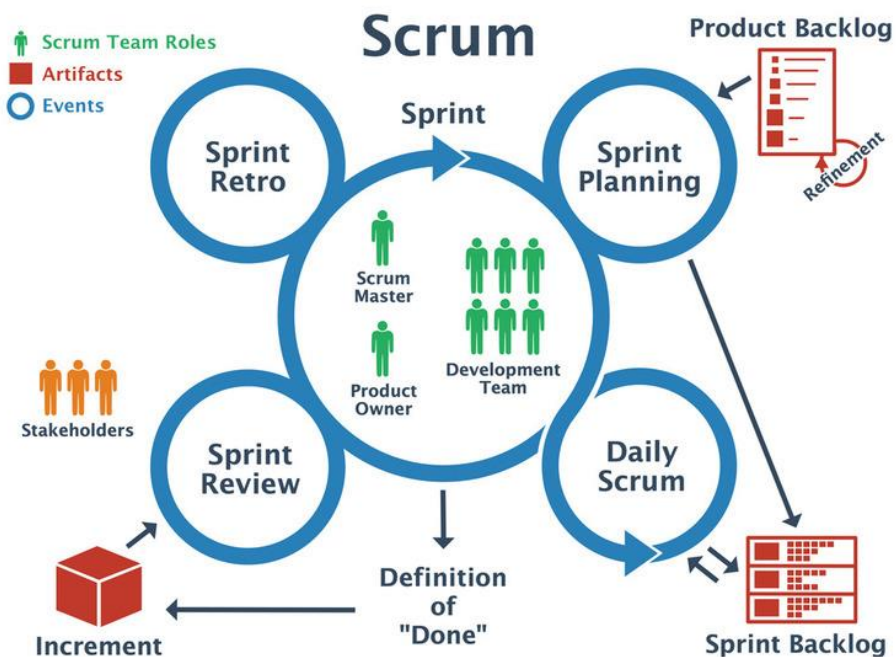
La definición de listo, crea transparencia para proveer a todos una comprensión compartida del trabajo completado como parte de un incremento. Si un ítem del backlog de producto no concreta a la definición de listo, este no puede ser enviado a producción o mismo presentado en la revisión del sprint. A su inversa, vuelve para el backlog del producto para consideraciones futuras.

Todos los equipos de scrum deben respetar la definición de listo como estándar para entregar un incremento, si no se posee un estándar mínimo a nivel organizacional, el equipo de desarrollo debe determinarla.

Los desarrolladores precisan seguir la definición de listo. Si existen múltiples equipos de scrum trabajando junto en un producto, ellos deben definir y cumplir conjuntamente la misma definición de listo. (Schwaber & Sutherland, 2020)

Figura 13

Ejecución de scrum



Nota: la imagen describe el proceso de scrum en acción. Tomado de ScrumGuides <https://scrumguides.org/> (Schwaber & Sutherland, 2020)

Capítulo 3 - Desarrollo Técnico

3.1 Introducción

En el capítulo anterior, se realizó la introducción de la información investigada en el contexto de I.IoT. Además, se aportó el conocimiento de distintos tipos de metodologías aplicables para diferentes proyectos tecnológicos. También se focalizó en que la acción de introducir una nueva forma de trabajo en una organización con equipos nuevos y software de última generación.

En este capítulo, se desarrollará una guía de cómo realizar la planificación de la metodología Scrum, para la aplicación de una tecnología I.IoT, teniendo en cuenta aspectos de ciberseguridad. Desde este lugar, se cubrirán cuestiones generales y particulares de gestión en las organizaciones, con un modelo de procesos y organización de equipos. Uno de los objetivos planteados, es que sea posible la implementación de este tipo de tecnología en un ambiente donde se gestione y priorice efectivamente los procesos y la ciberseguridad.

3.2 Gestión y planificación de Scrum sobre aplicación de tecnología I. IoT

Esta guía se encuentra basada en la aplicación de la metodología Scrum para proyectos informáticos, por lo cual se encuentra organizada en fases de desarrollo. Se comenzará con la preparación del proyecto, donde se intentará comprender cómo plantear el caso del negocio con la finalidad de que se agregue valor en cada iteración. Luego, se indicará como se realizarán las estimaciones para cada una de las tareas a realizar. Siguiendo por la planificación del Sprint y el control de esta, se irán estableciendo también las herramientas y técnicas necesarias para la gestión del proyecto, sin perder el control sobre la ciberseguridad.

3.2.1 Fase de Preparación del Proyecto

Esta fase es conocida como el sprint 0. Es la fase inicial en la que se busca comprender la totalidad del caso, para poder tomar decisiones lo más acertadas posibles en cuanto al proyecto. Es aconsejable que no se pierda tiempo en buscar estimaciones de tiempo exactas para realizar las tareas, es mejor invertir este tiempo en el desarrollo del proyecto. Las tareas a realizar en el sprint 0 son las descritas en la Tabla 20.

Tabla 20

Planificación del Sprint 0

Tarea	Descripción
Definir el proyecto	Se debe de indicar de forma clara el propósito del proyecto. No es necesario entrar en detalle, pero sí que el equipo encargado, sea capaz de entender cuáles son las necesidades de la organización y del proyecto.
Definir “listo”	Determina el punto en el que se considerará que la tarea se encuentra terminada.
Definición de Backlog Inicial	Se comienza con la creación del backlog del proyecto para que el sprint siguiente contenga las historias de usuario (procesos y tareas para este tipo de proyecto) para comenzar a trabajar. En el listado los elementos deben ser marcados por el Product Owner, quién será el responsable de priorizar los procesos y funcionalidades. Al desarrollarlas e implementarlas deben cumplir con las especificaciones, consiguiendo un beneficio mayor al costo de realizado.
Definición de los Entregables	Una vez que se tiene el backlog con las funcionalidades, se establecen los criterios para las entregas del proyecto y así se obtiene valor y un feedback temprano.

Los planes para realizar entregas pueden sufrir modificaciones, muchas de estas traídas por cambios en el entorno que generan nuevas oportunidades para la organización, así como también nuevos procesos.

La determinación del plan de entrega, debe ser definido por la organización, quien es responsable de seleccionar los procesos, funciones y costos que estos van a tener. Este plan debe ser atado a condiciones definidas por el tiempo de entrega, la estimación inicial y la selección del backlog del proyecto. Luego, se debe realizar una reunión inicial con todos los participantes del

proyecto para tratar la dimensión de este, además de revisiones de backlog, organización del equipo y horarios para establecer reuniones de seguimiento.

3.2.2 Fase de Estimaciones del backlog

En esta fase, previa a la primera reunión de la planificación del equipo, se debe conocer cuál será la velocidad con la que iniciarán y cuánto tiempo disponible tendrá cada persona (en la Tabla 21 se muestra cómo se realiza este cálculo). Para que estas estimaciones sean realizadas, en un comienzo se debe decidir qué historias (procesos en este caso) van a incluirse en el Sprint. La forma de realizarlo puede ser a través de alguna de las siguientes técnicas:

La primera, y más sencilla, es la estimación aproximada, donde el equipo debatirá el número de historias a introducir hasta llegar a un acuerdo. Funciona de forma efectiva, en fases avanzadas del proyecto donde ya hubo un trabajo previo, que permitirá ser más exactos a pesar de que esta estimación sea en alto nivel.

La segunda de las técnicas de estimación, será una realización de cálculos de velocidad, donde habrá que seleccionar la velocidad estimada y calcular el número de historias que se pueden añadir (sin superar la velocidad estimada previamente). A medida que se vaya avanzando en el proyecto, esta técnica será más precisa ya que tendrá antecedentes de cuánto tiempo llevó migrar el proceso. Teniendo en cuenta esto, se podrá utilizar de forma auxiliar en las primeras fases, el cálculo de recursos donde se calcula la cantidad de días disponibles de cada persona (esto puede variar ya que influyen factores externos).

Tabla 21

Cálculo de Recursos

Persona	Días
Per1	13
Per2	5
Per3	8
Total	26 días Persona Disponible

Nota: Se puede observar como resultado que el equipo de 3 personas tendrá 26 días disponibles en total para trabajar “dedicados” al proyecto.

Velocidad aproximada

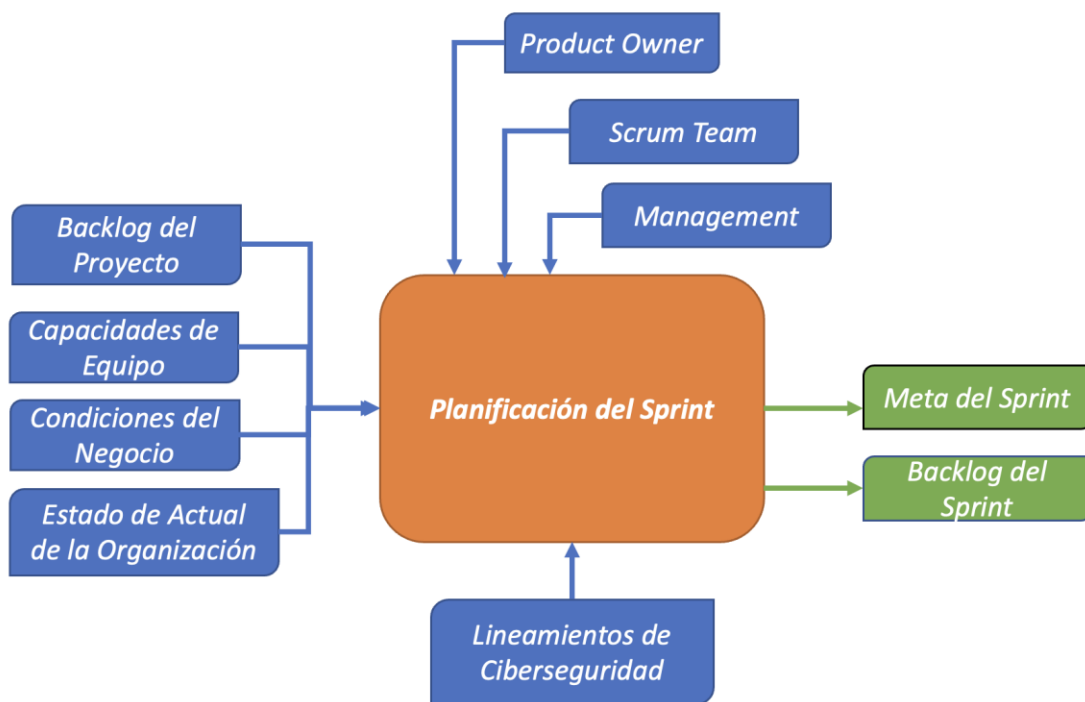
$(\text{días} - \text{persona disponible}) * (\text{dedicación}) = \text{velocidad aproximada}$

Dedicación

$\text{Dedicación} = \text{velocidad} / (\text{días} - \text{persona disponible})$

3.2.3 Fase de Planificación del Sprint

Esta fase es una de las reuniones más importantes dentro del proyecto. Tiene como finalidad, realizar la selección de los procesos y funcionalidades (ubicadas en el backlog) sobre las que se van a trabajar y que darán valor al proyecto. En esta participan el Product Owner, el Scrum Master y el equipo de desarrollo. En la Figura 14 se muestran las entradas y salidas existentes de la planificación del sprint.

Figura 14*Entradas y salidas en planificación del sprint*

El evento se realiza con un rango de tiempo de 8 horas, que serán divididas en dos partes de cuatro horas. Aquí será donde, previamente el Product Owner, debe tener listo el backlog del proyecto. En la primera parte de la reunión, el equipo debe seleccionar las historias para que sean transformadas en entregables. El equipo hace sugerencias, pero es el Product Owner el que decidirá si van a formar parte o no, del sprint de trabajo.

Para la segunda parte del evento o la reunión, el equipo debe realizar las preguntas que crean necesarias sobre el backlog del proyecto al Product Owner. El equipo se debe encargar de encontrar la solución adecuada para transformar la parte seleccionada, como un proceso a migrar de una funcionalidad, convirtiéndolo en nuevo entregable. El resultado de esta segunda parte, debe ser el sprint backlog, con las tareas, estimaciones y las asignaciones de trabajo para los equipos, comenzando luego a desarrollar los procesos y funcionalidades. En la Tabla 22 se describen las características de este.

Tabla 22*Características del Backlog del Proyecto*

Características	Descripción
Estimaciones	Estas tienen una duración aproximada entre 4 y 16 horas, algunas pueden ser mayor a este valor, donde para estos casos se debe segmentar en tareas pequeñas que cumplan con este rango.
Tareas	Estas son consecuencia de las necesidades del backlog del proyecto.
Progreso	Este medirá la velocidad y avance del sprint con respecto a las horas.

Como soporte para el backlog del proyecto, se sugieren utilizar herramientas colaborativas de red, pizarras y hojas de cálculos. La herramienta más utilizada como soporte es el tablero Scrum, una pizarra dispuesta como una tabla, ejemplificada en la Tabla 23.

Tabla 23*Confección de tablero Scrum*

Fila 1: Tareas que no se han planificado, pero necesarias por su urgencia (errores, cambios, etc.)	To Do: Todas las tareas que se han especificado en la planificación del Sprint.	In Progress: Tareas que se están realizando	Done: Tareas que se han realizado completamente.	Impedimentos: Obstáculos que están dificultando continuar de forma adecuada.
Fila 2: Mejora continua, tareas que llegan de	—	—	—	Retrospectiva: Se anota con un + o un - , las partes

retrospectivas	que estén bien o
anteriores	mal durante la
	sesión ejecutada.

3.2.4 Fase de Estimación del Sprint

Esta fase, tiene como objetivo realizar las estimaciones de las historias que se han seleccionado. Es una tarea que deberá involucrar a todos los miembros del equipo. Esta decisión será tomada de forma conjunta por el equipo, permitiendo a cualquier integrante la posibilidad de cuestionar las estimaciones, realizadas con un fundamento de porque cree que el esfuerzo será mayor o menor. Por ejemplo, se decide crear una escala del “1” al “5” en esfuerzo, donde “5” es el mayor esfuerzo y “1” el menor. Dependiendo del proceso, según la experiencia del equipo, una historia podrá ser marcada como “1” que equivaldrá a 3 días de trabajo (en el sprint de 2 semanas). En cambio, si otra tarea es marcada como “5” equivaldrá a 10 días de trabajo en el sprint.

3.2.5 Fase de Desarrollo y seguimiento del Sprint

Esta fase es llevada a cabo durante el desarrollo del sprint. Aquí el equipo trabaja para conseguir un incremento constante del proyecto, el cual debe ser productivo para la organización. El rango de tiempo más óptimo definido va entre 2 y 4 semanas. Dentro de este rango, están contempladas las reuniones de planificación, las diarias y las revisiones del sprint, siguiendo los criterios planteados de Scrum en la sección 2.2.14.2 del marco teórico. A continuación en la Tabla 24 se describen las acciones a realizar en cada una de estas.

Tabla 24

Reuniones, Ceremonias Scrum del Proyecto

Reunión	Descripción
Planificación	Con el equipo definido, comienza el desarrollo teniendo en cuenta que: el equipo puede realizar consultas fuera del sprint; el equipo debe ser auto gestionable; si el sprint no se puede realizar por falta de viabilidad se hará una nueva planificación para un

	nuevo sprint; si el equipo no ve factible cumplir con todo el backlog, se realizará una consulta al Product Owner para decidir qué ítems eliminar; en caso de poder realizar más tareas del backlog, se consultará al Product Owner durante el sprint, cuáles serán estas.
Diaria	Los integrantes del equipo comparten día a día cualquier tipo de información relativa al desarrollo y colaborarán para hacer las adaptaciones necesarias, teniendo de referencia el backlog del sprint. Esta reunión, de 15 minutos como máximo, debe responder a tres cuestiones: ¿Qué se ha realizado respecto a la anterior reunión? ¿Cuál será la siguiente tarea a realizar? ¿Qué problemas surgen o existen para realizarlos?
Revisión	Los desarrolladores presentan lo realizado durante el sprint a los stakeholders, usuarios y Product Owner, donde ellos analizarán y escucharán al equipo sobre los aspectos que han tenido que superar para completar las tareas. Esta reunión es muy importante ya que servirá para tomar decisiones que ayuden a conseguir las metas. Se caracteriza por tener un máximo de 4 horas; se presentan procesos o tareas terminadas; si el proceso no está completo no se puede presentar; el Scrum Master determina los asistentes a la revisión. Esta reunión es importante para saber si el camino en el que el equipo se encuentra es el indicado.
Retrospectiva	Esta ceremonia es realizada al final del sprint, el equipo realizará discusiones sobre temas relacionados con el mismo, y los cambios que podrían ser útiles para mejorar en los siguientes sprints. El Scrum Master será el encargado de guiar esta reunión, esta se caracteriza por tener un máximo de 3 horas; se deben intentar responder tres preguntas básicas: ¿Qué salió bien? ¿Qué

no salió bien? ¿Qué mejoras serán realizadas?. Una vez identificados estos puntos se plantean las acciones de mejora a realizar y se implementarán para la siguiente sesión de trabajo donde todos los miembros del equipo se comprometen a cumplirlas.

3.2.6 Fase complementaria: lineamientos de ciberseguridad en I. IoT

Durante esta fase los lineamientos necesarios de ciberseguridad se utilizan para establecer una estrategia frente a riesgos de amenazas y ataques, garantizando los aspectos claves presentados en la sección 2.2.10 de ciberseguridad. También, se deben tener en cuenta los procesos de mejora continua: planificar, hacer, verificar y actuar. Para ello es apropiado seguir y aplicar cada uno de los lineamientos descritos en la Tabla 25 presentada a continuación.

Tabla 25

Orden y aplicación de lineamientos de Ciberseguridad

Lineamiento	Descripción
Estrategias de gestión sobre actividades principales de la organización	Para establecer esta estrategia se debe documentar cualquier tipo de aspecto que identifique las medidas que serán tomadas. Y además, quienes serán los responsables para realizar la comunicación, coordinación y alineamiento entre cada uno de los dispositivos, personas y sistemas. Se debe realizar la incorporación de normas, sugerencias, capacitaciones y formación en seguridad logrando una mejor comprensión sobre los procesos. En todos los aspectos deben estar incluidos todos los participantes de la organización sean terceros, proveedores, socios o clientes.

Incorporación de eventos de concientización y capacitación	Con los eventos de concientización y capacitación establecidos, se debe dar seguimiento a que cada una de estas ceremonias sea cumplida. Supervisando los referentes de seguridad en cada uno de los equipos de desarrollo y comprobando las buenas prácticas que estos fomentan.
Incorporación de auditorías	Realizar auditorías periódicas externas e internas, recopilando y analizando cada uno de estos informes para evaluarlos y velar por la confidencialidad e integridad de los mismos.
Modelado de amenazas	Es necesario aportar proactivamente al modelado de posibles ataques y amenazas, recopilando información sobre vulnerabilidades e incidentes. Para esto se utilizan herramientas específicas sobre I.IoT, tanto físicas como virtuales (IT).
Estrategias de prevención y mitigación de amenazas	La prevención y mitigación de amenazas se tienen en cuenta dentro de los lineamientos. Una estrategia en primera instancia es la evaluación, seguido por el análisis y finalmente los contraataques frente a estos. Se deben considerar los problemas que son relevantes para el objetivo del proyecto dentro de la organización y que puedan afectarla.
Control y gestión sobre la cadena de suministros	Las interacciones con terceros y proveedores también pueden presentar una brecha de seguridad, la cual interrumpiría la cadena de suministro de productos. Para ello se garantiza monitorearla con un análisis, previsión y revisión sobre cada una de las fases de esta cadena. Es recomendable establecer indicadores de control y gestión con requisitos de seguridad a los proveedores, terceros y socios que interactúen con la

	organización. Estos indicadores deben ser medibles y deben tener cláusulas claras sobre su incumplimiento.
Establecer roles y niveles de acceso	Cada rol en la organización debe tener su nivel de acceso en cada uno de los distintos sectores, limitando el acceso a información, recursos y procesos de componentes de IT-OT. En la convergencia de estos mundos se debe tener en cuenta la seguridad física con la protección de establecimientos, componentes, equipamiento, sistemas para evitar robos y destrucción mal intencionada que pueda afectar la disponibilidad de toda la infraestructura. Se deben definir zonas de confianza y perímetros de seguridad para proteger cada una de estas partes, evaluando y analizando posibles riesgos.
Establecer roles de seguridad para encontrar vulnerabilidades	Definir uno o más roles específicos, para encontrar vulnerabilidades en cada uno de los procesos de la organización, siendo parte del ciclo de desarrollo del sprint. Este debe identificar, describir, evaluar y establecer el nivel de riesgo para garantizar que cada proceso sea seguro.
Establecer procesos de actualizaciones, revisión y control	Se debe establecer un proceso de actualización, revisión y control de la seguridad que será aplicado con una determinada frecuencia manteniendo a los sistemas IT-OT resguardados frente a nuevas amenazas mitigando posibles brechas de seguridad por componentes o software obsoletos. No obstante, las actualizaciones deben ser monitoreadas y controladas por los agentes de seguridad designados en la organización.

Plan de detección y respuesta frente a brechas de seguridad	Otro lineamiento importante es, disponer de un plan para detectar brechas de seguridad y cómo responder frente a estas. Como pueden ser los accesos no autorizados, denegación de servicios, phishing, uso indebido de aplicaciones y sistemas, etc.
Plan de restablecimiento y normalización de las operaciones	Luego de la contención, protección y restablecimiento en el caso de que haya sucedido algún evento de los mencionados, se debe contar con un plan para remediar y recuperar la continuidad de las operaciones. Siempre garantizando la disponibilidad de los procesos productivos de forma segura, llevado a cabo la eliminación de malware, reiniciando todos los sistemas y aplicando copias de seguridad sobre sistemas operativos que hayan sido afectados.
Establecer un análisis de los hechos y retroalimentación	Luego de recibir un ataque, ser afectado por una vulnerabilidad o tener una brecha de seguridad se deben establecer tecnologías para permitir el análisis forense.

Siguiendo estos lineamientos de ciberseguridad en la organización, se puede lograr una comprensión del estado actual de la seguridad. Esto permitirá realizar una priorización y gestión a través de estas técnicas y actividades a lo largo del desarrollo del proyecto, y posterior a la finalización del mismo.

3.2.7 Orden de Ejecución del proyecto

La ejecución de las fases del proyecto, se debe seguir según determinado orden. Ver Tabla 26. La ejecución de las fases del proyecto, debe permitir a las organizaciones estar preparadas para responder ante cambios rápidos y ajustarlos anticipando una deuda técnica, que si es identificada en fases finales del proyecto, puede causar un desvío en las fechas de entrega planteadas. Esto, además causará un efecto negativo en las personas de la organización, por demoras e incertidumbres sobre las modificaciones en los procesos de trabajo.

Tabla 26

Guía de ejecución del proyecto

Orden	Fase	Descripción
0	Revisión de planificación	El equipo de desarrollo analiza y revisa antes de comenzar si se encuentra todo disponible para la ejecución.
1	Ejecución del Sprint	Esta es la fase del desarrollo iterativo, donde se realiza el análisis, implementación y las pruebas de calidad. A continuación se comienzan a preparar todos los entregables.
2	Revisión del Sprint	Después del Sprint se realiza una reunión donde el Scrum Master revisa todos los procesos entregados y se agregan nuevos procesos a trabajar al backlog.
3	Análisis de variables y progreso	En esta fase se deben realizar las siguientes preguntas: ¿Se cumplieron todos los objetivos del proyecto? ¿Se han tenido en cuenta todos los aspectos de ciberseguridad establecidos? En el caso de que sea NO: se volverá al Orden 1, las veces que sea necesario hasta que termine el proyecto, donde la respuesta de la pregunta sea SÍ y se avanzará al Orden 4.

4	Cierre	Es la fase final donde se encuentran las típicas actividades de fin de proyecto donde se realizan las pruebas y la supervisión de todo lo implementado.
5	Mantenimiento	Luego del cierre del proyecto se puede continuar utilizando la metodología propuesta para continuar iterando tanto en aspectos funcionales de producto, como en aspecto de ciberseguridad en cada uno de los procesos de la organización.

Capítulo 4 - Conclusiones

La investigación que hemos realizado, analizando distintas fuentes bibliográficas sobre las áreas de I.IoT, ciberseguridad y de metodologías de desarrollo, nos brindó información empírica sobre las mejores prácticas para llevar adelante antes, durante y después una implementación tecnológica a gran escala.

Tal como hemos identificado, las organizaciones se encuentran amenazadas en varios frentes. El primero de ellos, es debido a que los componentes y áreas tecnológicas utilizados presentan riesgos de ciberseguridad, que en caso de no analizarse y controlarse durante la implementación I.IoT, expondrán brechas o puntos débiles en la seguridad de los sistemas.

Por otra parte, se encuentra la resistencia al cambio en los equipos de trabajo, la cual genera incertidumbre y malestar en el capital humano, causando una dificultad adicional para la adopción de las nuevas formas de organización y tecnologías. Para evitar ello, como pudimos relevar en nuestra investigación, una implementación tecnológica se debe organizar de forma clara, utilizando estrategias y formas de manejar el cambio con un desarrollo organizacional claro, involucrando el uso metodológico y técnico para brindar una entrega de calidad en las comunidades de trabajo.

Consideramos que las organizaciones que deseen implementar tecnologías I.IoT, deben tener en cuenta las metodologías ágiles, como scrum, ya que se ha demostrado que con la implementación de estas, es posible alcanzar una mejora continua en sus procesos de trabajo. Además, lograr una disminución de los niveles de riesgo de manera rápida y controlada, de modo que los objetivos que persiga la organización se cumplan perfectamente.

Finalmente, para concluir la investigación, se desarrolló una guía de Gestión y Planificación Scrum orientada a I.IoT con lineamientos de ciberseguridad, la cual fue llevada a cabo a través del análisis del estado actual de I.IoT y metodologías de desarrollo. También, se tuvieron en cuenta los aspectos teóricos del análisis estratégico y cambio organizacional. Para su confección se consideraron las amenazas y riesgos presentados en investigaciones realizadas por otros autores anteriormente.

Se recomienda continuar en el futuro con una nueva etapa para validar de forma empírica la hipótesis planteada, aplicando la guía de Gestión y Planificación Scrum, dentro de una

organización real. Luego, se deberán analizar los indicadores planteados durante la misma, para lograr detectar las reducciones de riesgos y los aumentos de la mejora continua.

Capítulo 5 - Líneas Futuras de Investigación

Para continuar con la investigación presentada en este trabajo, será necesario aplicar la Guía de Gestión y Planificación Scrum, realizando una intervención de campo en una organización que desee implementar una tecnología I.IoT. Con esto, se espera obtener la suficiente información que permita verificar la hipótesis planteada y comprobar el funcionamiento de la guía en cada una de sus fases.

Los requisitos necesarios para realizar la intervención de campo son: el análisis del entorno político, el entorno social y el entorno económico de las organizaciones. Por otra parte, se deberán detallar los planes de carrera y qué tipos de dispositivos particulares I.IoT serán aplicados.

Finalmente, se recomienda realizar un examen en la culminación de cada ciclo de ejecución de las fases, con la finalidad de dar seguimiento a la mejora continua de los procesos y la ciberseguridad.

Acrónimos

3D	<i>3 Dimensions / 3 Dimensiones</i>
4G	<i>4th Generation / 4ta Generación</i>
5G	<i>5th Generation / 5ta Generación</i>
AI	<i>Artificial Intelligence / Inteligencia Artificial</i>
AMR	<i>Autonomous Mobile Robots</i>
DDL	<i>Data Description Language</i>
DML	<i>Data Manipulation Language</i>
DNS	<i>Domain Name Service / Servicio de Nombres de Dominio</i>
IT	<i>Information Technology / Tecnología de la Información</i>
IIoT	<i>Industrial Internet of Things / Internet de las Cosas Industriales</i>
IoT	<i>Internet of Things / Internet de las Cosas</i>
OT	<i>Operational Technology - Tecnología Operacional</i>
PLC	<i>Programmable Logical Controller - Controlador Lógico Programable</i>
SCADA	<i>Supervisory Control And Data Acquisition / Supervisión, Control y Adquisición de Datos</i>
SQL	<i>Structured Query Language / Lenguaje de Consulta Estructurada</i>
SQLi	<i>Structured Query Language Injection / Inyección de Consulta de Lenguaje Estructurado</i>

Referencias

- Amaya, Y. (2013). Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. *Estado actual Revista Tecnología*, 111-124.
- Ana Inés Basco, G. B. (2018). Industria 4.0: Fabricando el Futuro. *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*. Buenos Aires, Argentina.
- Ángel, M. J. (2014). *Gestiopolis*. Obtenido de Estrategia empresarial. Formulación, planeación e implantación.: <https://www.gestiopolis.com/estrategia-empresarial-formulacion-planeacion-e-implantacion/>
- Arcienaga, F. (2021). *Fernando Arcienaga*. Obtenido de Fernando Arcienaga: <https://fernandoarciniega.com/metodologia-de-cascada/>
- Bigelow, S. J. (Agosto de 2021). *TechTarget*. Obtenido de What is IT/OT convergence? Everything you need to know: <https://searchitoperations.techtarget.com/definition/IT-OT-convergence>
- Boyes, H. I. (2014). Critical infrastructure in the future city - developing secure and resilient cyber-physical systems. *9th International Conference on Critical Information Infrastructures Security*. Coventry, Inglaterra.: Limassol.
- Cadavid, A., Fernández, D., & Morales, J. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Revista Prospectiva*, 30-39.
- Canós, J. L. (2003). Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. *VIII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos*. Alicante, España.
- Cervantes, J. &. (2012). Taxonomía de los modelos y metodologías de desarrollo de software más utilizados. *UDUAL Unión de Universidades de América Latina y el Caribe*. No. 52,, 37-47.
- Chaves Palacio, J. (2004). Desarrollo tecnológico en la primera revolucion industrial. *Revista Historia* 17.
- Consortium, I. I. (2020). *IoT Security Maturity Model*. Obtenido de https://www.iiconsortium.org/pdf/SMM_Description_and_Intended_Use_V1.2.pdf
- Deutsche Messe AG . (2014). <https://www.deutschland.de/>. Obtenido de <https://www.deutschland.de/es/topic/economia/globalizacion-comercio-mundial/industria-40-en-la-feria-de-hannover>
- Enrique Javier Santiago, J. S. (2017). Riesgos de Ciberseguridad en las empresas. *Tecnologi@ y Ciberseguridad*. Obtenido de <http://www.uax.es/publicacion/riesgos-de-ciberseguridad-en-las-empresas.pdf>
- Fernández Sánchez, E., & Fernández Casriego, Z. (1988). *Manual de dirección estratégica de la tecnología*. Barcelona: Ariel.
- G. Dudek, M. J. (2012). *Gartner*. Obtenido de Gartner: <https://www.gartner.com/en>
- Gamboa, J. (2018). Evolution of the Methodologies and Models used in Software Development. *Research Journal*, págs. 20-33.
- Garcés, L., & Egas, L. (2015). Evolución de las Metodologías de Desarrollo de la Ingeniería de Software en el Proceso de la Ingeniería de Sistemas. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*. Vol. 1, No. 3.
- Gerbert, P., Lorenz, M., & Russmann, M. (2015). Industria 4.0: el futuro de la productividad y el crecimiento en las industrias manufactureras. Munich, Alemania.
- Gomes da Costa, T. L. (2021). *Handbook of research on reinventing economies and organizations a global health crisis*.

- Grance, P. M. (Septiembre de 2011). The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg.
- Heymsfield, R. (2018). *Confidentiality, Integrity and Availability - The CIA Triad*. Obtenido de Certmike: <https://www.certmike.com/confidentiality-integrity-and-availability-the-cia-triad/>
- J. M. Khurpade, D. R. (2018). *Kaspersky*. Obtenido de A Survey on IOT and 5G Network: <https://latam.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-cyber-security>
- Johnson, G., & Scholes, K. (2001). *Dirección estratégica*. Pearson Educación.
- K. Shafique, B. A. (2020). "Internet of Things (IoT) for Next-Generation Smart Systems: A Review of Current Challenges, Future Trends and Prospects for Emerging 5G-IoT Scenarios,". IEEE Access, vol. 8, pp. 23022-23040.
- Kaiserswerth, M. (06 de 11 de 2012). Cloud Computing. Zürich, Suiza.
- Kaspersky Lab. (2021). Obtenido de Kaspersky Lab: <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-cyber-security>
- Koontz, H., & Weihrich, H. (2006). *Administración Una Perspectiva*. Mexico: Global McGraw-Hill Companies.
- Molina López, J. M. (1996). Robots autónomos: arquitecturas y control. *Buran*, 19-24.
- Ortiz., S. R. (2003). *Visión y Gestión Empresarial*. España: Thomson Editores.
- Osorio, J. (2018). *Xertica*. Obtenido de Computación en la Nube – Definición, Ejemplos y Usos Prácticos: <https://www.xertica.com/computacion-en-la-nube-definicion-ejemplos-y-usos-practicos/>
- P.G., K. (Diciembre de 2015). A Comparative Study on 4G and 5G Technology for Wireless Applications. *Journal of Electronics and Communication Engineering*, págs. 67-72.
- Panchal, A. K. (2019). *Security Issues in IIoT: A Comprehensive Survey of Attacks on IIoT and Its Countermeasures*. 10.1109/GCWCN.2018.8668630.
- Robbins, S. P. (2015). *Comportamiento Organizacional*. Londres, Inglaterra: (15a. edición) PEARSON.
- Robbins, S. P., & Coulter, M. (2005). *Administración*. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.
- Robert E., L. (2002). Lectures on Economic Growth. (págs. 101-110). Harvard University Press.
- Roy Chowdhury, A. (2017). *IoT and Robotics: a synergy*. PeerJ Preprints 5.
- Sáez, P., Rodríguez, V., & Villanueva, J. C. (2014). Selección de Modelos y Metodologías Ágiles en Proyectos de Software. *18th International Congress on Project Management and Engineering*. Alcaniz, España.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). Obtenido de Scrum Guides: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf#zoom=100>
- Spotless Data Ltd. (2017). *Exploring Data Warehouses and Data Quality*. Obtenido de <https://spotlessdata.com/blog?page=6>
- Team, I. (2017). *Tipos de Realidad Aumentada según sus formas de utilización*. . Obtenido de <https://imascono.com/es/magazine/realidad-aumentada-segun-utilizacion>
- Vicent Selva, B. (25 de Septiembre de 2016). *Economipedia*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/primera-revolucion-industrial.html>
- Wolfgang Schroeder, F. E. (2015). *La estrategia alemana Industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización*. Madrid, España: Estrategia Magazine Año 2, Edición N° 41, Sección Administración. "La misión: comenzar con un fin en la mente".