

**Análisis de la aplicabilidad del marco de trabajo Scrum en proyectos de construcción de
radio bases de telecomunicaciones**

Gerardo Hamid Hernández Cabrera

Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Dirección y Gestión de Proyectos

Director

Yuli Andrea Álvarez Pizarro

Magister en Ingeniería Eléctrica

Codirector

Juan Fernando Guarín Castro

Magister en Ingeniería industrial

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Arquitectura e Ingenierías

Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos

2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo a toda mi familia y en general a todas las personas que de una u otra manera aportaron de manera positiva en esta etapa profesional y de formación; sin embargo, de manera especial dedico:

A ti hijo, porque eres fuente de inspiración para seguir creciendo, te dedico cientos de horas que no pude estar junto a ti, pero que se plasman en este trabajo académico como resultado de nuestro objetivo familiar.

A ti madre, que como en repetidas ocasiones lo he dicho; me has hecho lo que soy, y seguiré caminando las sendas de la vida con las bases que en mi forjaste. Llevaré tu bandera de amor y humildad hasta el fin.

A mi abuelita María, aunque hoy la vida no brilla tanto como antes, siempre eres parte importante de mi vida, de mis esfuerzos y mis logros.

A ti esposa mía, que me das el apoyo que necesito para lograr mis objetivos, te debo la energía, las ganas y el empeño que me trasmites para alcanzar mis metas. “La vida es mejor cuando llevas la compañía correcta”.

... Los amo.

Agradecimientos

Quiero brindar mi profundo agradecimiento a la universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga por el apoyo, la orientación y el excelente trabajo del cuerpo docente en este programa de formación; la calidad de la universidad siempre será indiscutible.

También extendo agradecimientos especiales a mi directora del trabajo fin de maestría la ingeniera Yuli Andrea Álvarez Pizarro; gracias por creer en mi propuesta y por el apoyo profesional que recibí durante todo el proceso de elaboración de este documento, para mí fue un honor contar su apoyo.

Al ingeniero Juan Fernando Guarín que con su conocimiento y experticia fue pieza clave en la estructuración de este trabajo; mil gracias por sus aportes.

Contenido

Introducción	14
1. Análisis de la aplicabilidad del marco de trabajo Scrum en proyectos de construcción de radio bases de telecomunicaciones	16
1.1. Justificación	16
1.1.1. Aspectos contextuales	18
1.2. Planteamiento del problema	19
1.3. Objetivos.....	21
1.3.1. Objetivo general	21
1.3.2. Objetivos específicos	21
2. Marco teórico	22
2.1 Marco conceptual	22
2.1.1. Las Estaciones base de telecomunicaciones o Radiobases.....	22
2.1.2. Proyectos de construcción	24
2.1.2.1. Construcción de estaciones base de telecomunicaciones.....	26
2.1.2.2. Empresas Torreras	30
2.1.3. Manifiesto ágil.....	30
2.1.4. Agilismo	32
2.1.5. Marcos de trabajo ágil.....	33
2.1.6. Marco de trabajo Scrum	35
2.1.7. Estructura Desglosada del Trabajo EDT	38
2.2. Estado del arte	39
3. Metodología	42
3.1. Fases del trabajo fin de maestría.....	43

3.2.	Recursos	44
3.3.	Caso de estudio	44
3.4.	Alcances y limitaciones	46
3.5.	Cronograma del trabajo fin de maestría	47
4.	Aplicación del marco de trabajo Scrum al caso de estudio	48
4.1.	Planeando el proyecto en SCRUM- Product Planning	48
4.1.1.	El equipo Scrum	48
4.1.2.	Product Backlog	50
4.1.3.	Construcción del Backlog	50
4.2.	Planeando el proyecto en SCRUM- Sprint Planning	65
4.2.1.	Sprint 1	67
4.2.2.	Sprint 2	69
4.2.3.	Sprint 3	71
4.2.4.	Sprint 4	73
4.2.5.	Sprint 5	80
4.3.	Cambios en el Backlog	82
4.4.	Los eventos Scrum	86
4.4.1.	Daily Scrum	86
4.4.2.	Sprint Review	87
4.4.3.	Sprint Retrospective	87
4.5.	Burndown Chart	88
5.	Riesgos	92
6.	Impacto	95
7.	Resultados	98

8. Discusión..... 100

9. Conclusiones 101

10. Recomendaciones..... 102

Referencias 104

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Comparativo Metodologías Tradicionales Vs Ágiles</i>	34
Tabla 2. <i>Marcos de Trabajo Ágil</i>	34
Tabla 3. <i>Artefactos de Scrum</i>	36
Tabla 4. <i>Eventos de Scrum</i>	37
Tabla 5. <i>Roles de Scrum</i>	37
Tabla 6. <i>Cronograma del trabajo fin de maestría</i>	47
Tabla 7. <i>Roles</i>	48
Tabla 8. <i>Backlog General</i>	51
Tabla 9. <i>Tabla de tareas general</i>	56
Tabla 10. <i>Planeación de Sprint</i>	66
Tabla 11. <i>Sprint Backlog 1</i>	67
Tabla 12. <i>Tareas Sprint 1</i>	68
Tabla 13. <i>Sprint Backlog 2</i>	70
Tabla 14. <i>Tareas Sprint 2</i>	70
Tabla 15. <i>Sprint Backlog 3</i>	71
Tabla 16. <i>Tareas Sprint 3</i>	72
Tabla 17. <i>Sprint Backlog 4</i>	73
Tabla 18. <i>Tareas Sprint 4</i>	75
Tabla 19. <i>Tareas Sprint 5</i>	81
Tabla 20. <i>Manejo de cambios</i>	83
Tabla 21. <i>Puntuación de Historias Burndown Chart</i>	88
Tabla 22. <i>Burndown Chart Tabla</i>	89
Tabla 23. <i>Riesgos</i>	92

Lista de figuras

Figura 1. <i>Estación Base</i>	24
Figura 2. <i>Ciclo de vida de un proyecto de construcción</i>	26
Figura 3. <i>Estructuras de soporte para antenas</i>	27
Figura 4. <i>Cronograma Construcción Torre</i>	29
Figura 5. <i>Flujo de Scrum</i>	38
Figura 6. <i>Fases Trabajo Fin de Maestría</i>	43
Figura 7. <i>Burndown Chart Gráfica</i>	91

Lista de apéndices

Apéndice A. *Backlog*

Apéndice B. *Tareas*

Apéndice C. *Cronograma*

Nota: Los apéndices listados se evidencian en documento externo.

Resumen

El objetivo del presente trabajo es abordar el *problema* de las falencias en disponibilidad de infraestructura para las redes móviles de telecomunicaciones en el país, resaltando que, de esa situación, la entrega de la infraestructura civil es un hito que juega un papel importante en la cadena de valor de una estación base de telecomunicaciones. Para abordar la problemática se planteó el *objetivo* general, “Proponer el marco de trabajo ágil Scrum para la construcción de una estación base de telecomunicaciones (BSS) buscando el nivel de aplicabilidad, el impacto en los costos y entregando recomendaciones para su eventual uso”. Esto con el fin de buscar alternativas que hasta la fecha no se han contemplado, se propone un marco de trabajo muy popular en la industria del desarrollo de software, a un proyecto de construcción.

Para el desarrollo del trabajo se propuso como *método* un análisis cualitativo a los resultados de la implementación del marco de trabajo Scrum, el marco se aplicó a un caso de estudio seleccionado de las bases de datos, que aborda la construcción de una estación base de telecomunicaciones (BSS) y que da los elementos suficientes para el desarrollo propuesto. Los *resultados* obtenidos permiten deducir que es posible aplicar el marco de trabajo Scrum a este tipo de proyectos, como se expone en las *discusiones*, con algunas restricciones dadas por la naturaleza de un proyecto de construcción.

Palabras clave: proyectos, construcción, Scrum, radio bases, telecomunicaciones

Abstract

The objective of this work is to address the *problem* presented by the shortcomings in the availability of infrastructure for mobile telecommunications networks in the country, highlighting that from this situation, the delivery of civil infrastructure is a milestone that plays an important role in the chain value of a telecommunications base station. To address the problem, the general *objective* of this work was proposed, which is "Propose the agile Scrum framework for the construction of a telecommunications base station (BSS) looking for the level of applicability, the impact on costs and providing recommendations for its eventual use"; In order to find alternatives that haven't been considered in this case to date, a very popular framework in the software development industry is proposed for a construction project.

For the development of the work, a qualitative analysis of the results of the implementation of the Scrum framework was proposed as a *method*; The framework was applied to a case study selected from the databases, which addresses the construction of a telecommunications base station (BSS), and which provides sufficient elements for the proposed development. The *results* obtained allow us to deduce that it's possible to apply the Scrum framework to this type of project, clearly, and as stated in the *discussions*, with some restrictions given by the nature of a construction project.

keywords: projects, construction, Scrum, base radio, telecommunications

Glosario

Radio Bases de Telecomunicaciones: También conocidas como *Estaciones Base*, las radio bases son puntos fijos que tienen como objetivo interconectar los teléfonos celulares con la red. Una radio base está compuesta por una torre, equipos de hardware, cableado de transmisión o equipos de microondas y una infraestructura civil complementaria que puede incluir cerramiento, placas de nivelación, cuartos de equipos entre otros elementos.

BSS: Para fines del presente trabajo, estas siglas representan una Radio base de telecomunicaciones.

Torre: Es la estructura principal de una radio base que tiene como objetivo dar la altura necesaria a los equipos de telecomunicaciones para su correcto funcionamiento. Existen diferentes tipos de torre entre ellas torres tipo celosía, torres tipo monopolo etc.

Mástil: Son tubos metálicos con alturas entre 1 y 4 metros y diámetros variables de hasta 6 pulgadas. Los mástiles pueden ser instalados en las torres o de manera auto soportada sobre el suelo o terrazas; así como adosados a muros u otros sitios que así se determine y/o diseño.

Monopolo: Se hace referencia a un monopolo a un tipo de torre que es constituido por secciones circulares; guarda una similitud con un poste, pero guardando la característica de una sección circular en secciones unidas generalmente por bridas y tornillos.

Cerramiento: Con el fin de dar seguridad a los equipos de telecomunicaciones, se construye un cerramiento perimetral generalmente constituido en mampostería. Dicho cerramiento debe cumplir con la normatividad NSR-10.

Operador: Los operadores de telecomunicaciones son las compañías que obtienen una licencia de operación en el espectro radioeléctrico por parte del gobierno; dicha licencia les permite operar el espectro en aras de brindar servicio a la población y así mismo usufructuar el espectro.

Torrero: Se suelen llamar empresas Torreras a las empresas que tienen como objeto la construcción de torres para posteriormente arrendar las mismas a los operadores de telecomunicaciones. Las empresas Torreras se catalogan como empresas inmobiliarias dada la naturaleza de su actividad económica.

Contratista: Se llama contratista a toda aquella empresa contratada para la ejecución de una labor definida en un contrato.

Hardware: En una radio base de telecomunicaciones, el Hardware se compone de todos los elementos físicos tecnológicos como antenas, módulos de radio, equipos de fuerza, baterías de respaldo, cables etc.

Trasmisión: Se llama trasmisión a la interconexión de la radio base con el resto de la red de telecomunicaciones. La trasmisión puede ser por medio de antenas de microondas o por medio de fibra óptica, siendo ésta última la mejor alternativa en términos de calidad.

Introducción

En la gestión de proyectos de construcción, los proyectos guardan una particularidad asociada a su ciclo de vida, pues de manera tradicional la construcción se ha planeado, y se ha ejecutado con base a ciclos de vida predictivos. Lo anterior hace que los cronogramas sean rígidos, con tareas que dependen de otras y también rutas críticas a las que se apuntan los esfuerzos de la ejecución. Sin embargo, en armonía con las nuevas tendencias en gestión de proyectos los marcos de trabajo ágil han venido teniendo una importante participación en las empresas y en el desarrollo de los proyectos. Los marcos de trabajo ágil, aunque inicialmente tuvieron acogida casi exclusiva en el desarrollo informático, se han ido masificando y extendiendo a otros tipos de proyectos (Clauss, 2021).

En el desarrollo de proyectos con marcos de trabajo ágil, la flexibilidad es una condición aceptable y los cambios una vez se ha iniciado el proyecto no son vistos de mala manera. Lo anterior se debe a que son planeados con ciclos de vida predictivos o ágiles y en este aspecto los gerentes de proyectos de construcción no la tienen fácil para adoptar el agilismo (Dimes, 2015).

El presente trabajo de investigación aborda la aplicación del marco de trabajo Scrum a un proyecto de construcción de una estación base para el sector de las telecomunicaciones, buscando determinar el nivel de aplicabilidad de dicho marco de trabajo y así determinar si es posible implementar el marco de trabajo ágil Scrum en el desarrollo de un proyecto de construcción de obra civil para una radio base en el sector telecomunicaciones.

Como insumo para el desarrollo se tomará el caso de estudio presentado por los autores Rosita Rosario Almanza Chávez, Luis Daniel Jurado Cáceres, Jessica Doris Quispe Castillo y Verónica Livia Páez Espinal en su trabajo de investigación, presentado para optar al título de Magisters en Administración y Dirección de Proyectos de la Universidad Peruana de Ciencias

Aplicadas, “Dirección del proyecto estación base celular aplicando los estándares globales de PMI®”.

1. Análisis de la aplicabilidad del marco de trabajo Scrum en proyectos de construcción de radio bases de telecomunicaciones

1.1 Justificación

Los proyectos de construcción pueden ser planeados con base en la experiencia, y en este proceso de planeación es inevitable que las tareas que componen dichos proyectos presenten dependencias entre sí, creando de esta manera rutas críticas en el desarrollo del proyecto, lo que hace que su ciclo de vida sea claramente un ciclo de vida predictivo. Dadas las características de que gozan los proyectos que cuentan con ciclos de vida predictivos, la integración de éstos a los marcos de trabajo ágiles se hace una labor compleja desde el punto de vista teórico. Lo anterior es una dificultad para realizar entregas parciales, que se hace necesarias al momento de integrarlos a proyectos financieros, de instalación de antenas, compras y/o jurídicos, que los operadores de telecomunicaciones gestionan con marcos de trabajo ágiles. Esto se traduce en mayores tiempos globales de la implementación de una radio base de telecomunicaciones (BSS) debido a que sólo hasta que el proyecto de obra civil finaliza, es posible que el operador avance en sus proyectos de implementación de la radio base.

A la fecha, la construcción de la obra civil para una estación radio base de telecomunicaciones (BSS) no cuenta con aspectos claros definidos, que permitan identificar la manera más adecuada de realizar dicha integración con el restante de proyectos a cargo del operador de telecomunicaciones y que hacen parte de la implementación de la radio base de telecomunicaciones (BSS). Una eventual adopción de un marco de trabajo ágil permitiría identificar el nivel de aceptación de este en el desarrollo de los proyectos, buscaría mitigar problemáticas al integrar la construcción civil con otros frentes de trabajo a cargo del operador y

además permitiría reducir los tiempos de implementación de la radio base de telecomunicaciones (BSS).

De esta manera, con la implementación del marco de trabajo Scrum, se podrá optimizar el tiempo de los proyectos con un aumento en la cantidad de estaciones radio bases de telecomunicaciones en el territorio nacional; se buscaría optimizar la comunicación con otras fases o proyectos asociados a la BSS gracias a un mismo lenguaje de gestión, así como la comunicación con el operador de telecomunicaciones dado su enfoque en metodologías ágiles. De igual forma, se podría identificar que tan factible es la implementación del marco de trabajo Scrum en el desarrollo de construcciones civiles para una radio base de telecomunicaciones BSS y qué tan viable sería su puesta en marcha en el sector productivo. Dando como resultado un análisis que permitiría a los profesionales del sector de las telecomunicaciones poner en práctica de una manera estructurada y clara las bondades del marco de trabajo Scrum.

Como resultado se espera obtener un análisis claro que aborde de manera directa la aplicabilidad del marco de trabajo Scrum a los proyectos de construcción de radio bases de telecomunicaciones (BSS), con variables asociadas al desarrollo de los proyectos y que permita analizar las condiciones particulares que se plantean en el sector. Con base en los resultados obtenidos del análisis planteado, y de acuerdo con la aplicabilidad encontrada, se podrá estructurar la forma más adecuada de implementar el marco de trabajo Scrum en futuros proyectos de construcción de una radio base en el sector de las telecomunicaciones.

Tanto el análisis desarrollado, como también un eventual planteamiento de implementación del marco de trabajo Scrum a los proyectos de construcción de radio bases de telecomunicaciones (BSS), permitirá a los profesionales del sector contar con una herramienta clara y basada estudios nacionales e internacionales que den sustento a las recomendaciones entregadas. Esto aportaría al desarrollo de la infraestructura del sector y permitiría facilitar la incursión de Scrum a la

construcción civil en el sector de las telecomunicaciones. De lo anterior se puede evidenciar que con el presente trabajo se espera impactar de manera positiva los proyectos de construcción civil en el área de las telecomunicaciones, obteniendo una disminución de costos significativa, optimizando los tiempos de ejecución, mejorando los procesos internos de las compañías y permitiendo la evolución de los proyectos tradicionales a proyectos ágiles.

1.1.1. Aspectos contextuales

El despliegue de infraestructura civil para el sector de las telecomunicaciones es un hito que puede ser determinante a la hora de proveer un sector de la comunidad, con cobertura de servicio celular. La complejidad del despliegue de la infraestructura se argumenta en aspectos legales, manejo del proyecto de construcción y hasta el manejo de la comunidad. Esto se traduce en riesgos y mayores cargas administrativas y operativas a los operadores, por esto la mejor alternativa para los operadores, es transferir dichos riesgos a empresas especialistas en construcción de infraestructura civil y eléctrica para las telecomunicaciones móviles.

En este punto las empresas torreras toman importancia y son a ellas a quienes los operadores transfieren el proyecto de construcción. Sin embargo, el manejo de la construcción de radio bases históricamente se ha realizado con las bases de proyectos predictivos y dado el auge de las metodologías ágiles, buscando armonía de la construcción en un ambiente ágil. Buscando encontrar los aspectos positivos para los proyectos de infraestructura civil para las telecomunicaciones, se plantea el presente análisis que busca encontrar la aplicabilidad del marco de trabajo Scrum a los proyectos de construcción de radio bases para telecomunicaciones.

1.2 Planteamiento del problema

En los últimos años, las comunicaciones móviles han generado más del 7.1% del PIB de Latinoamérica, con GSM y el despliegue de la cuarta generación (4G), quien continúa siendo el principal impulsor de la industria móvil. Según esta asociación, en su artículo “La Economía Móvil en América Latina 2021” (GSM, 2021), en los últimos años la expansión de las redes móviles ha ido en crecimiento. Sin embargo, en Colombia existe un déficit en cantidad de BSS disponibles para dar cobertura a la población, estimándose entre 7 y 10 mil antenas necesarias para equilibrar la cobertura (Asomóvil, s.f.). La digitalización y la virtualización de miles de procesos alrededor del mundo hacen que las conexiones celulares vayan más allá de lo común (Lartigue-Mendoza, 2022), estas conexiones permiten el desarrollo “en aspectos educativos, medicina, economía y es posible considerar a las telecomunicaciones como una fuente de progreso para la humanidad” (Castillo Aranibar, 2021). Por lo anterior, el despliegue de infraestructura para el sector móvil es un aspecto fundamental, la base de la tecnología y el primer paso para lograr dotar a la comunidad de un adecuado servicio celular.

Claramente existe una necesidad prioritaria en el país para desplegar infraestructura, las comunidades se están afectando por la baja cobertura y el gobierno mantiene una constante presión a los operadores para agilizar sus procesos de expansión; estas situaciones han hecho que el requerimiento de infraestructura civil por parte de los operadores de telecomunicaciones sea cada día más exigente (Contreras & Urdaneta, 2018).

La entrega final de la infraestructura civil de una estación radio base es un hito que da el inicio de otros proyectos desplegados por los operadores de telecomunicaciones y que complementan la BSS dotándola de equipos celulares fundamentales para el funcionamiento de la telefonía celular. Por este motivo, no dar inicio oportuno, implicaría un retraso inminente en sus cronogramas.

La entrega oportuna de la infraestructura civil tiene una limitante particular, pues debido a que por las características propias de un proyecto de obra civil, su planeación y ejecución es desarrollada con base en un ciclo de vida predictivo y su gestión se enfoca en metodologías tradicionales (Calle, 2020). Esto genera inquietudes y dudas con el operador de telecomunicaciones, que es el usuario de dicha infraestructura, pues el operador basa los proyectos de su plan de expansión en metodologías ágiles. De ahí que el proyecto de construcción de la BSS hasta ahora no brinda a los operadores de telecomunicaciones las expectativas en términos de agilísimo, y es aquí en donde se encuentra una gran oportunidad que a lo largo de los últimos años ha tomado fuerza con el desarrollo del marco de trabajo Scrum en diferentes sectores.

Lo anterior muestra que hay una fuerte discrepancia entre las metodologías usadas para el desarrollo de los diferentes proyectos, que desembocan finalmente en mayores tiempos de ejecución; tiempos que no estarían cumpliendo las expectativas tanto del operador como en general de la necesidad que tiene el país para la ampliación de la cobertura celular.

La implementación del marco de trabajo Scrum en los proyectos de construcción de una radio base de telecomunicaciones (BSS), permitirá aportar en la necesidad clara de implementar infraestructura en tiempos más competitivos, dando así mejor cobertura a las poblaciones, esto acorde a la necesidad social y gubernamental del país. Además, la comunicación entre la empresa que suministra la infraestructura y el operador de telecomunicaciones puede verse mejorada gracias al manejo de un lenguaje basado en el agilismo haciendo que los enfoques sean desde la misma perspectiva al momento de alinear los entregables y resultados.

Por lo anterior y dada la importante necesidad de acoger los estándares ágiles en los proyectos de construcción de radio bases de telecomunicaciones (BSS), se plantea la siguiente pregunta: *¿Es posible implementar el marco de trabajo ágil Scrum en el desarrollo de un proyecto de construcción de obra civil para una radio base de telecomunicaciones?*

1.3 Objetivos

A continuación, se describen los objetivos definidos dentro del presente trabajo y que serán línea base para el desarrollo y análisis que será realizado posteriormente.

1.1.2. Objetivo general

Proponer el marco de trabajo ágil Scrum para la construcción de una estación radio base de telecomunicaciones (BSS) buscando el nivel de aplicabilidad, el impacto en los costos y entregando recomendaciones para su eventual uso.

1.1.3. Objetivos específicos

1. Consultar en bases de datos, una propuesta de construcción de estación radio base de telecomunicaciones, determinando un patrón específico en el desarrollo de los proyectos que pueda utilizarse como insumo para el proyecto
2. Aplicar el marco de trabajo Scrum al proyecto del caso estudio seleccionado.
3. Analizar cualitativamente la aplicación del marco de trabajos SCRUM para la gestión de proyectos de construcción de estaciones base de telecomunicaciones (BSS) asociado al estudio de caso seleccionado.
4. Realizar un análisis del costo y el beneficio relacionado con la implementación del marco de trabajo Scrum en el proyecto de construcción del caso de estudio seleccionado.

2. Marco teórico

El marco teórico que fundamenta el presente trabajo de investigación otorga un acercamiento a los conceptos determinantes en la problemática analizada, abordando dos temas que en principio se pueden percibir lejanos pero que en el desarrollo del trabajo se acercarán bajo la metodología definida. La construcción de una radio base y la gestión de proyectos ágiles bajo el marco de trabajo Scrum serán los ejes de abordaje conceptual que permitirá construir una idea clara de la temática objeto de estudio.

2.1 Marco conceptual

La problemática que de trata el presente trabajo, aborda de manera directa la relación que pudiese existir entre el marco de trabajo Scrum y la ejecución de proyectos de construcción, específicamente para las estaciones base de telecomunicaciones. Es por ello por lo que el desarrollo del marco conceptual considera las nociones que determinan dichos proyectos y la metodología objetivo de estudio, se detallan aspectos en temas de proyectos, construcción y claramente; telecomunicaciones.

2.1.1. *Las Estaciones base de telecomunicaciones o Radiobases*

En la actualidad las economías mundiales giran en torno a su desarrollo tecnológico (TELECOM, 2019), tanto así que en un país su economía puede ser impactada en mayor o menor medida de acuerdo con el nivel de desarrollo que presente su industria de telecomunicaciones (Harald Gruber, 2011) . Por esto, los países adelantan importantes regulaciones y leyes enfocadas a promover el desarrollo y crecimiento de la industria (Huntley).

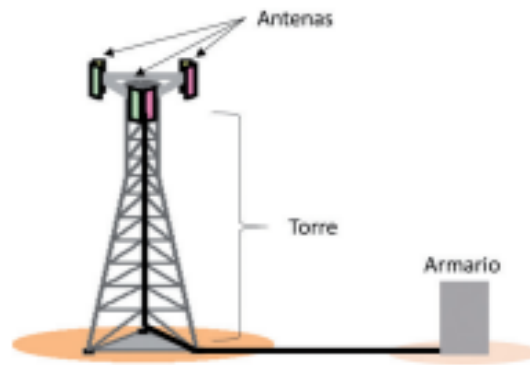
Todos los esfuerzos que los gobiernos logran desplegar están enfocados a un mejoramiento en la cobertura y calidad del servicio que se ofrece a las comunidades, y como herramienta para

garantizar la cobertura y calidad del servicio se acude a la competencia (Valora Analitik, 2021), buscando que empresas privadas puedan hacer uso del espectro radio eléctrico bajo condiciones de sana competencia lo que conlleva a mejores inversiones en despliegue de infraestructura con menores costos para los usuarios finales (Armstrong, 1997).

Los operadores de telecomunicaciones en línea con el ambiente de competencia generado por los gobiernos (Armstrong, 1997) deben mantener constantes esfuerzos para garantizar un adecuado crecimiento de sus redes, y un elemento primordial para garantizar ese crecimiento es sin duda, la infraestructura física que compone la red celular, puntualmente se hace referencia a las estaciones base de telecomunicaciones o también conocidas como radio bases.

Según (OSIPTEL Organismo Supervisor de Inversión, 2014) :

Una descripción simple de una Estación Base comprende tres partes: (i) elementos radiantes (antenas) que permiten la conexión inalámbrica a los equipos terminales de los usuarios con las Estaciones Base y el resto de la red de los operadores; (ii) una torre, que es la infraestructura sobre la que se soportan las antenas; y (iii) un armario de telecomunicaciones, donde se encuentran los elementos para el procesamiento de la información de voz y datos de los usuarios, que se conecta con las antenas mediante cables alimentadores.

Figura 1. *Estación Base*

Tomado de OSIPTEL Infraestructura de Redes Móviles en el Perú: análisis y recomendaciones para promover su mejora, 2014.

Considerando la importancia del despliegue de las telecomunicaciones en los países, los operadores de telecomunicaciones participan de manera activa en el crecimiento de la economía y parte importante, como se expuso, es la inversión privada que permita la implementación de nuevas estaciones base que, a su vez, soportarán los equipos que hacen posible las telecomunicaciones. Para efectos del presente trabajo de investigación, se realizará un enfoque específicamente a la infraestructura física que compone una radio base.

2.1.2. *Proyectos de construcción*

Para obtener una infraestructura física compuesta como se describe, es necesario adelantar la construcción de dicha infraestructura; es por eso que los proyectos de construcción se incluyen como un aspecto fundamental en la implementación de una radio base, y son el objeto principal de estudio del presente trabajo de investigación.

Así como lo define Reyes (2013) en su libro *Gerencia de proyectos: aplicación a proyectos de construcción de edificaciones*: “Un proyecto es una actividad humana que consume recursos, que tiene un propósito definible y único, en donde se crea un entregable” (p. 16). Con esta

definición es posible enmarcar el desarrollo de las obras civiles para la implementación de la infraestructura de una radio base como un *proyecto*.

Cuando se estructura, planea y ejecutan los proyectos de construcción, se trabaja sobre la base fundamental de tres variables consideradas primordiales y que conforman la llamada triple restricción, que son: alcance, tiempo y costo (Reyes, 2013). El alcance de un proyecto de construcción es la descripción clara de los límites precisos de los objetivos, condiciones, plazos y demás aspectos que deben ser cumplidos tanto en el desarrollo como en el producto final de las obras (Techt, 2016). Los costos y el tiempo que se tarda en ejecutar un proyecto son generalmente planeados previo al inicio del proyecto; para esta planeación se contemplan las variables naturales del tipo de trabajo, condiciones de la zona, logística y todas aquellas variables que puedan favorecer o afectar negativamente el desarrollo de las actividades (López, 2008).

Éstas tres variables (Alcance, costo y tiempo), están estrechamente ligadas, tanto que para poder realizar algún cambio en una de ellas, al menos otra va a sufrir cambios; es así como reducir los costos del proyecto de manera directa podrá generar una afectación al alcance, disminuyendo los objetivos del mismo y/o puede generar un aumento en los tiempos por un posible recorte en la mano de obra (López, 2008), a éste comportamiento de esas tres variables se le suele llamar triple restricción.

Aunque las variables que componen la triple restricción son la base fundamental de la planeación y la ejecución de los proyectos de construcción; existen aspectos que son objeto de estudio y análisis y que de igual manera son de alta importancia por el aporte o influencia que tienen dentro del proyecto, y realizar un correcto análisis del ciclo de vida de un proyecto es sin duda un aspecto fundamental, pues es el punto de partida que permite seleccionar un método para la gestión que esté acorde a su desarrollo (Reyes, 2013). Tal como lo propone Reyes (2013):

El ciclo de vida de un proyecto de construcción consta de dos etapas principales que son el desarrollo del proyecto, y la vida útil del proyecto. La etapa de desarrollo a su vez consta de tres fases que son la factibilidad, el diseño y la construcción. (Reyes, 2013, pp. 29)

Figura 2. *Ciclo de vida de un proyecto de construcción*



Tomado del libro “Gerencia de proyectos: Aplicación a proyectos de construcción de edificaciones” (Campos, 2013)

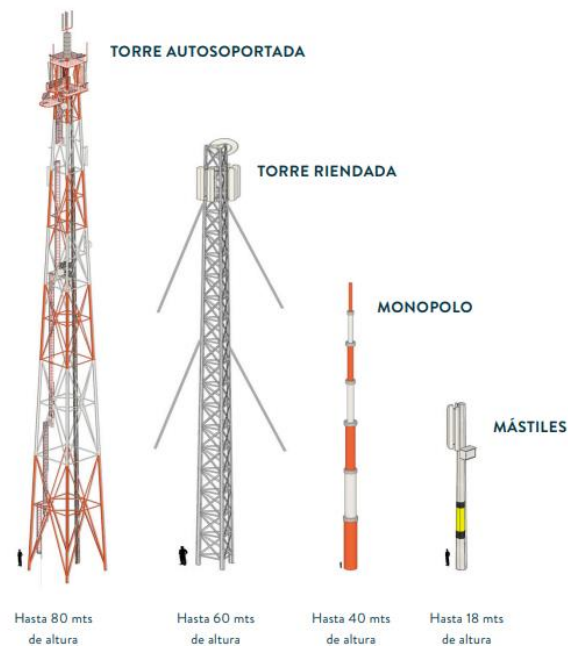
Es posible encontrar abordajes diferentes sobre los proyectos de construcción, sin embargo, tal como se describen los aspectos básicos de la gestión como el alcance, los costos y el tiempo analizados en un ciclo de vida que determinan el desarrollo de la los mismos, se encuentra una paridad en lo expuesto por los autores. Es claro que cada proyecto es único, y que sus condiciones traerán consigo retos especiales y articulares a cada gerente que se encuentre al frente de la gestión; no obstante, la radiografía del proyecto será particularmente única, resaltado sobre todo en el ciclo de vida que caracteriza un proyecto de construcción.

2.1.2.1. Construcción de estaciones base de telecomunicaciones. De acuerdo con lo revisado, la construcción de una estación base es definida por la necesidad que presenta la zona, el operador, la población o por directrices gubernamentales (*Daily Commercial News and*

Construction Record, 2012); es así como se despliega una variedad de alternativas a elegir, sin embargo, el objetivo final es el mismo en todas: permitir la instalación del hardware (*El-Moghazi & Whalley, 2021*).

Tal como se expone en el Código de Buenas Prácticas al Despliegue de Infraestructura, emitido en Colombia por la CRC (Comisión de regulación de comunicaciones): Las estructuras estándar que soportan las antenas son: Torres auto soportadas, torres rendadas, los mástiles y monopulos (Comisión de regulación de comunicaciones, 2020).

Figura 3. Estructuras de soporte para antenas



Tomado del Código de Buenas Prácticas al Despliegue de Infraestructura (CRC, 2020).

Entendida la estructura principal que puede ser construida, se deben analizar también los componentes adicionales que conforma la infraestructura civil de una estación base (Sánchez Villanueva, 2015); en este punto Camero (2009) indica los siguientes elementos adicionales a la estructura de soporte para una estación base (Camero Jiménez, 2009):

- ✓ *Construcción de zapatas de concreto armado aisladas*
- ✓ *Construcción de losa de concreto armado para colocar equipos de transmisión*
- ✓ *Construcción de cerco perimétrico de albañilería en todo el perímetro del área*
- ✓ *Tendido de acometida eléctrica del poblado más cercano hasta el nicho de medidor*
- ✓ *Construcción de un sistema de pozos a tierra (SPAT)*
- ✓ *Colocación de concertina sobre el cerco perimétrico en todo su recorrido*
- ✓ *Instalación de luz de balizaje, y pararrayos en la parte superior de la antena*
- ✓ *Colocación de ripio en el piso en toda el área libre*

Dado lo anterior encontramos que en efecto las estructuras principales que se describen en el “Código de Buenas Prácticas al Despliegue de Infraestructura” de la CRC, son estructuras que deben ir sobre una cimentación que a nivel de ingeniería implica excavación, armados de aceros y vertido de concreto; esta afirmación es igualmente mencionada en Global IP News en donde se describe la patente recibida y aclara que “se describen los métodos para erigir la construcción de la torre, los elementos de la torre y una cimentación” (Conelto ApS Obtains Patent for Tower Construction and a Method for Erecting the Tower Construction, 2015).

En su publicación Rayo (2015) indica que los componentes principales de la estructura de la estación base son: Cimentación, Conexión a tierra y pararrayos, Escalera de acceso, Plataforma de descanso y luces de obstrucción (Rayo Cedillo, 2015).

Por otro lado, los autores Bedoya Morales, Lorena, Murcia Martinez, Luis Armando, Torres Peña, Luis Ediel especifican el orden constructivo de una estación base en la Calera Cundinamarca iniciando con la preparación del terreno; excavaciones; fundición de cimentación para torre y para el cerramiento en mampostería; armado de torre y construcción de muros de cerramiento; construcción de placa o cuarto de equipos; instalación en torre de escalera, mástiles, cableado de

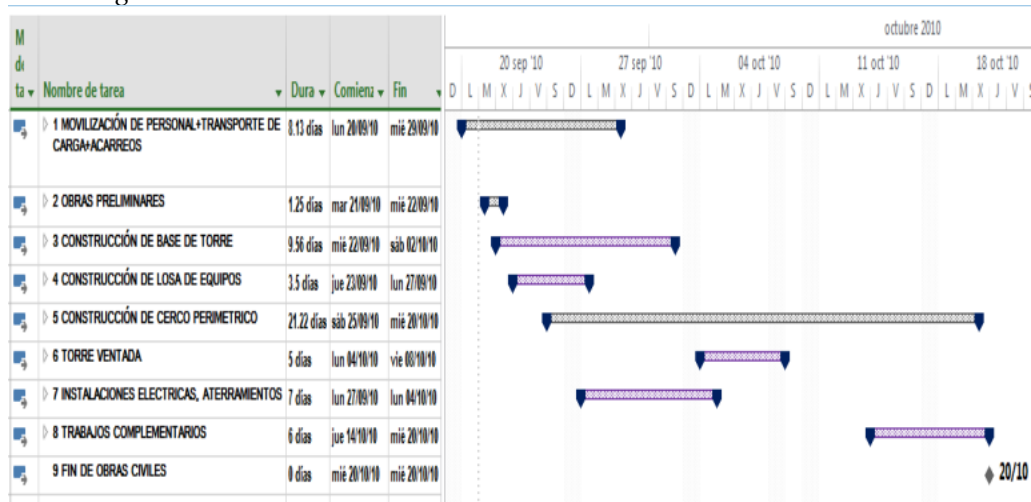
SPT y pararrayos, pararrayos y luces de obstrucción; instalación de carpintería metálica y concertina de seguridad (Bedoya, et ál., 2016).

A continuación, detallamos también la propuesta para el proceso constructivo de torres de comunicación planteado por Garzón (2020):

Limpieza y descapote: replanteo; excavaciones; armado de esqueleto de hierro; armado de torre (Garzón Gómez, 2020)

Chávez (2017) aborda la planeación en la ejecución de la obra con una perspectiva algo más dinámica; pues determina que existen actividades que pueden ser desarrolladas en paralelo, a continuación, el cronograma propuesto por el autor:

Figura 4. Cronograma Construcción Torre



Tomado de “Aplicación de herramientas Lean en la ejecución” (Chávez, 2017)

En este planteamiento se puede dividir el trabajo de la obra en diferentes sectores (Gomez Sanchez, 2012): zapatas-pedestales de torre y vientos, losa de equipos; cerco o cerramiento perimetral; instalación estructuras metálicas; instalación sistema aterramiento y eléctrico; trabajos complementarios. (Chávez Sueldo, 2017).

De los planteamientos observados es posible determinar que existen patrones comunes y actividades que caracterizan el proyecto de construcción de una radio base; pues por sus características técnicas y sus necesidades puntuales de servicio, tienden a mantener los mismos elementos estructurales y los mismos espacios tipo para la ubicación de los equipos tecnológicos de la telefonía celular; es por eso que se puede apuntar a una uniformidad tanto en los componentes de la estación base como en el proceso constructivo que dicha infraestructura debe seguir variando su elemento metálico principal entre las diferentes torres, monopolos o mástiles, pero manteniendo la esencia de la infraestructura.

2.1.2.2. Empresas Torreras. Como resultado de la necesidad de los operadores de desplegar sus redes de manera ágil y también como resultado de las mismas condiciones del mercado; existen actualmente las empresas llamadas torreras, que tienen como objeto construir las torres y toda la infraestructura civil y eléctrica para posteriormente lanzar la oferta de arrendamiento de espacio a uno o más operadores celulares.

Estas compañías tienen como objeto principal el arrendamiento de la infraestructura, es decir que construyen para arrendar, lo que las clasifica como compañías inmobiliarias. En los últimos años han tenido una gran acogida y se espera que dado el surgimiento del 5G, estas empresas tengan un mayor crecimiento en el mercado (TELECOM, 2019)

2.1.3. *Manifiesto ágil*

Hoy no es posible hablar de agilismo sin antes dar un vistazo al manifiesto ágil, que más allá de dictaminar las bases de un marco de trabajo o de metodologías para avanzar en la gestión de proyectos catalogados como proyectos “ágiles”, es el resultado de la experiencia y del análisis de diferentes profesionales.

Se llama manifiesto ágil a la declaración de unos valores y principios para el desarrollo de proyectos de software. Esta declaración se hizo en una reunión en Utah por 17 profesionales en temas informáticos, que se citaron con el fin de analizar nuevas formas para el desarrollo de software (History: The Agile Manifesto, 2005).

Los valores que predica el manifiesto ágil son: 1- las personas son lo más importante, por encima de los procesos y las herramientas; 2- Colaboración con el cliente, por encima de la negociación del contrato; 3- Responder al cambio, por encima de seguir un plan; 4- Un software funcionando, por encima de una documentación exhaustiva (Gelperin, 2008).

A los valores mencionados se le suman 12 principios que componen el manifiesto ágil y que cita de manera muy detallada Fowler, M (2001):

1. *Nuestra mayor prioridad es satisfacer al cliente mediante la entrega temprana y continua de software con valor.*
2. *Aceptamos que los requisitos cambien, incluso en etapas tardías del desarrollo. Los procesos Ágiles aprovechan el cambio para proporcionar ventaja competitiva al cliente.*
3. *Entregamos software funcional frecuentemente, entre dos semanas y dos meses, con preferencia al periodo de tiempo más corto posible.*
4. *Los responsables de negocio y los desarrolladores trabajamos juntos de forma cotidiana durante todo el proyecto.*
5. *Los proyectos se desarrollan en torno a individuos motivados. Hay que darles el entorno y el apoyo que necesitan, y confiarles la ejecución del trabajo.*
6. *El método más eficiente y efectivo de comunicar información al equipo de desarrollo y entre sus miembros es la conversación cara a cara.*
7. *El software funcionando es la medida principal de progreso.*

8. *Los procesos Ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios debemos ser capaces de mantener un ritmo constante de forma indefinida.*
9. *La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la Agilidad.*
10. *La simplicidad, o el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial.*
11. *Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos auto-organizados.*
12. *A intervalos regulares el equipo reflexiona sobre cómo ser más efectivo para a continuación ajustar y perfeccionar su comportamiento en consecuencia. (Fowler, 2001)*

Con esto, se puede ampliar el panorama con respecto al manifiesto ágil, que vale la pena dejar claro que no hace referencia a una metodología, y aunque específicamente nació pensado para el desarrollo de software, es posible ajustarlo a un sin número de situaciones; el manifiesto ágil apunta más a una filosofía de trabajo y pensamiento colaborativo.

2.1.4. Agilismo

El mundo empresarial mantiene en constante cambio y uno de los principales motores del cambio es la innovación y sobre todo la vigencia en el mercado; claramente ninguna empresa deja a un lado la necesidad de mantener su participación en los mercados y avanzar a un crecimiento en dicha participación. Si bien el manifiesto ágil no hace referencia a un beneficio para las compañías, el agilismo puede dar un poco más de aporte.

El agilismo es la capacidad que tiene una compañía de producir entregas de valor continuas y sostenibles, a sus clientes tanto internos como externos (Clauss, 2021).

Para lograr que una compañía obtenga agilidad en su operación, podrá ser necesario hacer cambios en su interior; tanto a nivel tecnológico, como organizacional, en sus procesos, estrategias y hasta en su planta de personal; todo enfocado a lograr obtener esas entregas de valor sostenibles en el tiempo que en últimas se traduce en una mayor generación de riqueza (Business Agility: Business Agility announces new and innovative role based training for Chordiant Software, 2004).

Siendo claro el concepto de Agilidad y sabiendo que dicho concepto apunta directamente a un aspecto empresarial; se puede asegurar que el agilidad ha tomado fuerza dadas las condiciones complejas del mercado actual, las compañías buscan la mejor alternativa para generar mayor valor y cambiar sus modelos viejos para adoptar nuevas formas de trabajo en donde se tenga al cliente en el centro de sus procesos e interacciones (Stabile, 2020).

El agilidad es una alternativa que las compañías están adoptando dadas sus ventajas y beneficios en términos de rendimiento y generación de valor, no obstante, y a pesar de ser una alternativa que nace claramente del manifiesto ágil, no es en esencia una herramienta que permita gestionar proyectos; por el contrario, el agilidad apunta más a una transformación cultural de las compañías.

2.1.5. Marcos de trabajo ágil

Ya es claro el origen del agilidad y las bases que determina el manifiesto ágil, además las características que pueden ser diferenciadoras en una empresa que adopte el agilidad como estilo de cultura y gestión en aras de la optimización y mayor competitividad; no obstante, también es claro que a nivel de gestión de proyectos no sólo basta con impartir una cultura de agilidad en una compañía.

Un marco de trabajo ágil es una filosofía de trabajo, generalmente se incluyen herramientas, procesos o tareas y acciones que están enfocadas a mejorar el desempeño de un equipo de trabajo y/o un equipo de trabajo (Subramanian, 2022).

Una característica fundamental de los marcos de trabajo ágiles es que son adaptativos, esto marca una importancia muy relevante porque se aleja de la predictividad que caracteriza las metodologías tradicionales. Lo anterior apunta a que los cambios en el alcance de los proyectos son eventos esperados y bien acogidos en el desarrollo de un proyecto bajo un marco de trabajo ágil (Navarro, et ál, 2013).

Tabla 1. *Comparativo Metodologías Tradicionales Vs Ágiles*

Metodologías tradicionales	Metodologías ágiles
Predictivos	Adaptativos
Orientados a procesos	Orientados a personas
Proceso rígido	Proceso flexible
Se concibe como un proyecto	Un proyecto es subdividido en varios proyectos más pequeños
Poca comunicación con el cliente	Comunicación constante con el cliente
Entrega de software al finalizar el desarrollo	Entregas constantes de software
Documentación extensa	Poca documentación

Tomado de “Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software” (Navarro et ál, 2013).

Junto al auge del agilismo y el nacimiento de los marcos de trabajo ágiles, surgen diferentes alternativas y diversos marcos de trabajo. Aunque existen muchos marcos de trabajo que actualmente se están adoptando en el mercado, a continuación, se detallan los más difundidos:

Tabla 2. *Marcos de Trabajo Ágil*

MARCO DE TRABAJO ÁGIL	CARACTERISTICAS
Scrum	Dirigido a incrementar su flexibilidad y rapidez, a partir de la integración de un equipo interdisciplinario y múltiples fases que se traslapan entre sí.

MARCO DE TRABAJO ÁGIL	CARACTERÍSTICAS
Extreme Programming [XP]	XP tiene como base cinco valores: Simplicidad, Comunicación, Retroalimentación, Respeto y Coraje
Crystal	Define el desarrollo como un juego cooperativo de invención y comunicación cuya meta principal es entregar software útil, que funcione, y su objetivo secundario, preparar el próximo juego
Método de desarrollo de sistemas dinámicos (Dynamic Systems Development Method - DSDM)	Los principios de DSDM son: la necesidad del negocio como eje central; las entregas a tiempo; la colaboración; nunca comprometer la calidad; construir de modo incremental sobre una base sólida; el desarrollo iterativo; la comunicación clara y continua; y la demostración de control
Desarrollo orientado a funcionalidades (Feature-Driven Development - FDD)	Las prácticas que FDD pregona son: el modelado de objetos de dominio (domain object modeling), el desarrollo por características, Class (code) ownership, los equipos de características o Feature Teams, las inspecciones, la construcción regular de planificación (Regular Build Schedule), la gestión de configuración y los reportes y visibilidad de los resultados

Tomado de “Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software” (Navarro et ál, 2013).

Existen muchas similitudes entre los diferentes marcos de trabajo ágil que se han analizado, no obstante, el marco de trabajo Scrum es el marco de trabajo objeto del presente trabajo de investigación, motivo por el cual se tomará dicho marco de trabajo como referencia para el desarrollo posterior.

2.1.6. Marco de trabajo Scrum

Ya se expuso fundamentalmente la esencia de un marco de trabajo, son claras sus características y detalles que los diferencian de métodos tradicionales para la gestión de proyectos. Ahora, dado en enfoque del presente trabajo con el marco de trabajo Scrum, se procede a detallar dicho marco de trabajo.

El marco de trabajo Scrum es un marco de trabajo que está diseñado principalmente para que el desarrollo del proyecto se realice de forma colaborativa (Rad & Turley, 2019); su nombre proviene de del Rugby de donde toma el ejemplo de trabajo colaborativo en donde todos los jugadores direccionan sus esfuerzos al mismo objetivo (Sonia I. Mariño, 2014).

Scrum fue concebido principalmente para los proyectos de desarrollo de software, sin embargo, dada sus bondades, se ha popularizado en otro tipo de proyectos en donde igualmente ha tenido bastante acogida.

Es importante acotar que Scrum varia de la metodología ágil básicamente en que la metodología ágil es un aspecto cultural de las compañías que se determina más en el comportamiento y forma de pensar de los colaboradores, Scrum es un marco de trabajo que permite ejecutar un proyecto (Torrente, 2021).

El marco de trabajo Scrum se componen de diferentes elementos que se analizarán a continuación de acuerdo con lo expuesto por Schwaber y Sutherland (2020):

- ✓ Artefactos: Los artefactos son las herramientas del marco de trabajo, los artefactos de Scrum son:

Tabla 3. *Artefactos de Scrum*

ARTEFACTO	DESCRIPCIÓN
Product Backlog	Es el listado total del trabajo por hacer para completar el proyecto. El dueño del producto (Product Owner) debe estar al tanto de este artefacto y deberá modificarlo las veces que sea necesario.
Sprint Backlog	Es el listado del trabajo por hacer del sprint. Aunque no se puede cambia el objetivo principal del Backlog del sprint, es posible hacer modificaciones sobre la marcha.
El incremento	Es el resultado final útil del sprint o producto del sprint.

Tomado de “The Scrum Guide” (Schwaber y Sutherland, 2020).

Las variables que propone el marco de trabajo Scrum hace que este marco de trabajo sea amigable y fácil de comprender, además, por su vocabulario sencillo, puede ser comprendido desde cualquier rama del conocimiento; no obstante, de acuerdo los autores, se debe contar con talento que tenga claro el marco de trabajo, en aras de garantizar una correcta implementación en los casos en los que las compañías o equipos de trabajo estén dando los primeros pasos hacia Scrum.

- ✓ **Eventos:** Los eventos son reuniones o eventos que se desarrollan dentro del avance de un proyecto Scrum.

Tabla 4. *Eventos de Scrum*

EVENTO	DESCRIPCIÓN
Organización del Backlog	Este evento es responsabilidad del Product Owner, está enfocado a mantener el Product Backlog actualizado en sus prioridades.
Sprint Planning	El objetivo de este evento es reunir a todo el equipo del proyecto para planificar el trabajo a ejecutar en el sprint.
Sprint	El sprint es el periodo que se toma la finalización del incremento.
Daily Scrum meeting	Es una reunión diario-corta de máximo 15 minutos, el objetivo es que todo el equipo se encuentre alineado con el proyecto.
Sprint Review	Es un evento que se desarrolla al finalizar el sprint, el equipo se reúne para recibir retroalimentación.
Sprint Retrospective	Es un evento enfocado a que el equipo del proyecto analice el desempeño y se puedan encontrar oportunidades de mejora.

Tomado de “The Scrum Guide” (Schwaber y Sutherland, 2020).

- ✓ **Roles:** Es fundamental para el marco de trabajo Scrum, los roles que interactúan en él.

Tabla 5. *Roles de Scrum*

ROL	DESCRIPCIÓN
Product Owner	Es quien conoce el producto a la perfección. Se asegura que el Development Team tenga claros los requisitos del Backlog
Scrum Master	Son los especialistas en Scrum, forman los equipos y conoce profundamente el trabajo del Development Team.
Development Team	Son quienes hacen el trabajo posible, son los expertos en desarrollo y ejecución.

Tomado de “The Scrum Guide” (Schwaber y Sutherland, 2020).

Los elementos anteriormente mencionados y que conforman la estructura del marco de trabajo Scrum, hacen que la aplicación del marco de trabajo sea más comprensible al lector y organiza los apartados que deben ser tenidos en cuenta de manera fundamental. No obstante, algunos elementos más generales y que no son propios del marco de trabajo Scrum también son

importante a la hora de plantear un proyecto bajo este marco de trabajo y se hace referencia específicamente a la estructura desglosada del trabajo EDT.

Figura 5. *Flujo de Scrum*



Tomado de platzi (Platzi, s.f.)

2.1.7. Estructura Desglosada del Trabajo EDT

Cuando se plantea un proyecto bajo metodologías ágiles, de manera directa es necesario realizar un análisis detallado del trabajo que se debe ejecutar para alcanzar los objetivos, dicho trabajo podrá ser dividido para facilitar su análisis; es aquí en donde toma relevancia la estructura desglosada del trabajo EDT, que “consiste en una descomposición jerárquica del trabajo para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos” (Banco Interamericano de Desarrollo (BID) - Instituto Interamericano para el Desarrollo Económico y Social (INDES), 2016)

2.2. Estado del arte

En principio al validar los detalles y la información obtenida del marco teórico, es posible inclinarse hacia una negativa completa en la intención de implementar el marco de trabajo Scrum en proyectos de construcción de estaciones base de telecomunicaciones; no obstante al realizar las consultas correspondientes en la bases de datos, en los estudios e investigaciones previas, se ha logrado encontrar que la intención de implementar Scrum en la construcción ha logrado tener unos aportes considerables.

En la investigación titulada “The effectiveness of agile management on traditional projects within public organizations” se aborda el análisis de la efectividad de metodologías ágiles en proyectos tradicionales; un análisis que permite dar una primera inmersión en la idea de transformación que implicaría Scrum en modelos tradicionales (Al Maamzi, 2020).

De los autores Kerscher, S., & Günzel, H. el aporte con su investigación titulada “Agile Project Management for Consulting Projects” permite avanzar en la exploración de metodologías ágiles a proyectos diferentes al desarrollo de software; en este caso los autores proponen la metodología ágil en proyectos de consultoría, que incluye variables y aspectos diferenciadores a la naturaleza del origen de las metodologías ágiles, pero que permites entender el potencial de esta forma novedosa de gestión de proyectos. (Kerscher, 2019).

En la propuesta titulada “The Evolution of Lean Construction Education at US-based Companies” los autores analizar el manejo que se le da a la metodología Lean Construction, revisan sus oportunidades y se cuestionan la oportunidad que representa Scrum como potencial para subsanar fallas en las entregas y demás problemáticas en la construcción. En este documento se muestra nuevamente el interés de la comunidad académica por la integración del marco de trabajo Scrum al sector de la construcción (Forbes, 2021).

De los autores Vicente, H. S., Severino, M. S., & Santos, A. G, en el artículo titulado “ESTIMATION OF SPEED IN DESIGN TEAMS: Implementation of Agile Tools for Retail & Construction Management” se aborda la implementación de marcos de trabajo ágil enfocado a Scrum en un proyecto de diseño constructivo para el sector Retail; con este artículo se aborda la integración de Scrum en una etapa importante del proceso constructivo: el diseño. Los autores abordan las problemáticas tradicionales identificadas dentro de la gestión con métodos igualmente tradicionales e intentan buscar la solución dentro del marco de trabajo Scrum (VICENTE, 2019).

El artículo de los autores Ysmael Ormeño Zender, & García de Soto, B. “Use of Scrum in the rehabilitation of a commercial building in Perú”, toma como caso de estudio la rehabilitación de una edificación para desarrollar un trabajo de investigación en donde proponen la implementación de Scrum a un proyecto de construcción, y tal como se menciona por los autores, se plantea la ruptura del paradigma que reza que los marcos de trabajo ágiles no pueden ser implementados en proyectos de construcción. Los autores entregan el proceso para homologar los roles, funciones y acciones de un proyecto de construcción gestionado con metodología tradicional al marco de trabajo ágil Scrum (Ysmael Ormeño Zender, 2021).

Un análisis realizado por los autores Streule, T., Miserini, N., Bartlomé, O., Klippel, M., & de Soto, B. G. propone la implementación del marco de trabajo Scrum en la etapa de Diseño de un proyectos de construcción; el análisis propuesto entrega las recomendaciones pertinentes para implementar la metodología Scrum, sin embargo la investigación sólo se enmarca en la etapa del diseño, no obstante los autores entregan algunas recomendaciones que pueden ser tenidas en cuenta para la implementación del marco de trabajo Scrum en otras etapas de un proyecto de construcción (Streule, 2016).

Tal como se ha validado, la implementación del marco de trabajo Scrum ha sido abordada en etapas tempranas de los proyectos de construcción, es así el caso del trabajo de grado de los

autores Aguilar Rozo, Rueda Vesga, & Leguizamón Barreto que analizar las ventajas del marco de trabajo Scrum en la etapa de planeación de proyectos de construcción de viviendas en la ciudad de Bogotá (Aguilar, et ál, 2021)..

Uno de los ejes fundamentales del presente trabajo de investigación, es la construcción de radio bases de telecomunicaciones (BSS); dando alcance al objetivo que se plantea, se propone a continuación el trabajo de investigación titulado: Dirección del proyecto estación base celular aplicando los estándares globales de PMI® de los autores: Almanza Chávez, Rosita Rosario; Jurado Cáceres, Luis Daniel; Quispe Castillo, Jessica Doris y Páez Espinal, Verónica Livia. Éste trabajo de investigación aborda un proyecto de construcción de una radio base en la periferia de Huaycán en Perú bajo los lineamientos del PMI®. (Almanza, et ál, 2020).

Con las consultas realizadas es posible determinar que en materia de exploración del marco de trabajo Scrum frente a proyectos de construcción, los autores presentan inquietudes importante en relación a la posibilidad, en efecto, de implementar de manera exitosa el marco de trabajo Scrum; es posible entender que se han abordado etapas de un proyecto de construcción que no implican mayores dificultades como la etapa del diseño o la de planeación, que además guardan similitudes con proyectos como el desarrollo del software, sin embargo se encuentran autores que proponen alternativas para la implementación del éste marco de trabajo en la etapa constructiva del proyecto. Aunque se puede evidenciar que los aportes no son numerosos ni muy determinantes; es posible presumir que existe una viabilidad conceptual que permita en alguna medida hacer la integración de Scrum a proyectos de construcción. No obstante, el objeto principal del presente trabajo de investigación es el análisis de la aplicabilidad del marco de trabajo Scrum a proyectos de construcción de estaciones base de telecomunicaciones y frente a proyectos de éste tipo no se encuentra material científico que permita presumir que dicha implementación haya sido contemplada de manera previa por otros autores. Tal vez considerando que el marco de trabajo

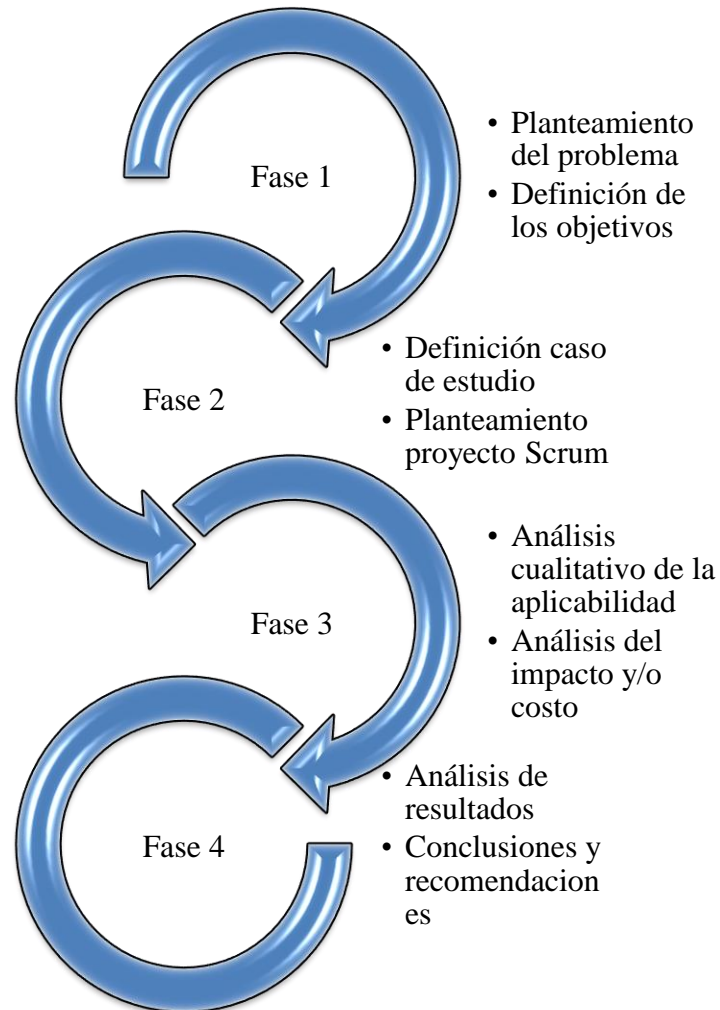
Scrum frente a metodos tradicionales de gestion de proyectos es una alternativa con poco tiempo en la industria; no existen investigaciones que apunten a la temática de que trata el presente trabajo de investigación.

3. Metodología

En línea con el desarrollo del análisis y propuesta del que trata el presente trabajo de investigación, a continuación, se detalla la metodología propuesta para avanzar con la etapa de aplicación de los conceptos expuestos previamente.

3.1. Fases del trabajo fin de maestría

Figura 6. *Fases Trabajo Fin de Maestría*



Fase 1: En la primera fase se analizará la problemática evidenciada en el desarrollo de los proyectos objeto de estudio, de esta manera se planteará dicha problemática de forma tal que así mismo puedan ser propuestos los objetivos que se enfocan a alcanzar el objetivo general del presente trabajo de investigación.

Fase 2: En la segunda fase, se realizará la búsqueda en las bases de datos de casos de estudio que puedan ser tomados como base para el análisis propuesto; será seleccionado el caso que sea

más ajustado a las condiciones reales del sector. Una vez seleccionado el caso de estudio se procede a realizar el planteamiento del proyecto bajo el marco de trabajo Scrum.

Fase 3: Para esta fase ya se cuenta con el planteamiento del proyecto Scrum, por tanto, se procederá a realizar un análisis cualitativo de la aplicabilidad que se evidencia del marco de trabajo al proyecto del caso de estudio; dentro del alcance del análisis cualitativo del trabajo se incluye el análisis del costo de implementación del marco de trabajo Scrum con respecto a los beneficios en proyectos de construcción de estaciones base de telecomunicaciones (BSS).

Fase 4: En la fase final se analizarán los resultados obtenidos, se entregarán las conclusiones a que haya lugar y serán entregadas las recomendaciones a que haya lugar.

3.2. Recursos

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizarán como recursos:

- ✓ Caso de estudio: El caso de estudio es el insumo básico que permitirá realizar la estructuración y posterior análisis del marco de trabajo Scrum aplicado al proyecto de construcción de una radio base.
- ✓ Marco de trabajo Scrum: Se hará uso del marco de trabajo Scrum, por tanto, el SBOK será un recurso básico para el presente trabajo.
- ✓ Herramientas ofimáticas: Para elaborar el trabajo fin de maestría se hará uso de Word, Excel, PowerPoint y Project.

3.3. Caso de estudio

Con el fin de obtener resultados que apunten a un caso que refleje las condiciones reales del sector productivo, se decidió utilizar como insumo para el presente trabajo de investigación, un caso de estudio que de manera previa expone un proyecto de construcción de una radio base;

puntualmente se utilizará el trabajo presentado por los autores Almanza Chávez, Rosita Rosario; Jurado Cáceres, Luis Daniel; Quispe Castillo, Jessica Doris y Páez Espinal, Verónica Livia trabajo titulado “Dirección del proyecto estación base celular aplicando los estándares globales de PMI®”. A continuación, se describen los aspectos fundamentales expuestos por los autores y que apoyarán el desarrollo del presente trabajo:

- ✓ El caso de estudio toma a la empresa Conarca como fuente de estudios; partiendo del hecho que Conarca es una empresa constructora de infraestructura civil y eléctrica para el sector de las telecomunicaciones. Con amplia experiencia en la construcción de infraestructura, Conarca ha desarrollado de manera exitosa el rol de contratista constructor de diversas empresas de telecomunicaciones y empresas torreras de la región.
- ✓ Dada la oportunidad existente en el negocio del arrendamiento de infraestructura para las telecomunicaciones, el caso de negocio propone un proyecto en donde Conarca actúe como torrera y al mismo tiempo como empresa constructora.
- ✓ El proyecto planteado aborda las siguientes etapas fundamentales:
 - ✓ Dirección del proyecto.
 - ✓ Selección del punto cero y búsqueda de sitio.
 - ✓ Compra del terreno.
 - ✓ Estudios y diseños.
 - ✓ Construcción.
 - ✓ Transición al área operativa.
- ✓ El proyecto del caso estudio tiene como objetivo construir una torre tipo monopolo de 29m de altura, dotada de toda la infraestructura asociada a una radio base de telecomunicaciones (BSS).

3.4. Alcances y limitaciones

- ✓ Tanto el desarrollo como los posteriores análisis del presente trabajo están basados en el caso de estudio seleccionado por el autor; no obstante, en posteriores investigaciones este modelo podrá ser replicado a otros casos de estudio, casos del sector real o condiciones promediadas de una zona, empresa, sector, tipo de proyecto o cualquier variable que pueda ser obtenida.
- ✓ Si bien es entendible que el proyecto de construcción hace parte de una serie de proyectos que se complementan para dar como resultado una radio base operativa; el presente trabajo de investigación se centra exclusivamente en el análisis del proyecto de construcción.
- ✓ El caso estudio seleccionado, plantea la integración de las practicas del PMI plasmadas en paquetes de entregables que se agrupan en la dirección del proyecto; para el presente análisis no se utilizará la etapa propuesta en el caso estudio denominada “Dirección del proyecto”; por tanto, las etapas que se analizarán serán:
 - ✓ Selección del punto cero y búsqueda de sitio.
 - ✓ Compra del terreno.
 - ✓ Estudios y diseños.
 - ✓ Construcción.
 - ✓ Transición al área operativa.
- ✓ El trabajo de investigación tiene como objetivo únicamente el análisis de la aplicabilidad de Scrum y su análisis en el impacto a los costos. No contempla la aplicación de otras herramientas o metodologías de gestión de proyectos, ni tiene como objetivo entregar un manual o paso a paso para la aplicabilidad del marco de trabajo Scrum en otros proyectos.

4. Aplicación del marco de trabajo Scrum al caso de estudio

Dando continuidad al presente trabajo de investigación, en este capítulo se procede a desarrollar el marco de trabajo Scrum en el proyecto de construcción de una radio base de telecomunicaciones expuesto en el caso estudio descrito. Para esto se expondrán los elementos necesarios de análisis en el marco de trabajo, así como los artefactos y eventos que componen el marco de trabajo Scrum aplicados al caso de estudio seleccionado.

4.1. Planeando el proyecto en SCRUM- Product Planning

Como primer aspecto a abordar se procederán con los aspectos claves del marco de trabajo Scrum, de los cuales se resaltan el equipo de trabajo y el backlog; elementos que son fundamentales para la implementación adecuada; por tanto, se procede a plantear el equipo basado en el organigrama propuesto en el caso de estudio, con algunos ajustes propuestos directamente por el autor. también se aborda la construcción del backlog bajo las mismas premisas; basado en el caso de estudio, con algunas propuestas adicionales planteadas por el autor.

4.1.1. El equipo Scrum

Para definir el equipo Scrum en el presente trabajo, se ha tomado en cuenta los roles que participarán a nivel estratégico dentro del proyecto del caso de estudio, es por esto que roles operativos como el personal de obra, no se incluye en la conformación del equipo. A continuación, los roles seleccionados:

Tabla 7. Roles

N°	ROLES
1	Director del Proyecto Departamento: Redes, expansión, Cobertura

Nº	ROLES
	Descripción: responsable integral por la implantación de las radio bases.
	Líder Comercial
2	Departamento: Comercial
	Descripción: Responsable por la rentabilidad del negocio.
	Asistente comercial
3	Departamento: Comercial
	Descripción: Asistir en todo lo que requiera el líder comercial.
	Líder de radio frecuencia
4	Departamento: Ingeniería
	Descripción: Encargado de aterrizar el requerimiento de cobertura en una zona determinada; debe definir la zona viable para la expansión de red.
	Asistente de búsqueda
5	Departamento: Administrativo
	Descripción: Responsable por la adquisición de sitios para la implantación de las radio bases.
	Líder de ingeniería
6	Departamento: Planeación
	Descripción: Encargado de la etapa de factibilidad de los proyectos, incluyéndose la ejecución de estudios y diseños y tramites de licencias para las obras.
	Asistente de ingeniería
7	Departamento: Planeación
	Descripción: Asistir en todo lo que requiera el líder de ingeniería.
	Líder de construcción
8	Departamento: Ingeniería
	Descripción: Encargado de liderar el proyecto constructivo, asegurando los recursos necesarios para alcanzar los objetivos, así como hacer control sobre las obras.
	Ingeniero residente
9	Departamento: Ingeniería
	Descripción: Responsable por guiar el personal de obra de acuerdo con los lineamientos de calidad y seguridad determinados. Garantizar la calidad de los trabajos de la obra.
	Contratista obra civil
	Departamento: Aliados
10	Descripción: Ejecutar la obra civil y eléctrica de acuerdo a lo pactado contractualmente y alineado con las instrucciones del ingeniero residente y líder de construcción.
Nº	ROLES
	Líder Operación
11	Departamento: Operación y Mantenimiento.
	Descripción: Operar y mantener adecuadamente la infraestructura civil y eléctrica. Responsable por recibir los nuevos proyectos e incluirlos en las bases de seguimiento.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Product Owner: Este rol es asignado al Líder Comercial, dado que las necesidades por las cuales nace el proyecto en el caso de estudio es una oportunidad comercial en el mercado, y es el líder comercial quien representa la necesidad que concibe el proyecto planteado.

Scrum Máster: El Scrum Master Será el director del proyecto, dado su nivel de involucramiento con el equipo, tiene contacto constante con todos y conoce de primera mano tanto el sector, como las necesidades del product owner.

4.1.2. Product Backlog

En concordancia con el planteamiento del proyecto del caso de estudio, se procede a desglosar las actividades propuestas por el autor con el objetivo de obtener el detalle de cada una de las tareas que componen el mismo; de ahí nace el diseño de lo que puede considerarse la fuente de mayor prioridad en términos de requisitos y de lineamiento para el desarrollo del proyecto Scrum. A continuación, se detalla el product backlog:

Para el desarrollo del proyecto propuesto bajo el marco de trabajo de Scrum, es claro que el producto backlog marca la línea base de trabajo, pero, además, considerando siempre que no es un elemento estático, sino que, por el contrario, el product backlog puede ser susceptible a cambios.

4.1.3. Construcción del Backlog

Tal como se sugiere en la guía de Scrum, el backlog se construye a partir de los aportes entregados por el equipo del proyecto (Schwaber & Sutherland, La Guía Scrum, 2020), es por esto que, para el desarrollo del caso propuesto en el presente trabajo, se sugiere que se desarrollen actividades acordes al marco de trabajo, para garantizar que el backlog sea enriquecido con el aporte de los miembros del proyecto.

Para efectos prácticos, el autor ha desarrollado con base al caso de estudio, la creación del backlog, dando las características requeridas para el marco de trabajo Scrum. A continuación, se detalla el artefacto:

Tabla 8. Backlog General

ID HISTORIA	HISTORIA	CONDICIONES (REQUISITOS FUNCIONALES) DoD	ROL RESPONSABLE	ENTREGABLE	PRIORIZACIÓN
A	Como líder de radio frecuencia necesito la identificación de la zona objetivo para determinar el polígono de búsqueda y punto cero.	<ul style="list-style-type: none"> * Debe ser clara la zona objetivo * El informe debe incluir Ciudad, zona específica, lugares de alto impacto de la zona como empresas, colegios, iglesias o cualquier lugar que pueda constituir aglomeración de usuarios, así como zonas con presencia de clientes VIP, personas con prestigio público (Periodistas, políticos, influencers etc.) * El informe debe enviarse vía correo electrónico en formato PDF * Se deben incluir fotografías (con resolución mínima de 300ppp) de las zonas que permitan identificar la altura de los predios, ancho de las vías, ubicación de postes de energía y tipo de zona (Residencial, industrial o comercial). 	Director del Proyecto	Informe con registro fotográfico y pantallazos de pruebas de velocidad y cobertura, en formato PDF con la dirección de las fallas.	1
B	Como Asistente de búsqueda, requiero la delimitación de la zona de búsqueda (polígono y punto cero) para realizar la búsqueda y contratación de un predio.	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe entregar un polígono de búsqueda en formato .kmz * El documento debe ser válido para visualizar en Google earth * En el correo electrónico se debe aclarar la altura tentativa de la radio base 	líder de radio frecuencia	Correo electrónico con adjunto archivo en formato .kmz	1

ID HISTORIA	HISTORIA	CONDICIONES (REQUISITOS FUNCIONALES) DoD	ROL RESPONSABLE	ENTREGABLE	PRIORIZACIÓN
C	Como líder de ingeniería necesito el predio contratado con toda su documentación para tramitar todas las licencias.	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe entregar dos copias del contrato firmado y autenticado ante notaría. * Se debe entregar dos copias firmadas y autenticadas de poder para tramite de licencias. * Se debe entregar copia de las escrituras del predio. * Se debe entregar copia del certificado de tradición y libertad del predio. * Se debe entregar copia de la cédula del propietario, o cámara de comercio y cédula del representante legal si el propietario es una empresa. * Se deberá incluir una carta en formato PDF con la descripción clara de ubicación y nomenclatura del predio. * La carpeta debe ser remitida en físico en sobre de manila marcado y adicional enviar en formato PDF al correo electrónico. 	Asistente de búsqueda	Carpeta de contrato con toda la documentación y poder para trámites.	3
D	Como líder de ingeniería, necesito un predio contratado para ejecutar el estudio de suelos, diseño de cimentación, diseño del monopol, diseño SPT, diseño instalaciones eléctricas.	<ul style="list-style-type: none"> * Se deberá determinar la dirección exacta y las coordenadas del punto de ubicación dentro del predio * Se debe remitir un correo electrónico con la descripción de lugar a ejecutar el estudio (Dirección, coordenadas). * Se deben incluir en el correo electrónico, fotografías de lugar, en donde se pueda evidenciar el estado inicial del suelo (Con pavimento, concreto, prado etc.) * Se debe remitir copia del contrato de arrendamiento firmado por el propietario en formato PDF al correo electrónico. 	Asistente de búsqueda	carpeta con documentos en PDF y DWG; cada estudio y diseño en documentos diferentes.	2

ID HISTORIA	HISTORIA	CONDICIONES (REQUISITOS FUNCIONALES) DoD	ROL RESPONSABLE	ENTREGABLE	PRIORIZACIÓN
E	Como líder de construcción necesito las licencias aprobadas para asignar un contratista de obra civil	<ul style="list-style-type: none"> * Debe ser remitida en formato PDF vía correo electrónico. * Deben estar aprobadas por la entidad pertinente. * Deben estar vigentes y aptas para respaldar la obra. 	líder de ingeniería	Resoluciones de aprobación de licencias.	4
F	Como Contratista obra civil, necesito la asignación para dar inicio a la ejecución de la obra civil	<ul style="list-style-type: none"> * La asignación debe estar notificada por escrito por correo electrónico y soportada por una orden de compra en adjunto en formato PDF 	líder de construcción	Mail de asignación	4
G	Como Contratista obra civil, necesito la entrega del predio para iniciar obras civiles	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe entregar copia del contrato de arrendamiento. * Se debe entregar números de contacto del propietario. * La entrega debe hacerse junto al propietario de manera presencial y firmar acta de entrega del predio en sitio. * A la entrega debe asistir el representante del contratista, contratante y propietario del predio. 	líder de construcción	Acta de entrega del predio	4
H	Como Contratista obra civil, necesito los diseños de la torre o estructura principal para iniciar con la fabricación	<ul style="list-style-type: none"> * Los planos deben remitirse en formato PDF y DWG al correo electrónico y se deben remitir planos ploteados físicos. * Los diseños deben incluir planos de despiece y planos de taller. 	líder de ingeniería	Planos en DWG, memorias de cálculo en formato PDF.	4
I	Como Contratista obra civil, necesito los diseños de la	<ul style="list-style-type: none"> * Los planos deben remitirse en formato PDF y DWG al correo electrónico y se deben remitir planos ploteados físicos. * Los diseños deben incluir planos de despiece de acero. 	líder de ingeniería	Planos en DWG, memorias de cálculo en formato PDF.	4

ID HISTORIA	HISTORIA	CONDICIONES (REQUISITOS FUNCIONALES) DoD	ROL RESPONSABLE	ENTREGABLE	PRIORIZACIÓN
	cimentación para iniciar con las obras civiles	* Los planos deben incluir características del concreto (Tipo, resistencia etc.)			
K	Como Contratista obra civil, necesito los diseños SPT para dar inicio a la construcción del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe incluir despiece de materiales. * Debe incluir planos detallados de rutas y tipos de anclajes. * Los diseños deben ser remitidos vía correo electrónico en formato PDF y planos en formato DWG. 	líder de ingeniería	Planos y diseños en formato PDF	4
L	Como Contratista obra civil, necesito los diseños del cerramiento y obras complementarias para iniciar su construcción.	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe incluir todos los componentes como placas, remates de pisos, elementos de fijación tanto en piso como en torre, tanques y todos aquellos elementos que hagan parte de la radio base. * Se debe entregar planos en DWG. * Se debe entregar cartilla con el detalle de los materiales. * Se deben remitir los documentos por correo electrónico. 	líder de ingeniería	Planos en DWG, memorias de cálculo en formato PDF.	4

ID HISTORIA	HISTORIA	CONDICIONES (REQUISITOS FUNCIONALES) DoD	ROL RESPONSABLE	ENTREGABLE	PRIORIZACIÓN
M	Como líder comercial, necesito la radio base construida para iniciar el proceso de comercialización del inmueble.	<p>* Se debe entregar carpeta con todos los planos de la radio base, planos del monopolo con detalle de mástiles disponibles para instalación de antenas, planos con detalle de escalerillas para cableado, tuberías disponibles, planos de los espacios construidos en piso y planos del cerco perimetral.</p> <p>* Se debe entregar especificaciones de energía, con el detalle de la carga disponible, tipo de energía (Trifásica, bifásica o monofásica), especificaciones del tablero de distribución.</p> <p>* Se debe incluir manual de instalación con las recomendaciones que deberá tener el posible arrendador al momento de realizar la instalación de los equipos.</p> <p>* Se debe incluir el detalle del proceso para ingreso al predio, especificando si requiere presentar carta de autorización o hacer registros en plataformas virtuales.</p>	Ingeniero residente	Acta de entrega final de obra a conformidad.	5
N	Como líder de operación, necesito la entrega formal del inmueble arrendado para iniciar su proceso de operación.	<p>* Se debe incluir la carpeta de recepción de infraestructura.</p> <p>* Se debe incluir las condiciones contratadas con el arrendador de la radio base.</p> <p>* Debe incluir matriz de escalamiento del arrendatario con números de contacto y correos electrónicos.</p>	Asistente comercial	Contrato de arrendamiento de la torre	5

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tal como se describe en la tabla 5 Backlog, para efectos del presente trabajo se incluye la priorización de cada una de las historias de usuario, tomando todas las recomendaciones de la guía de scrum y de acuerdo con el caso de estudio para el presente trabajo.

El backlog refleja las necesidades que deben ser suplidas por el equipo de trabajo y que se enfoca finalmente a la necesidad del cliente, pero estas historias de usuarios pueden ser disgregadas en algunas actividades que tendrán que ser finalizadas por los integrantes del equipo del proyecto. A continuación, se describen las actividades propuestas por el autor y que están basadas en el caso de estudio seleccionado:

Tabla 9. *Tabla de tareas general*

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDIENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
1		Dar inicio al proyecto escalando la solicitud y requerimiento de la radio base	1	Director del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> * El proyecto debe venir aprobado desde la dirección de la compañía. * Se debe garantizar presupuesto para la ejecución. * La solicitud debe incluir un acta de constitución y una tentativa opción de arrendatario.
2	A	Elaborar el polígono de búsqueda y punto cero	1	Líder de radio frecuencia	1	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe entregar un informe con el polígono y punto cero. * El polígono debe incluir aspectos que se extrapolen a varias alternativas de arrendatarios.
3	A	Identificar los obstáculos y edificaciones de mayor altura	2	Líder de radio frecuencia	2	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe incluir en el informe y se debe analizar los bloqueos que se puedan generar por edificaciones de gran altura así, como buscar ubicaciones que faciliten la cobertura a edificaciones de gran envergadura.

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDIENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
4	A	Determinar la altura de la necesidad	1	líder de radio frecuencia	3	* Se debe incluir en el informe la altura definida para la construcción de la radio base.
5	B	Buscar sitios técnicamente viables	2	Asistente de búsqueda	2,4	* Se debe crear un listado de sitios opcionados para la radio base, este listado debe especificar tipo de predio, altura, coordenadas y nomenclatura.
6	B	Contactar y entregar la oferta de negocio a los propietarios	3	Asistente de búsqueda	5	* Se entregará a los propietarios de los predios un modelo estándar de propuesta para el arrendamiento o compra del predio.
7	B	Cerrar la negociación	3	Asistente de búsqueda	6	* Garantizar que se cumplan las condiciones mínimas establecidas por la minuta aprobada para el arrendamiento o compra de los predios.
8	B	Recolectar los documentos para el contrato	4	Asistente de búsqueda	7	* La recolección debe garantizar documentos con máximo 20 días de expedición. * Se deberán autenticar ante notaria los contratos y poderes que componen el paquete de documentos. * Se debe contar con el paquete físico en dos copias originales y además el paquete en medio magnético en formato PDF.
9	B	Firmar el contrato	2	Asistente de búsqueda	7, 8	* La firma del contrato se debe realizar por los medios establecidos.

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDIENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
10	B	Realizar estudio de títulos	2	Asistente de búsqueda	9	<p>* El estudio de títulos debe analizar la totalidad del historial del certificado de tradición y libertad.</p> <p>* Se debe garantizar cumplir con los lineamientos SARLAFT.</p> <p>* Se deben descartar eventuales embargos, hipotecas y cualquier situación que ponga en riesgo el proyecto.</p>
11	B	Radicar el contrato	1	Asistente de búsqueda	9, 10	* El contrato debe ser radicado a conformidad de todos los interesados.
12	D	Levantamientos planos del predio	3	Asistente de ingeniería	11	* Se deberán presentar planos arquitectónicos, estructurales, hidráulicos. Deben contener cortes de fachada, planos de cada nivel y sótanos.
13	D	Realizar el estudio de suelos	15	líder de ingeniería	11	* Se debe presentar informe del estudio de suelos, con granulometría y caracterización del suelo. Debe contener la resistencia portante del suelo a diferentes niveles de profundidad y una recomendación del tipo de cimentación.
14	D	Realizar los diseños estructurales (Cimentación y torre)	5	líder de ingeniería	12	* Los diseños deben ser entregados de acuerdo a las necesidades de la radio base a construir. Se deben incluir planos de despiece, detalles y planos de taller.
15	D	Realizar los diseños eléctricos y SPT	5	líder de ingeniería	12	* Los diseños deben incluir todos los cálculos y adicional los planos de rutas de los cables y del aterrizaje.

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDIENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
16	C	Tramitar licencia de construcción	60	líder de ingeniería	12, 13, 14	* Se debe tramitar la licencia ante entidad pública según todos los diseños. La licencia expedida debe ser entregada junto a todos los diseños.
17	C	Radical solicitud de licencia ante aeronáutica civil	30	líder de ingeniería	11	* Se debe entregar el permiso expedido por la aeronáutica civil.
18	E	Asignación Contratista Obra Civil	1	líder de ingeniería	11, 13, 14, 15, 16, 17	* Debe garantizar contrato que habilite la asignación del contratista, quien debe presentar pólizas y organigrama del personal.
19	H	Fabricar estructura metálica	15	Contratista obra civil	18	La estructura debe cumplir fielmente las características de diseño. Debe estar galvanizado en caliente.
20	I, K, L	Limpiar y descapotar terreno	2	Contratista obra civil	18	* El descapote debe garantizar que el terreno es viable para iniciar excavaciones.
21	I	Excavar de acuerdo a diseños de cimentación	5	Contratista obra civil	20	* La cimentación debe cumplir fielmente los diseños.
22	L	Excavar de acuerdo con diseños del cerco perimetral	3	Contratista obra civil	20	* La cimentación debe cumplir fielmente los diseños.
23	K	Excavar de acuerdo con diseños del SPT e instalaciones eléctricas	2	Contratista obra civil	15, 18	* La cimentación debe cumplir fielmente los diseños.
24	L	Armar acero de cimentación y cerco perimetral	1	Contratista obra civil	22	* El acero debe estar armado de acuerdo con los planos con las varillas descritas en los planos.

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDIENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
25	K	Instalar anillo de tierras	1	Contratista obra civil	23	* El anillo debe cumplir las características descritas en el diseño.
26	I	Fundir Concreto de cimentación y cerco perimetral	8	Contratista obra civil	22	* El concreto debe cumplir con la resistencia minia de 2500 Mpa * Se debe armar el acero tal como se especifica en los diseños. * Se debe anillar en caso de requerir cimentaciones tipo caisson. * El vaciado del concreto debe realizarse cumpliendo las recomendaciones expresas. * Se debe garantizar el diseño del concreto entregando ensayos de campo o certificación de concretera.
27	L	Fundir placas para plantas, equipos en piso y obras complementarias	2	Contratista obra civil	20	* El concreto debe cumplir con la resistencia minia de 2500 Mpa * Se debe armar el acero tal como se especifica en los diseños. * Se debe anillar en caso de requerir cimentaciones tipo caisson. * El vaciado del concreto debe realizarse cumpliendo las recomendaciones expresas. * Se debe garantizar el diseño del concreto entregando ensayos de

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDIENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
						campo o certificación de concretera.
28	H, L	Pintar estructura y carpintería metálicas en piso	2	Contratista obra civil	19	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe usar pintura electrostática en todos los elementos. * El color debe corresponder el color descrito en las especificaciones técnicas
29	H	Armado o izaje de la torre tipo monopolo	5	Contratista obra civil	28	<ul style="list-style-type: none"> * El izaje del monopolo puede realizarse de manera manual o utilizando maquinaria. * El izado manual debe asegurar todas las condiciones de SST. * El izaje con maquinaria debe realizarse con el uso de maquinaria y personal certificado.
30	L	Construir cerco perimetral en bloque	10	Contratista obra civil	26	<ul style="list-style-type: none"> * El muro debe estar perfectamente plomado. * Es necesario utilizar bloque macizo para garantizar la seguridad de la radio base.
31	L	Instalar carpintería metálica	3	Contratista obra civil	30	<ul style="list-style-type: none"> * La puerta de acceso debe cumplir las condiciones técnicas determinadas. * La puerta de acceso debe estar dotada de candados de seguridad. * La instalación debe incluir soldaduras certificadas y galvanizadas en frio. * Toda la carpintería metálica debe estar galvanizada en caliente excepto los puntos de corte y soldaduras.

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDIENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
32	H	Instalar mastilería y elementos de soporte de obras complementarias en torre	3	Contratista obra civil	29	<p>* Todos los elementos metalmecánicos deben estar galvanizados en caliente.</p> <p>* Todos los elementos deben cumplir lo descrito en los planos y diseños.</p>
33	L	Instalar mastilería y elementos de soporte de obras complementarias en piso	2	Contratista obra civil	27	<p>* Todos los elementos metalmecánicos deben estar galvanizados en caliente.</p> <p>* Todos los elementos deben cumplir lo descrito en los planos y diseños.</p>
34	H, J, K	Instalar escalera de acceso, línea de vida, Tablero de distribución general y sistemas de puesta a tierra y de protección contra rayos	2	Contratista obra civil	29	<p>* Todos los elementos metalmecánicos deben estar galvanizados en caliente.</p> <p>* Todos los elementos deben cumplir lo descrito en los planos y diseños.</p>

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDIENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
35	L	Realizar acabado del piso de la estación	2	Contratista obra civil	27	<ul style="list-style-type: none"> * El acabado debe incluir geotextil y diseño de drenaje. * El acabado debe ser en agregado pétreo acorde a las especificaciones técnicas
36	M	Entrega del inmueble al área comercial	1	Ingeniero residente	31, 34, 35	<ul style="list-style-type: none"> * La entrega debe incluir acta de entrega en sitio firmada por todas las partes a conformidad. * Se debe adjuntar la carpeta de estudios y diseños. * Se debe incluir protocolos de verticalidad de la estructura, torque, adherencia de pintura. * Se debe anexar manuales de uso y mantenimiento de la radio base.
37	M	Difusión del predio para arrendamiento	10	Líder Comercial	36	<ul style="list-style-type: none"> * Debe incluir la aprobación del director del proyecto. * Se debe anexar informe sobre los métodos de difusión. * Debe incluir el análisis del mercado.

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDIENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
38	M	Negociación de minuta para arrendamiento	8	Líder Comercial	37	* Se requiere el anexo de las propuestas y concesiones hechas a los propietarios de los predios.
39	M	Firma de contrato	5	Líder Comercial	38	* Debe presentar dos originales autenticados ante notaria con la firma del arrendador o vendedor. * Debe incluir certificados de tradición y libertad. * Si es arrendamiento debe anexar poder autenticado ante notaria para desarrollar trámites.
40	N	Entrega del inmueble al arrendatario y área de operación	1	líder Operación	39	* Se debe incluir recibo a conformidad del arrendatario. * Se debe anexar informe con todas las condiciones acordadas con el arrendatario. * Se debe anexar matriz de escalamiento al arrendatario.

Al detalle de las tareas se ha incluido la estimación de tiempos, el responsable, la dependencia (si la hay) y las condiciones de aprobación de cada una, de esta manera se asegura que el equipo del proyecto cuenta con las herramientas necesarias para iniciar y llegar al cumplimiento de cada una de las tareas, y que por ende resulta en el cumplimiento de cada historia de usuario.

4.2. Planeando el proyecto en SCRUM- Sprint Planning

Entendiendo que la planificación del Sprint establece el trabajo a realizar en un periodo recomendado de hasta 4 semanas, se ha tomado como base la priorización realizada de manera previa en el Backlog y se han definido 5 Sprint para la totalidad del proyecto:

✓ Sprint 1: Verificando las actividades iniciales, estas actividades tienen como objetivo adelantar la búsqueda y negociación del predio; dichas actividades tardan de acuerdo al cronograma diseñado por el autor, 3 semanas. Por tanto, se ha definido que el primer Sprint tendrá como objetivo entregar el sitio contratado, entendiendo que una vez se tenga el sitio contratado, es posible revalidar el backlog y analizar las prioridades del mismo, además, se considera un punto importante para dar avance o replantear aspectos como el tipo de estructura, áreas a ocupar entre otros.

✓ Sprint 2: Para el sprint 2 se desarrollarán todos los estudios previos y diseños (Estudio de suelos, diseño de cimentación, diseño de torre, diseño de cerramiento, diseño de sistema de puesta a tierra); y acorde con la duración de las tareas, el sprint contará con un tiempo de 2 semanas.

✓ Sprint 3: Una vez concluido el sprint 2, el paso a seguir para poder avanzar con el proyecto es elevar las solicitudes de licencia a las entidades que rigen la materia. Por tanto, en esta etapa se tendrá una variable que no se encuentra en el resto de los Sprint, que es depender de una entidad ajena al equipo scrum para alcanzar un objetivo. Una vez el equipo radique las solicitudes ante las entidades públicas, se tendrá que esperar para poder iniciar las actividades constructivas dado que, sin estas licencias, el equipo no puede avanzar pues pondrían en riesgo legal a la compañía. El proyecto se encuentra en un momento complejo, pues todas las actividades previas ya se debieron superar en los primeros 2 sprint, y los entregables de esos primeros sprint son materia prima para dar inicio al sprint 3; además el resto de las actividades no pueden ser iniciadas sin el entregable del sprint 3. Lo anterior es una situación que lleva a plantear que el Sprint 3, se salga de los parámetros recomendados del marco de trabajo Scrum, específicamente en la duración máxima,

pues para esta etapa, el sprint 3 tendrá una duración de 9 semanas, sin embargo, con el fin de no pretender un estado normal durante el término que la entidad tarda en dar respuesta, lo que se plantea para éste caso es realizar la suspensión del sprint hasta tanto no se tenga la respuesta de la entidad pública. En resumen, el Sprint 3 tendrá una duración de 2 semanas y una suspensión aproximada de 7 semanas.

✓ Sprint 4: Una vez obtenidas las licencias del proyecto, se tendrá la viabilidad para dar inicio a todas las actividades en sitio, incluyéndose actividades de fabricación de torre. Para el análisis de esta etapa se tuvo en cuenta las actividades encaminadas a dar como objetivo la materialización del trabajo físico en sitio, haciendo referencia a torre, obras civiles y cerramientos, es por eso que para el Sprint 4 se incluyeron las actividades constructivas de la estación que de acuerdo al cronograma del proyecto, se prolongan por un término de 4 semanas hasta dar por concluidas todas las obras civiles, instalaciones de elementos metalmecánicos y todos los sistemas físicos que comprende el caso de estudio.

✓ Sprint 5: Finalmente sólo restaría en el proyecto la comercialización del inmueble ya construido; es decir que ya con el bien finalizado, se inicia su proceso de comercialización con el objetivo de iniciar su pronta rentabilización; para este Sprint se incluyeron las historias enfocadas a entregar el bien arrendado y generando ingresos. Con una duración determinada de 4 semanas, el sprint 5 y último sprint, concluye la cadena de valor del proyecto.

Tabla 10. *Planeación de Sprint*

# Sprint	Sprint 1			Sprint 2				Sprint 3			Sprint 4			Sprint 5				
# Semana	1	2	3	4	5	6	7				15	16	17	18	19	20	21	22

En los siguientes apartados se proponen las historias y tareas de cada uno de los Sprint.

4.2.1. *Sprint 1*

En el primer Sprint se determina un tiempo de 3 semanas y se define como objetivo la entrega del sitio contratado, para ello se incluyen todas las historias que apuntan al cumplimiento de dicho entregable y se constituye el Sprint Backlog 1.

Tabla 11. *Sprint Backlog 1*

ID HISTORIA	HISTORIA	CONDICIONES (REQUISITOS FUNCIONALES) DoD	ROL RESPONSABLE	ENTREGABLE	PRIORIZACIÓN
A	Como líder de radio frecuencia necesito la identificación de la zona objetivo para determinar el polígono de búsqueda y punto cero.	<ul style="list-style-type: none"> * Debe ser clara la zona objetivo * El informe debe incluir Ciudad, zona específica, lugares de alto impacto de la zona como empresas, colegios, iglesias o cualquier lugar que pueda constituir aglomeración de usuarios, así como zonas con presencia de clientes VIP, personas con prestigio público (Periodistas, políticos, influencers etc.) * El informe debe enviarse vía correo electrónico en formato PDF * Se deben incluir fotografías (con resolución mínima de 300ppp) de las zonas que permitan identificar la altura de los predios, ancho de las vías, ubicación de postes de energía y tipo de zona (Residencial, industrial o comercial). 	Director del Proyecto	Informe con registro fotográfico y pantallazos de pruebas de velocidad y cobertura, en formato PDF con la dirección de las fallas.	1
B	Como Asistente de búsqueda, requiero la delimitación de la zona de búsqueda (polígono y punto cero) para realizar la búsqueda y contratación de un predio.	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe entregar un polígono de búsqueda en formato .kmz * El documento debe ser válido para visualizar en Google earth * En el correo electrónico se debe aclarar la altura tentativa de la radio base 	líder de radio frecuencia	Correo electrónico con adjunto archivo en formato .kmz	1

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Como parte de las historias priorizadas a continuación se incluyen las tareas que el equipo Scrum debe desarrollar y terminar al concluir el Sprint para alcanzar el objetivo.

Tabla 12. Tareas Sprint 1

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDIENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
1		Dar inicio al proyecto escalando la solicitud y requerimiento de la radio base	1	Director del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> * EL proyecto debe venir aprobado desde la dirección de la compañía. * Se debe garantizar presupuesto para la ejecución. * La solicitud debe incluir un acta de constitución y una tentativa opción de arrendatario.
2	A	Elaborar el polígono de búsqueda y punto cero	1	líder de radio frecuencia	1	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe entregar un informe con el polígono y punto cero. * El polígono debe incluir aspectos que se extrapolen a varias alternativas de arrendatarios.
3	A	Identificar los obstáculos y edificaciones de mayor altura	2	líder de radio frecuencia	2	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe incluir en el informe y se debe analizar los bloqueos que se puedan generar por edificaciones de gran altura así, como buscar ubicaciones que faciliten la cobertura a edificaciones de gran envergadura.
4	A	Determinar la altura de la necesidad	1	líder de radio frecuencia	3	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe incluir en el informe la altura definida para la construcción de la radio base.
5	B	Buscar sitios técnicamente viables	2	Asistente de búsqueda	2,4	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe crear un listado de sitios opcionados para la radio base, este listado debe especificar tipo de predio, altura, coordenadas y nomenclatura.
6	B	Contactar y entregar la oferta de negocio a los propietarios	3	Asistente de búsqueda	5	<ul style="list-style-type: none"> * Se entregará a los propietarios de los predios un modelo estándar de propuesta para el arrendamiento o compra del predio.
7	B	Cerrar la negociación	3	Asistente de búsqueda	6	<ul style="list-style-type: none"> * Garantizar que se cumplan las condiciones mínimas establecidas por la minuta aprobada para el arrendamiento o compra de los predios.
8	B	Recolectar los documentos para el contrato	4	Asistente de búsqueda	7	<ul style="list-style-type: none"> * La recolección debe garantizar documentos con máximo 20 días de expedición. * Se deberán autenticar ante notaria los contratos y poderes que componen el

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDIENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
						paquete de documentos. * Se debe contar con el paquete físico en dos copias originales y además el paquete en medio magnético en formato PDF.
9	B	Firmar el contrato	2	Asistente de búsqueda	7, 8	* La firma del contrato se debe realizar por los medios establecidos.
10	B	Realizar estudio de títulos	2	Asistente de búsqueda	9	* El estudio de títulos debe analizar la totalidad del historial del certificado de tradición y libertad. * Se debe garantizar cumplir con los lineamientos SARLAFT. * Se deben descartar eventuales embargos, hipotecas y cualquier situación que ponga en riesgo el proyecto.
11	B	Radicar el contrato	1	Asistente de búsqueda	9, 10	* El contrato debe ser radicado a conformidad de todos los interesados.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Sprint 2

El Sprint 2 tiene como objetivo entregar todos los estudios técnicos y los diseños de ingeniería, en donde se incluyen estudios de suelos, diseños de cimentaciones, diseños de torre y de aterrizaje.

Tabla 13. Sprint Backlog 2

ID HISTORIA	HISTORIA A	CONDICIONES (REQUISITOS FUNCIONALES) DoD	ROL RESPONSABLE	ENTREGABLE
D	Como líder de ingeniería, necesito un predio contratado para ejecutar el estudio de suelos, diseño de cimentación, diseño del monopolo, diseño instalación es eléctricas.	<p>* Se deberá determinar la dirección exacta y las coordenadas del punto de ubicación dentro del predio</p> <p>* Se debe remitir un correo electrónico con la descripción de lugar a ejecutar el estudio (Dirección, coordenadas).</p> <p>* Se deben incluir en el correo electrónico, fotografías de lugar, en donde se pueda evidenciar el estado inicial del suelo (Con pavimento, concreto, prado etc.)</p> <p>* Se debe remitir copia del contrato de arrendamiento firmado por el propietario en formato PDF al correo electrónico.</p>	Asistente de búsqueda	carpeta con documentos en PDF y DWG; cada estudio y diseño en documentos diferentes.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Las tareas que corresponde al equipo para alcanzar el objetivo de la historia priorizada en este sprint son:

Tabla 14. Tareas Sprint 2

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
12	D	Levantamientos planos del predio	3	Asistente de ingeniería	11	* Se deberán presentar planos arquitectónicos, estructurales, hidráulicos. Deben contener cortes de fachada, planos de cada nivel y sótanos.
13	D	Realizar el estudio de suelos	15	líder de ingeniería	11	* Se debe presentar informe del estudio de suelos, con granulometría y caracterización del suelo. Debe contener la resistencia portante del suelo a diferentes niveles de profundidad y una recomendación del tipo de cimentación.

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
14	D	Realizar los diseños estructurales (Cimentación y torre)	5	líder de ingeniería	12	* Los diseños deben ser entregados de acuerdo a las necesidades de la radio base a construir. Se deben incluir planos de despiece, detalles y planos de taller.
15	D	Realizar los diseños eléctricos y SPT	5	líder de ingeniería	12	* Los diseños deben incluir todos los cálculos y adicional los planos de rutas de los cables y del aterrizaje.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Sprint 3

En el presente Sprint se ha priorizado la entrega de las licencias para desarrollar la obra civil; tal como se expuso anteriormente, para éste sprint se tendrá dependencia de una entidad pública, ajena al equipo Scrum, esto supone un riesgo importante porque el control de la actividad no está al alcance; por ello es importante detallar que el riesgo de retraso en la expedición de las licencias es un riesgo que debe tratarse particularmente priorizada; el equipo scrum se debe preparar para estar al tanto de la gestión de las licencias y deberán actuar con agilidad, dentro del marco de ley, ante cualquier retraso de la entidad pública.

Por tanto, el sprint 3 tendrá como objetivo la entrega de las licencias que se requieren para poder desarrollar la obra civil, este Sprint tendrá una duración de 2 semanas y una suspensión aproximada de 7 semanas mientras la entidad pública emite las licencias; a continuación, se detalla la historia de usuario priorizada:

Tabla 15. *Sprint Backlog 3*

ID HISTORIA	HISTORIA	CONDICIONES (REQUISITOS FUNCIONALES) DoD	ROL RESPONSABLE	ENTREGABLE
C	Como líder de ingeniería	* Se debe entregar dos copias del contrato firmado y autenticado ante notaría. * Se debe entregar dos copias firmadas y	Asistente de búsqueda	Carpeta de contrato con toda la

ID HISTORIA	HISTORIA A	CONDICIONES (REQUISITOS FUNCIONALES) DoD	ROL RESPONSABLE	ENTREGABLE
	necesito el predio contratado con toda su documentación para tramitar todas las licencias.	<p>autenticadas de poder para tramite de licencias. * Se debe entregar copia de las escrituras del predio. * Se debe entregar copia del certificado de tradición y libertad del predio. * Se debe entregar copia de la cédula del propietario, o cámara de comercio y cédula del representante legal si el propietario es una empresa. * Se deberá incluir una carta en formato PDF con la descripción clara de ubicación y nomenclatura del predio. * La carpeta debe ser remitida en físico en sobre de manila marcado y adicional enviar en formato PDF al correo electrónico.</p>		documentación y poder para trámites.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para alcanzar el objetivo que plantea la historia de usuario, a continuación, las tareas que el equipo debe cumplir:

Tabla 16. Tareas Sprint 3

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDIENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
16	C	Tramitar licencia de construcción	60	líder de ingeniería	12, 13, 14	* Se debe tramitar la licencia ante entidad pública según todos los diseños. La licencia expedida debe ser entregada junto a todos los diseños.
17	C	Radical solicitud de licencia ante aeronáutica civil	30	líder de ingeniería	11	* Se debe entregar el permiso expedido por la aeronáutica civil.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La particularidad de este Sprint radica en que las tareas que debe realizar el equipo son mayoritariamente de seguimiento, pues finalmente quien otorga las licencias es un ente ajeno, es

por ello que el tiempo que tarda el Sprint se debe a factores externos que no son de manejo del equipo Scrum.

4.2.4. *Sprint 4*

En el Sprint 4 se desarrollarán todas las actividades constructivas y de obra civil, el objetivo del Sprint 4 es entregar los activos físicos que hacen parte de la infraestructura civil de que trata el caso de estudio. Se ha planeado un Sprint de 4 semanas, y a continuación se detallan las historias de usuario priorizadas.

Tabla 17. *Sprint Backlog 4*

ID HISTORIA	HISTORIA	CONDICIONES (REQUISITOS FUNCIONALES) DoD	ROL RESPONSABLE	ENTREGABLE	PRIORIZACIÓN
E	Como líder de construcción necesito las licencias aprobadas para asignar un contratista de obra civil	<ul style="list-style-type: none"> * Debe ser remitida en formato PDF vía correo electrónico. * Deben estar aprobadas por la entidad pertinente. * Deben estar vigentes y aptas para respaldar la obra. 	líder de ingeniería	Resoluciones de aprobación de licencias.	4
F	Como Contratista obra civil, necesito la asignación para dar inicio a la ejecución de la obra civil	<ul style="list-style-type: none"> * La asignación debe estar notificada por escrito por correo electrónico y soportada por una orden de compra en adjunto en formato PDF 	líder de construcción	Mail de asignación	4

ID HISTORIA	HISTORIA	CONDICIONES (REQUISITOS FUNCIONALES) DoD	ROL RESPONSABLE	ENTREGABLE	PRIORIZACIÓN
G	Como Contratista obra civil, necesito la entrega del predio para iniciar obras civiles	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe entregar copia del contrato de arrendamiento. * Se debe entregar números de contacto del propietario. * La entrega debe hacerse junto al propietario de manera presencial y firmar acta de entrega del predio en sitio. * A la entrega debe asistir el representante del contratista, contratante y propietario del predio. 	líder de construcción	Acta de entrega del predio	4
H	Como Contratista obra civil, necesito los diseños de la torre o estructura principal para iniciar con la fabricación	<ul style="list-style-type: none"> * Los planos deben remitirse en formato PDF y DWG al correo electrónico y se deben remitir planos ploteados físicos. * Los diseños deben incluir planos de despiece y planos de taller. 	líder de ingeniería	Planos en DWG, memorias de cálculo en formato PDF.	4
I	Como Contratista obra civil, necesito los diseños de la cimentación para iniciar con las obras civiles	<ul style="list-style-type: none"> * Los planos deben remitirse en formato PDF y DWG al correo electrónico y se deben remitir planos ploteados físicos. * Los diseños deben incluir planos de despiece de acero. * Los planos deben incluir características del concreto (Tipo, resistencia etc.) 	líder de ingeniería	Planos en DWG, memorias de cálculo en formato PDF.	4
K	Como Contratista obra civil, necesito los diseños SPT para dar inicio a la construcción del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe incluir despiece de materiales. * Debe incluir planos detallados de rutas y tipos de anclajes. * Los diseños deben ser remitidos via correo electrónico en formato PDF y planos en formato DWG. 	líder de ingeniería	Planos y diseños en formato PDF	4

ID HISTORIA	HISTORIA	CONDICIONES (REQUISITOS FUNCIONALES) DoD	ROL RESPONSABLE	ENTREGABLE	PRIORIZACIÓN
L	Como Contratista obra civil, necesito los diseños del cerramiento y obras complementarias para iniciar su construcción.	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe incluir todos los componentes como placas, remates de pisos, elementos de fijación tanto en piso como en torre, tanques y todos aquellos elementos que hagan parte de la radio base. * Se debe entregar planos en DWG. * Se debe entregar cartilla con el detalle de los materiales. * Se deben remitir los documentos por correo electrónico. 	líder de ingeniería	Planos en DWG, memorias de cálculo en formato PDF.	4

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para alcanzar el objetivo del Sprint, a continuación, las tareas que el equipo Scrum debe finalizar:

Tabla 18. Tareas Sprint 4

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
18	E	Asignación Contratista a Obra Civil	1	líder de ingeniería	11, 13, 14, 15, 16, 17	* Debe garantizar contrato que habilite la asignación del contratista, quien debe presentar pólizas y organigrama del personal.
19	H	Fabricar estructura metálica	15	Contratista obra civil	18	La estructura debe cumplir fielmente las características de diseño. Debe estar galvanizado en caliente.
20	I, K, L	Limpiar y descapotar terreno	2	Contratista obra civil	18	* El descapote debe garantizar que el terreno es viable para iniciar excavaciones.
21	I	Excavar de acuerdo a diseños de cimentación	5	Contratista obra civil	20	* La cimentación debe cumplir fielmente los diseños.

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
22	L	Excavar de acuerdo a diseños del cerco perimetral	3	Contratista obra civil	20	* La cimentación debe cumplir fielmente los diseños.
23	K	Excavar de acuerdo a diseños del SPT e instalaciones eléctricas	2	Contratista obra civil	15, 18	* La cimentación debe cumplir fielmente los diseños.
24	L	Armar acero de cimentación y cerco perimetral	1	Contratista obra civil	22	* El acero debe estar armado de acuerdo a los planos con las varillas descritas en los planos.
25	K	Instalar anillo de tierras	1	Contratista obra civil	23	* El anillo debe cumplir las características descritas en el diseño.
26	I	Fundir Concreto de cimentación y cerco perimetral	8	Contratista obra civil	22	* El concreto debe cumplir con la resistencia minia de 2500 Mpa * Se debe armar el acero tal como se especifica en los diseños. * Se debe anillar en caso de requerir cimentaciones tipo caisson. * El vaciado del concreto debe realizarse cumpliendo las recomendaciones expresas. * Se debe garantizar el diseño del concreto entregando ensayos de campo o certificación de concretera.

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
27	L	Fundir placas para plantas, equipos en piso y obras complementarias	2	Contratista obra civil	20	<ul style="list-style-type: none"> * El concreto debe cumplir con la resistencia mínima de 2500 Mpa * Se debe armar el acero tal como se especifica en los diseños. * Se debe anillar en caso de requerir cimentaciones tipo caisson. * El vaciado del concreto debe realizarse cumpliendo las recomendaciones expresas. * Se debe garantizar el diseño del concreto entregando ensayos de campo o certificación de concretera.
28	H, L	Pintar estructura y carpintería metálicas en piso	2	Contratista obra civil	19	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe usar pintura electrostática en todos los elementos. * El color debe corresponder el color descrito en las especificaciones técnicas
29	H	Armado o izaje de la torre tipo monopolo	5	Contratista obra civil	28	<ul style="list-style-type: none"> * El izaje del monopolo puede realizarse de manera manual o utilizando maquinaria. * El izado manual debe asegurar todas las condiciones de SST. * El izaje con maquinaria debe realizarse con el uso de maquinaria y personal certificado.

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
30	L	Construir cerco perimetral en bloque	10	Contratista obra civil	26	<p>* El muro debe estar perfectamente plomado.</p> <p>* Es necesario utilizar bloque macizo para garantizar la seguridad de la radio base.</p>
31	L	Instalar carpintería a metálica	3	Contratista obra civil	30	<p>* La puerta de acceso debe cumplir las condiciones técnicas determinadas.</p> <p>* La puerta de acceso debe estar dotada de candados de seguridad.</p> <p>* La instalación debe incluir soldaduras certificadas y galvanizadas en frio.</p> <p>* Toda la carpintería metálica debe estar galvanizada en caliente excepto los puntos de corte y soldaduras.</p>
32	H	Instalar mastilería y elementos de soporte de obras complementarias en torre	3	Contratista obra civil	29	<p>* Todos los elementos metalmecánicos deben estar galvanizados en caliente.</p> <p>* Todos los elementos deben cumplir lo descrito en los planos y diseños.</p>

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
33	L	Instalar mastilería y elementos de soporte de obras complementarias en piso	2	Contratista obra civil	27	<p>* Todos los elementos metalmecánicos deben estar galvanizados en caliente.</p> <p>* Todos los elementos deben cumplir lo descrito en los planos y diseños.</p>
34	H, J, K	Instalar escalera de acceso, línea de vida, Tablero de distribución general y sistemas de puesta a tierra y de protección contra rayos	2	Contratista obra civil	29	<p>* Todos los elementos metalmecánicos deben estar galvanizados en caliente.</p> <p>* Todos los elementos deben cumplir lo descrito en los planos y diseños.</p>
35	L	Realizar acabado del piso de la estación	2	Contratista obra civil	27	<p>* El acabado debe incluir geotextil y diseño de drenaje.</p> <p>* El acabado debe ser en agregado pétreo acorde a las especificaciones técnicas</p>

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. Sprint 5

El ultimo Sprint planeado el Sprint 5, tiene como objetivo entregar el inmueble al arrendador dando así al inicio operativo de la estación base construida. Para este Sprint se ha planeado un tiempo de 4 semanas con las siguientes historias de usuario priorizadas:

Tabla 19. Sprint Backlog 5

ID HISTORIA	HISTORIA	CONDICIONES (REQUISITOS FUNCIONALES) DoD	ROL RESPONSABLE	ENTREGA BLE
M	Como líder comercial, necesito la radio base construida para iniciar el proceso de comercialización del inmueble.	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe entregar carpeta con todos los planos de la radio base, planos del monopolo con detalle de mástiles disponibles para instalación de antenas, planos con detalle de escalerillas para cableado, tuberías disponibles, planos de los espacios construidos en piso y planos del cerco perimetral. * Se debe entregar especificaciones de energía, con el detalle de la carga disponible, tipo de energía (Trifásica, bifásica o monofásica), especificaciones del tablero de distribución. * Se debe incluir manual de instalación con las recomendaciones que deberá tener el posible arrendador al momento de realizar la instalación de los equipos. * Se debe incluir el detalle del proceso para ingreso al predio, especificando si requiere presentar carta de autorización o hacer registros en plataformas virtuales. 	Ingeniero residente	Acta de entrega final de obra a conformidad.
N	Como líder de operación, necesito la entrega formal del inmueble arrendado para iniciar su proceso de operación.	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe incluir la carpeta de recepción de infraestructura. * Se debe incluir las condiciones contratadas con el arrendador de la radio base. * Debe incluir matriz de escalamiento del arrendatario con números de contacto y correos electrónicos. 	Asistente comercial	Contrato de arrendamiento de la torre

Nota. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, las tareas correspondientes al Sprint 5:

Tabla 20. Tareas Sprint 5

TAREA ID	HISTORIA ID	TAREA	ESTIMACIÓN DÍAS	RESPONSABLE	DEPENDIENCIA (ID)	CONDICIONES DE APROBACIÓN
36	M	Entrega del inmueble al área comercial	1	Ingeniero residente	31, 34, 35	<ul style="list-style-type: none"> * La entrega debe incluir acta de entrega en sitio firmada por todas las partes a conformidad. * Se debe adjuntar la carpeta de estudios y diseños. * Se debe incluir protocolos de verticalidad de la estructura, torque, adherencia de pintura. * Se debe anexar manuales de uso y mantenimiento de la radio base.
37	M	Difusión del predio para arrendamiento	10	Líder Comercial	36	<ul style="list-style-type: none"> * Debe incluir la aprobación del director del proyecto. * Se debe anexar informe sobre los métodos de difusión. * Debe incluir el análisis del mercado.
38	M	Negociación de minuta para arrendamiento	8	Líder Comercial	37	<ul style="list-style-type: none"> * Se requiere el anexo de las propuestas y concesiones hechas a los propietarios de los predios.
39	M	Firma de contrato	5	Líder Comercial	38	<ul style="list-style-type: none"> * Debe presentar dos originales autenticados ante notaria con la firma del arrendador o vendedor. * Debe incluir certificados de tradición y libertad. * Si es arrendamiento debe anexar poder autenticado ante notaria para desarrollar trámites.
40	N	Entrega del inmueble al arrendatario y área de operación	1	Líder Operación	39	<ul style="list-style-type: none"> * Se debe incluir recibo a conformidad del arrendatario. * Se debe anexar informe con todas las condiciones acordadas con el arrendatario. * Se debe anexar matriz de escalamiento al arrendatario.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Con el cumplimiento de las tareas y alcanzando el objetivo de este último Sprint, se daría por alcanzado el objetivo del proyecto y se estarían concluyendo todas las etapas del proyecto propuesto en el caso de estudio.

4.3. Cambios en el Backlog

Punto clave del presente trabajo de investigación, es el hecho del que parte un proyecto de construcción, y es que su ciclo de vida es predictivo, sus tareas suelen tener precedencias y el cambio sobre la marcha no es un factor que favorezca el proyecto; por eso en el presente trabajo de investigación se entiende el proyecto caso de estudio de manera tal que pueda ser ajustado a la metodología Scrum, no obstante, existen características de las tareas e historias de usuarios, que no estaría en la disposición de recibir cambios sobre la marcha como por ejemplo el vaciado de concreto de la cimentación, pues una vez fundida la cimentación, realizar cambios sobre los diseños de la misma implicaría además de un trabajo extra representando en demolición y retiro del material vaciado, representaría sobre costos al proyectos y retrasos significativos en la fecha planeada de finalización.

Aún con lo expuesto, los cambios pueden ser aceptados de acuerdo a su magnitud e impacto sobre los aspectos significativos del proyecto en cada historia; a continuación, se algunos cambios y las condiciones para que los mismos sean aceptados:

Tabla 21. Manejo de cambios

TIPO DE CAMBIO	DETALLE	CONDICIONES PARA ACEPTAR
Cambio de predio o sitio para negociar y contratar	Es posible que se proponga un cambio en el predio elegido, dado por un ajuste en el polígono de búsqueda o un ajuste en el punto cero.	<ul style="list-style-type: none"> * El cambio debe ser acepta en la etapa previa a la firma del contrato * Cambiar la ubicación en etapas posteriores a la firma del contrato, hace que el proyecto vuelva a cero.
Cambio en el tipo de estructura.	Cambios en el tipo de estructura entre torres, monopolos, postes etc. Así como cambios en las características de la estructura como alturas, configuración, área en la base etc.	<ul style="list-style-type: none"> * Los cambios debe darse previo a la etapa constructiva. * Se debe tener en cuenta que cambios en alturas pueden afectar el diseño de la cimentación, por tanto, debe evaluarse en conjunto. * Los cambios que impliquen aumentos de altura, de áreas o que incluyan elementos adicionales o mayores cantidades de obra; impactarán directamente el presupuesto y la fecha de entrega de la radio base.
Cambio en el color de la estructura.	Cambio en el color, tonalidad y especificaciones técnicas de la pintura.	* Debe darse previo a la pintada de la torre. De darse posterior, es posible, pero implica retrasos en el izaje y sobre costos por el uso de más pintura.

TIPO DE CAMBIO	DETALLE	CONDICIONES PARA ACEPTAR
Cambio en el tipo de cimentación.	Cambios en el tipo de cimentación, profundidad, área entre otras características.	<ul style="list-style-type: none"> * Los cambios en la cimentación se deben dar en su etapa de diseño preferiblemente. * Cambios en los diseños pueden surtir pero genera sobre costos por los nuevos diseños. * Cambios en la etapa de excavación pueden darse, sin embargo de ser la excavación más grande al nuevo diseño, se incurre en sobre costos por más encofrados. * Cambios una vez fundida la cimentación implican actividades extra de demolición y retiro de material demolido, y sobre costos por mayores cantidades, así como mayores tiempos de ejecución. * No se recomienda éste tipo de cambios por poner en riesgo el punto de equilibrio de un proyecto. * Un cambio en el diseño de la torre que signifique aumento de cargas, desencadenará un cambio en la cimentación que aumente sus dimensiones, para éste caso se incurre en sobre costos y mayores tiempos de ejecución. No obstante, de ser el caso contrario, al disminuir el tamaño y/o dimensiones de la torre que implique menores cargas, es posible mantener la misma cimentación aclarando que, aunque está dentro del presupuesto, sería una cimentación sobre dimensionada.

TIPO DE CAMBIO	DETALLE	CONDICIONES PARA ACEPTAR
Cambio en las características del cerramiento.	Cambios en la altura del cerramiento, en el área que encierra el mismo, cambios en tipo de bloque etc.	<ul style="list-style-type: none"> * Los cambios en las características del cerramiento se deben dar en su etapa de diseño preferiblemente. * Cambios en los diseños pueden surtirse pero genera sobre costos por los nuevos diseños. * Cambios en la etapa de excavación pueden darse, sin embargo se incurre en sobre costos por mayores cantidades. * Cambios una vez fundida la cimentación del cerco implican actividades extra de demolición y retiro de material demolido, y sobre costos por mayores cantidades, así como mayores tiempos de ejecución. * No se recomienda éste tipo de cambios por poner en riesgo el punto de equilibrio de un proyecto.
Cambio en la distribución de la estación (Placas, torre etc.)	Cambios en la arquitectura de la radio base, distancias entre placas, distancia entre torre y placas, áreas para tránsito de técnicos etc.	<ul style="list-style-type: none"> * Los cambios deben darse previo a la construcción de todos los elementos. * Es posible hacer cambios parciales cuando algún elemento no esté construido. * En todo caso, de darse un cambio una vez el elemento esté diseñado y construido, se incurrirá en sobre costos por nuevos diseños y por actividades extra de demolición, así como mayores cantidades.
Cambios en la carpintería metálica.	Cambios en el acabado de puertas, cercas, ventanas, cajas etc.	<ul style="list-style-type: none"> * Los cambios deben darse previo a la fabricación de la carpintería metálica. * De darse cambios luego de fabricados los elementos, se incurre en sobre costos y mayores tiempos.
Cambios en la estratégica comercial de difusión del predio.	Cambio de estrategia entre difusiones masivas, redes sociales, revistar etc.	<ul style="list-style-type: none"> * Los cambios deben darse con prioridad. * Estos cambios son aceptados sobre la marcha siempre que se garantice un tiempo adecuado para la difusión.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Con la tabla anterior, se propone evaluar el tipo de cambio propuesto sobre el desarrollo del proyecto, analizando las posibilidades y flexibilidades en términos económicos y de tiempos, para de esta manera tomar una última decisión; por tanto se puede afirmar que todo cambio puede ser permitido, sin embargo, dado que existen cambios que implican mayores costos y/o afectaciones a los tiempos de entrega; se debe evaluar la disposición de la compañía para sumir esos sobre costos o a aceptar retrasos en la fecha de entrega de la radio base, por ello es recomendable que la situación sea analizada desde la estrategia corporativa.

4.4. Los eventos Scrum

Así como se describe en *La Guía Scrum los eventos Scrum son una oportunidad para inspeccionar y adaptar los artefactos, están diseñados para garantizar la transparencia en el proyecto y no realizarlos implicaría perder la oportunidad para inspeccionar y adaptar de manera adecuada el proyecto* (Schwaber & Sutherland, The Scrum Guide, 2020). A continuación, se describe el manejo propuesto a los eventos Scrum para el caso de estudio de que trata el presente trabajo.

4.4.1. Daily Scrum

Como se acotó de manera previa, el equipo del proyecto se ha definido como los participantes estratégicos del proyecto, dichos integrantes están listados en la tabla 5. Por consiguiente, lo más apropiado es que sea la totalidad del equipo esté presente en el Daily Scrum; aunque algunos roles no estén teniendo participación directa en el proyecto en algún punto de este, es importante que todo el equipo esté enterado del estado, avance, problemáticas y demás condiciones que se hayan sorteado, incluyendo tanto al director del proyecto (Scrum Master) y al líder comercial (Product Owner).

Por la misma naturaleza del proyecto de construcción, se recomienda que el Daily Scrum sea desarrollado al finalizar la jornada laboral; de esta forma se puede evaluar el avance del día, la proyección de trabajo del siguiente día, y se mantiene el objetivo del Sprint ajustado con todo el equipo. Aunque la recomendación en La guía Scrum es que el Daily Scrum sea presencial (Schwaber & Sutherland, La Guía Scrum, 2020) puede ser comprensible que roles como el líder de construcción y el residente de obra, que tienen roles de naturaleza en campo, tienen como base de trabajo la obra que generalmente está en un lugar distinto a las oficinas administrativas. Por lo anterior es recomendable siempre en lo posible desarrollar el Daily Scrum de manera presencial, pero en caso de no ser posible la asistencia de alguno de los integrantes del equipo, se sugiere utilizar alguna plataforma tecnológica que permita la telepresencia en tiempo real.

4.4.2. Sprint Review

Así como en el Daily Scrum, para el desarrollo del Sprint Review es importante la participación de todo el equipo Scrum, se deberá presentar el incremento del Sprint representado en el objetivo planteado para cada Sprint; se considera importante la participación de todo el equipo para que los incrementos sean de conocimiento de todos, así como las situaciones en contra para así garantizar la transparencia del proyecto.

El Sprint Review debe realizarse una vez finalizado el tiempo de cada Sprint, es decir que se realizarán según el planteamiento del presente trabajo en las semanas 3, 5, 14, 18 y 22.

4.4.3. Sprint Retrospective

El Sprint Retrospective, evento que da la oportunidad al equipo Scrum de interiorizar los aprendizajes, se sugiere sea desarrollado en cabeza del Scrum Máster junto a todo el equipo del proyecto. Este evento puede realizarse posterior a la realización del Sprint Review y se recomienda

dar un espacio generoso para el desarrollo del mismo (3 o 4 horas), para que el equipo pueda evaluar las fallas, los pendientes y de ésta manera se encuentren soluciones o planes de acción que aporten tanto al proyecto scrum como al desarrollo del mismo equipo.

4.5. Burndown Chart

El seguimiento del proyecto es un aspecto fundamental que permite llevar control y tomar acciones oportunas para mitigar deficiencias y garantizar alcanzar los objetivos del proyecto; de ahí que el Burndown chat es una herramienta de seguimiento primordial, por tanto a continuación se plantea el Burndown Chart para el seguimiento del proyecto scrum propuesto, dando claridad que se presenta en tablas como en gráficas con un escenario hipotético en donde se cumplieron los objetivos de todas las historias en la fecha planeada (escenario ideal del proyecto).

Para iniciar con la construcción del Burndown Chart, en primer lugar, se asigna una puntuación de acuerdo con el nivel de dificultad de la historio, además se establece la fecha en que quedará cumplida la historia:

Tabla 22. *Puntuación de Historias Burndown Chart*

ID HISTORIA	HISTORIAS	Puntos	Fecha Fin
A	Como líder de radio frecuencia necesito la identificación de la zona objetivo para determinar el polígono de búsqueda y punto cero.	5	5/dic/2022
B	Como Asistente de búsqueda, requiero la delimitación de la zona de búsqueda (polígono y punto cero) para realizar la búsqueda y contratación de un predio.	70	22/dic/2022
D	Como líder de ingeniería, necesito un predio contratado para ejecutar el estudio de suelos, diseño de cimentación, diseño del monopolio, diseño SPT, diseño instalaciones eléctricas.	35	6/ene/2023
C	Como líder de ingeniería necesito el predio contratado con toda su documentación para tramitar todas las licencias.	40	7/mar/2023
E	Como líder de construcción necesito las licencias aprobadas para asignar un contratista de obra civil	5	8/mar/2023

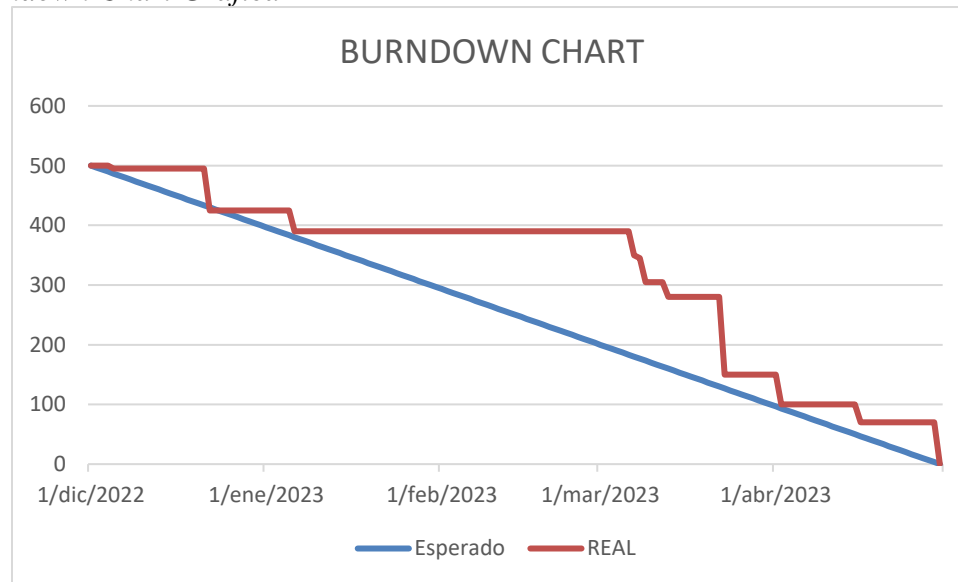
Fecha	Espera do	REA L	Fecha	Espera do	REA L	Fecha	Espera do	REA L	Fecha	Espera do	REA L	
8/dic/2022	477	495	15/ene/2023	350	390	22/feb/2023	3	223	390	1/abr/2023	97	150
9/dic/2022	473	495	16/ene/2023	347	390	23/feb/2023	3	220	390	2/abr/2023	93	100
10/dic/2022	470	495	17/ene/2023	343	390	24/feb/2023	3	217	390	3/abr/2023	90	100
11/dic/2022	467	495	18/ene/2023	340	390	25/feb/2023	3	213	390	4/abr/2023	87	100
12/dic/2022	463	495	19/ene/2023	337	390	26/feb/2023	3	210	390	5/abr/2023	83	100
13/dic/2022	460	495	20/ene/2023	333	390	27/feb/2023	3	207	390	6/abr/2023	80	100
14/dic/2022	457	495	21/ene/2023	330	390	28/feb/2023	3	203	390	7/abr/2023	77	100
15/dic/2022	453	495	22/ene/2023	327	390	1/mar/2023	3	200	390	8/abr/2023	73	100
16/dic/2022	450	495	23/ene/2023	323	390	2/mar/2023	3	197	390	9/abr/2023	70	100
17/dic/2022	447	495	24/ene/2023	320	390	3/mar/2023	3	193	390	10/abr/2023	67	100
18/dic/2022	443	495	25/ene/2023	317	390	4/mar/2023	3	190	390	11/abr/2023	63	100
19/dic/2022	440	495	26/ene/2023	313	390	5/mar/2023	3	187	390	12/abr/2023	60	100
20/dic/2022	437	495	27/ene/2023	310	390	6/mar/2023	3	183	390	13/abr/2023	57	100
21/dic/2022	433	495	28/ene/2023	307	390	7/mar/2023	3	180	350	14/abr/2023	53	100
22/dic/2022	430	425	29/ene/2023	303	390	8/mar/2023	3	177	345	15/abr/2023	50	100
23/dic/2022	427	425	30/ene/2023	300	390	9/mar/2023	3	173	305	16/abr/2023	47	70
24/dic/2022	423	425	31/ene/2023	297	390	10/mar/2023	23	170	305	17/abr/2023	43	70
25/dic/2022	420	425	1/feb/2024	293	390	11/mar/2023	23	167	305	18/abr/2023	40	70
26/dic/2022	417	425	2/feb/2024	290	390	12/mar/2023	23	163	305	19/abr/2023	37	70
27/dic/2022	413	425	3/feb/2024	287	390	13/mar/2023	23	160	280	20/abr/2023	33	70
28/dic/2022	410	425	4/feb/2024	283	390	14/mar/2023	23	157	280	21/abr/2023	30	70
29/dic/2022	407	425	5/feb/2024	280	390	15/mar/2023	23	153	280	22/abr/2023	27	70
30/dic/2022	403	425	6/feb/2024	277	390	16/mar/2023	23	150	280	23/abr/2023	23	70
31/dic/2022	400	425	7/feb/2024	273	390	17/mar/2023	23	147	280	24/abr/2023	20	70
1/ene/2023	397	425	8/feb/2024	270	390	18/mar/2023	23	143	280	25/abr/2023	17	70
2/ene/2023	393	425	9/feb/2024	267	390	19/mar/2023	23	140	280	26/abr/2023	13	70

Fecha	Espera do	REA L	Fecha	Espera do	REA L	Fecha	Espera do	REA L	Fecha	Espera do	REA L	
3/ene/202	3	390	10/feb/20	23	263	20/mar/20	23	137	27/abr/202	3	10	70
4/ene/202	3	387	11/feb/20	23	260	21/mar/20	23	133	28/abr/202	3	7	70
5/ene/202	3	383	12/feb/20	23	257	22/mar/20	23	130	29/abr/202	3	3	70
6/ene/202	3	380	13/feb/20	23	253	23/mar/20	23	127	30/abr/202	3	0	0
7/ene/202	3	377	14/feb/20	23	250	24/mar/20	23	123				

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo la tabla de comparativo de lo planeado vs lo real, se puede realizar la gráfica, a continuación, la gráfica final de seguimiento mediante el Burndown Chart:

Figura 7. Burndown Chart Gráfica



Elaboración propia.

Adoptar la propuesta del Burndown Chart en el proyecto de construcción, permitirá al equipo visualizar de manera más objetiva los avances del proyecto; medir la dificultad del proyecto

puede dar una visión más aterrizada del trabajo que se ha hecho, o que hace falta para alcanzar los objetivos.

5. Riesgos

Un aspecto importante dentro de la etapa de planeación y ejecución del proyecto de construcción de una estación base de telecomunicaciones (BSS), son los riesgos a los que pueda estar expuesto según el ambiente en el que se desarrolle. Cuando se aborda la implementación del marco de trabajo Scrum, de manera natural se generan algunas situaciones alrededor de la implementación, que pueden convertirse en una situación problema que pudo ser previsible. Es por eso que a continuación se listan los riesgos que propone el autor a tener en cuenta dentro del proceso de implementación que propone el presente trabajo.

Tabla 24. *Riesgos*

Detalle del riesgo	Clasificación	Propuesta de tratamiento	Probabilidad	Impacto	Plan de acción / Acciones propuestas
Que el equipo no se adapte al marco de trabajo	Liderazgo	Mitigar	Moderada	Total	Charlas, sensibilización, muestra de casos de éxito, coaching.
Que haya cambios en los integrantes del equipo	Gestión Humana	Mitigar	Baja	Moderado	Formar backups que puedan asumir las tareas de otros integrantes mientras se forma a los nuevos.
Que haya un cambio en el Scrum Master	Gestión Humana	Mitigar	Muy Baja	Alto	Formar un backup que apoye al nuevo Scrum Master.
Que el Product Owner no esté relacionado con Scrum	Liderazgo	Asumir	Alta	Bajo	Formar en Scrum al Product Owner.
Que haya un recorte presupuestal que obligue a reducir la cantidad de integrantes del equipo	Financiero	Asumir	Muy Baja	Alto	Formar Backups que puedan ser multitareas.
Que no se levanten las historias completas y/o adecuadamente	Liderazgo	Mitigar	Moderada	Alto	Prestar importancia en los Daily Scrum Meeting

Detalle del riesgo	Clasificación	Propuesta de tratamiento	Probabilidad	Impacto	Plan de acción / Acciones propuestas
Que el equipo no cumpla con los Daily Scrum Meeting	Liderazgo	Mitigar	Baja	Moderado	Seguimiento constante al equipo.
Que el Daily Scrum Meeting sea de más de 15 minutos y se expongan problemáticas sin resolver	Liderazgo	Mitigar	Alta	Moderado	Sensibilizar al equipo sobre el objetivo del Daily Scrum Meeting.
Que algunas tareas y/o historias a cargo del equipo se tarden más tiempo de lo planeado y superen la duración del Sprint.	Liderazgo	Mitigar	Alta	Alto	Mantener seguimiento constante y detallado en cada tarea del Sprint.
Que la expedición de las licencias a cargo de entidades externas se tarde más de lo planeado para el sprint	Externo	Mitigar	Muy Alta	Alto	Contemplar la posibilidad de mantener flexible el tiempo del Sprint en donde se gestionan las licencias; mantener constante seguimiento a la entidad pública; responder ágilmente a cualquier requerimiento extra de la entidad pública.
Que el equipo exprese inconformidad con el marco de trabajo en el Sprint Retrospective	Liderazgo	Mitigar	Moderada	Alto	Sensibilizar al equipo sobre las bondades de Scrum, hacer talleres prácticos y mostrar casos de éxito. Coaching.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los riesgos expuestos hacen referencia a las dificultades que pueden darse al poner en práctica la propuesta del presenta trabajo de investigación; es importante aclarar que el tratamiento de los riesgos propuestos debe asumirse de acuerdo con la metodología que quien ejecute el proyecto considere pertinente; por tanto, la clasificación de los riesgos y los demás procesos inherentes, deben estar acordes a las dinámicas de gestión de proyectos de cada entidad, empresa o corporación. Los riesgos asociados a la construcción de la estación base de telecomunicaciones

(BSS) del caso de estudio seleccionado, están propuestos en dichos documentos; no obstante, es importante aclarar que los riesgos inherentes a este tipo de proyectos pueden ser catalogados en la estructura básica de riesgos por categorías. A continuación, se detalla la descripción del tipo de riesgos que puede ser incluido en los proyectos de construcciones de estaciones base para telecomunicaciones (BSS):

✓ *Riesgos institucionales externos*: Este tipo de riesgos presenta un nivel de importancia significativa, pues al materializarse se pondría en riesgos la continuidad del proyecto con una amplia dificultad de respuesta, dado que la gestión de este tipo de riesgos es limitada debido a que no hay alcance o influencia sobre la entidad externa.

✓ *Riesgos institucionales internos*: La materialización de este riesgo genera un impacto importante en el desarrollo de los proyectos sobre todo en lo que respecta a la estabilidad administrativa y funcional del proyecto. Estos riesgos tienen un origen similar a los riesgos institucionales externos con la diferencia que su origen si está en la misma organización, por ellos es posible tener una mejor respuesta frente a la materialización de los mismos.

✓ *Riesgos financieros*: Son los riesgos asociados a la disponibilidad presupuestal del proyecto, aquí se incluyen tanto la disponibilidad presupuestal como los costos del mismo proyecto.

✓ *Riesgos personales*: Estos riesgos hacen referencia a los intereses particulares de algunas personas que estén relacionadas con el proyecto; generalmente interesados de alto nivel.

✓ *Riesgos técnicos*: Son los riesgos inherentes a la ejecución del proyecto, relacionados con las etapas de diseños y/o construcción.

✓ *Riesgos legales*: Aquí se incluyen todos los riesgos asociados a permisos, licencias y viabilidades ante entidades públicas y de control; es primordial incluir estos riesgos en el análisis

del proyecto, sobre todo con lo que respecta a la emisión de licencias, que puede generar una afectación importante al cronograma.

6. Impacto

Si bien se ha desarrollado una aplicación del marco de trabajo Scrum al caso de estudio; ya de manera previa se han citado las dificultades que representa dicho marco de trabajo en proyectos como los proyectos de construcción, sobre todo en lo que tiene que ver con el tipo de ciclo de vida y la naturaleza de la planeación de estos proyectos. No obstante, se han dado algunas pautas que permiten hacer integración del marco de trabajo Scrum a la construcción de una estación base de telecomunicaciones (BSS); sin embargo, es claro que existen algunos aspectos que no podrán ser ajustados tal como el marco de trabajo lo propone; además, realizar cambios bruscos en el alcance tendrá un impacto financiero en el negocio que amenazaría la estabilidad y la continuidad del proyecto.

Así mismo, realizar entregas parciales cuando se habla de una estación base de telecomunicaciones, es un concepto que no se puede homologar con la misma facilidad que se podría hacer en un proyecto de desarrollo de software, dado que la instalación de los equipos requiere del funcionamiento total de la estación base, por ejemplo, no es posible contemplar una primera entrega de la torre, dado que la torre se concibe funcional, únicamente hasta que todas las tareas han sido finalizadas.

Por lo anterior, aunque se haga un ajuste al proyecto para que su desarrollo sea lo más acorde posible al marco de trabajo Scrum, los tiempos de ejecución finalmente no tendrían el impacto significativo que se pudiera esperar para poder contar con esta variable como un beneficio significativo. No obstante, se consideran otros aspectos cualitativos que aportan de manera significativa y para el caso de estudio, generan valor al proyecto y al cliente final.

✓ *Un equipo más empoderado:* Si bien, las tareas del proyecto constructivo se mantienen; éstas sufren cambios en su ambiente, y el equipo las aborda desde una perspectiva más cercana, aun cuando algunas tareas no sean del resorte de uno u otro integrante del equipo, todos podrán participar y aportar desde su experiencia, de esta manera el proyecto se interioriza en cada persona y así se pueden sortear situaciones complejas con un mayor compromiso del equipo.

✓ *Un ambiente de trabajo más ágil:* Tal vez una de las propuestas más significativas en el marco de trabajo Scrum, son los eventos, que ayudan a que el equipo de trabajo logre identificar situaciones adversas u oportunidades de mejora de manera temprana, así se puede reaccionar mejor ante un cambio inminente y esto resulta en tiempos óptimos y menores impactos por causa de imprevistos.

✓ *Un equipo experto en lecciones aprendidas:* El desarrollo de cualquier proyecto tiene situaciones que dejen enseñanzas o lo que también se conoce como lecciones aprendidas; en el análisis realizado se encuentra que aplicando el marco de trabajo Scrum se da alta importancia al aprendizaje y a las lecciones aprendidas de cada Sprint. El equipo del proyecto se forma, aprende y deja las lecciones aprendidas como cimiento para futuros Sprint, y claro que sí, para futuros proyectos. Por lo anterior se considera una variable de gran valor, que un equipo Scrum para la construcción de estaciones base de telecomunicaciones (BSS), es un equipo con sólidas experiencias adquiridas e interiorizadas por las lecciones aprendidas.

✓ *Un equipo más comunicado:* Gracias a la dinámica propuesta por el marco de trabajo Scrum, el equipo del proyecto para el caso de estudio del presente trabajo, deberá estar comunicado de manera frecuente, siendo la comunicación el eje central de la transparencia del proyecto y del enriquecimiento de los artefactos. La comunicación del equipo de manera transparente, diaria, constructiva y social; sería el pasaporte a un ambiente de trabajo mucho más efectivo, asertivo y colaborativo.

✓ *Mejora en el relacionamiento con el cliente:* Al implementarse el marco de trabajo Scrum, el equipo del proyecto tendrá mayor flexibilidad y adaptación a los cambios; esta característica del equipo será transmitida al cliente final, quien en últimas será el mayor beneficiado y esto será un aspecto clave que podrá mejorar el relacionamiento con el cliente.

Implementar el marco de trabajo Scrum al proyecto del caso de estudio no tiene un costo real representado en la adquisición de bienes o servicios para la compañía; aunque sí implica un proceso de capacitación y entrenamiento del equipo, sin embargo, esta etapa de capacitación y entrenamiento, se consideraría una adquisición que, para este caso puntual, CONARCA tendría a su disposición para el resto de los proyectos que vienen hacia el futuro. Como ya se pudo exponer, los beneficios de la implementación del marco de trabajo trae consigo ventajas que no pueden ser ignoradas por su prometedora aporte de valor al proyecto, y por su enfoque a los resultados y a la necesidad del cliente tanto interno como externo; en definitiva se encuentra que los beneficios que representa la implementación del marco de trabajo Scrum a proyectos de construcción de una estación base de telecomunicaciones (BSS), superan sobre manera al esfuerzo operativo y/o económico que implica dicha implementación.

7. Resultados

Partiendo de los análisis previamente desarrollados y de los planteamientos que el autor entrega en términos de aplicación del marco de trabajo Scrum a continuación se listan los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos establecidos:

1. Resultado de las búsquedas realizadas en las bases de datos y de acuerdo a los descrito en el punto 3.3 *Caso de estudio*, el caso de estudio seleccionado cumple con las condiciones necesarias para el desarrollo del análisis planteado, dando las variables requeridas para la aplicación del marco de trabajo Scrum; una vez seleccionado el caso de estudio de título :”Dirección del proyecto estación base celular aplicando los estándares globales de PMI®” de los autores: Almanza Chávez, Rosita Rosario; Jurado Cáceres, Luis Daniel; Quispe Castillo, Jessica Doris y Páez Espinal, Verónica Livia; se da inicio a las etapas siguientes del presente trabajo.

2. Aunque se ha realizado un proceso de búsqueda extenso y detallado, no se han logrado encontrar trabajos o investigaciones previas que aborden puntualmente la aplicación del marco de trabajo Scrum a proyectos de construcción de estaciones base de telecomunicaciones (BSS); parte de este trabajo se sustenta en investigaciones que aplican el marco de trabajo en etapas de diseño de obras civiles, o en trabajos que aplican el marco en otros sectores; pero se puede afirmar que de acuerdo a lo evidenciado en las bases de datos, el presente trabajo marca un punto importante y aborda una temática no investigada previamente, buscando aplicar el marco de trabajo en proyectos de construcción de estaciones base de telecomunicaciones (BSS).

3. Dando continuidad y de acuerdo con la metodología propuesta, se realiza la aplicación del marco de trabajo Scrum al caso de estudio, para lo que el autor realizó todo el tratamiento necesario a la información sustraída del caso de estudio, estructurando la misma para la aplicación del marco de trabajo y presentando los datos en las diferentes tablas e ilustraciones que hacen parte del

desarrollo del presenta trabajo y que se pueden encontrar en los apartados 5, 6 y 7 del presente trabajo.

4. Aunque se ha logrado integrar el marco de trabajo al caso estudio, es claro que no es posible realizar la aplicación tal como lo recomienda el marco de trabajo, esto dada la naturaleza de un proyecto de construcción, pues su alcance tiende a ser estático y un cambio sobre el mismo puede representar sobre costos y retrasos significativos que se traducen en una afectación al cliente final. Es por eso que la aplicación del marco de trabajo scrum es viable para implementarse en un proyecto de construcción de una estación base de telecomunicaciones no obstante su aplicabilidad es parcial, esto implica que el scrum master debe evaluar con detalle los aspectos que podrán aplicarse, bajo qué condiciones, y muy importante: con qué criterio se va a implementar. Asimismo, se debe identificar aquellas recomendaciones que sí se pueden aplicar a este tipo de proyectos; con lo anterior se garantiza que, aunque la aplicabilidad del marco de trabajo scrum sea parcial, cumpla con las expectativas de todos los interesados, y finalmente logre el objetivo de aportar mayor valor al desarrollo del proyecto.

5. Con la propuesta del caso de estudio con marco de trabajo Scrum, es posible identificar los aspectos que benefician el desarrollo del proyecto; para eso se realizó el respectivo análisis cualitativo que estructura puntos clave al momento de desarrollar la construcción de una estación base de telecomunicaciones (BSS) usando marco de trabajo Scrum. Lo anterior en contraste con el costo representado en la implementación del marco de trabajo; tal como se describe en el apartado 8. Impacto a los costos; “los beneficios que representa la implementación del marco de trabajo Scrum a proyectos de construcción de una estación base de telecomunicaciones (BSS), superan sobre manera al esfuerzo operativo y/o económico que implica dicha implementación”.

8. Discusión

Con los resultados obtenidos se puede concluir que efectivamente es posible aplicar marco de trabajo scrum sobre proyectos construcción de estaciones base de telecomunicaciones. con los resultados del análisis y del planteamiento Scrum, específicamente con la propuesta de los Sprint, se puede identificar una mayor dificultad en las etapas de licenciamiento y de construcción, por ende se podría afirmar que en estas etapas la aplicación del marco de trabajo scrum es limitada, y tendría que aplicarse de manera parcial, no obstante, en el resto del desarrollo del proyecto no se evidencia mayores dificultades más allá de implicaciones en los costos, que en algunas situaciones pueden ser costos menores fáciles de asumir por las compañías, pero estas afectaciones a los costos en etapas de construcción pueden significar sobrecostos del doble respecto a lo planeado. Tal Como se expuso previamente esta situación es deberán analizarse de manera particular, pues es importante identificar la disponibilidad presupuestal, así como la estrategia corporativa que determinara si el cambio apunta directamente a las necesidades estratégicas de la compañía, motivo por el cual se justificaría el sobrecosto, de ser el escenario contrario, no se supondría necesario aceptar el cambio.

Por consiguiente, la decisión de aplicar el marco de trabajo scrum, recaería principalmente en la particularidad de cada proyecto, así como en la disposición de la empresa y en la flexibilidad del cliente.

9. Conclusiones

Acorde al análisis y el desarrollo del presente trabajo, se ha logrado encontrar elementos de juicio que permiten dar un concepto enfocado a otorgar una herramienta que, aunque, hasta la fecha no se utiliza profundamente en el desarrollo de proyecto de construcción, es una herramienta prometedora con una propuesta de trabajo diferente a lo que tradicionalmente se ha desarrollado en el mundo productivo y laboral. De todos los análisis realizados y los resultados obtenidos, se presentan las siguientes conclusiones:

✓ Aunque se encuentran dificultades asociadas a la rigidez del alcance y el impacto en el costo del proyecto en la construcción de estaciones base de telecomunicaciones (BSS), se puede afirmar que existe un nivel de aplicabilidad del marco de trabajo Scrum a proyectos de construcción de estaciones base de telecomunicaciones (BSS).

✓ Toda propuesta de cambio en el alcance del proyecto de construcción de una estación base de telecomunicaciones (BSS), puede considerarse siempre que se cuente con flexibilidad en el presupuesto y en los tiempos de entrega.

✓ Los cambios que se presenten en etapas tempranas del proyecto como etapas de negociación, estudios previos o diseños, son más aceptados por su bajo impacto en los costos del proyecto.

✓ Es posible adoptar los eventos propuestos por el marco de trabajo Scrum, encontrándose que, además, adoptarlos adecuadamente, aportaría al proyecto elementos de valor y marcaría una diferencia sustancial en el ambiente en el que se desenvuelve el proyecto.

✓ Al analizar el impacto que podría generar la implementación del marco de trabajo Scrum, tanto en beneficios como en desventajas; se encuentra que los beneficios sobre pasan ampliamente y justifican dicha implementación, pues los beneficios apuntan a un mayor rendimiento del equipo

y pueden ser elementos de valor en el fortalecimiento estratégico de los proyectos y de las compañías.

✓ Aunque en principio el análisis no permite ver una disminución sustancia en el tiempo del proyecto, se expone claramente que el equipo del proyecto estaría en condiciones de afrontar imprevistos de una mejor manera; por ello se esperaría una respuesta ágil a los cambios, a los imprevistos y a toda circunstancia que ponga en riesgo el objetivo del proyecto, disminuyendo de esta manera la probabilidad de retrasos e incumplimientos al cronograma pactado al cliente.

✓ Se puede contar con entregas de valor, en tiempos competitivos para el sector telecomunicaciones; lo anterior es posible siempre que se cuente con equipos preparados para responder ante situaciones externas, que minimicen tiempo de retrasos y garanticen el entregable en la fecha pactada. De darse, sería un aporte significativo al déficit que presenta el país en términos de infraestructura para las comunicaciones móviles.

✓ Con el modelo de tercerización de la infraestructura por medio de las empresas torreras, y aplicando éstas la metodología Scrum al desarrollo de sus proyectos; los operadores de telecomunicaciones pueden agilizar el proceso de expansión de su red en el país, dando así cumplimiento al mandato gubernamental en termino de cobertura.

10. Recomendaciones

En el desarrollo del presente trabajo de investigación, se pidieron aplicar los conceptos que se exponen del marco de trabajo Scrum, y fueron aplicados de manera estructurada al caso de estudio, encontrando situaciones que ya previamente se expusieron. Sin embargo, también es importante resaltar que el desarrollo permitió identificar algunas oportunidades que se plasman a continuación en las siguientes recomendaciones:

✓ Aunque el objetivo principal del presente trabajo de investigación se basa en la aplicación del marco de trabajo Scrum; se considera conveniente en futuras investigaciones, plantear la implementación de otros marcos de trabajo ágil. Ello permitiría identificar la compatibilidad y aplicabilidad de otros marcos frente a proyectos de construcción de estaciones base de telecomunicaciones (BSS).

✓ En vista de lo identificado en las bases de datos, con respecto a la casi nula existencia de investigaciones referentes a la aplicación de marcos de trabajo ágil en proyectos de construcción para estaciones base de telecomunicaciones (BSS), se extiende la invitación a la comunidad académica a continuar investigando acerca de esta temática; de ésta forma se seguirá nutriendo junto con éste trabajo de investigación la propuesta de ejecutar construcciones de estaciones base (BSS) basados en marcos de trabajo ágil, y será un aporte importante al desarrollo del sector.

✓ Es posible ampliar el rango de cobertura del marco de trabajo Scrum en estos proyectos incluyendo otras fases que hacen parte integral de la puesta en marcha de una estación base de telecomunicaciones (BSS); por tanto, es recomendable en próximas investigaciones, incluir aspectos como la instalación y configuración de equipos celulares, tendidos de fibra óptica, transmisiones por microondas y todos aquellos componentes que complementan las estaciones base.

✓ En vista que el modelo de construcción de estaciones base de telecomunicaciones puede tener variaciones en su proceso constructivo, lo anterior de acuerdo con el marco legal de cada país, el modelo operativo de cada compañía entre otras variables; se recomienda hacer variaciones de éste trabajo de investigación, haciendo foco en diferentes empresas del sector, de dicha forma sería posible realizar comparativos que puedan ofrecer conclusiones sobre los modelos que más se ajusten al marco de trabajo.

Referencias

- Aguilar Rozo, J. A., Rueda Vesga, L. M., & Leguizamón Barreto, S. M. (18 de Jun de 2021). *Ventajas de la metodología Scrum en la planeación de proyectos de construcción de vivienda en Bogotá*. Obtenido de Universidad EAN: <http://hdl.handle.net/10882/10804>
- Al Maamzi, ., &. (2020). The effectiveness of agile management on traditional projects within public organizations. *1218(1)*. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering. Recuperado el 21 de abr de 2022, de <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/1218/1/012037>
- Almanza Chávez, R. R., Jurado Cáceres, L. D., Quispe Castillo, J. D., & Páez Espinal, V. L. (30 de junio de 2020). Dirección del proyecto estación base celular aplicando los estándares globales de PMI®. *Dirección del proyecto estación base celular aplicando los estándares globales de PMI®*. Lima, Perú: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS.
- Armstrong, M. (March de 1997). Competition in telecommunications. *Volume 13, Issue 1*, Pages 64–82. Oxford Review of Economic Policy. Recuperado el 12 de April de 2022, de <https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1093/oxrep/13.1.64>
- Asomóvil. (s.f.). *Hacen falta de 7 a 10 mil antenas en Colombia: Asomóvil*. Obtenido de <https://www.asomovil.org/hacen-falta-de-7-a-10-mil-antenas-en-colombia-asomovil/>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) - Instituto Interamericano para el Desarrollo Económico y Social (INDES). (2016). *GESTIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO*.
- Bedoya Morales, L., Murcia Martinez, L. A., & Torres Peña, L. E. (2016). *PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA ESTACIÓN BASE DE TELEFONIA CELULAR UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA EN EL MUNICIPIO DE LA CALERA*. Obtenido de PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA ESTACIÓN BASE DE

TELEFONIA CELULAR UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA EN EL MUNICIPIO DE LA CALERA.

Business Agility: Business Agility announces new and innovative role based training for Chordiant Software. (14 de jun de 2004). M2 Presswire. Recuperado el 15 de 04 de 2022, de <https://www.proquest.com/wire-feeds/business-agility-announces-new-innovative-role/docview/444773096/se-2?accountid=45660>

Calle, M. (24 de Abril de 2020). *Ciclos de vida de un proyecto*. Obtenido de <https://marcocalle.com/ciclos-de-vida-de-un-proyecto/>

Camero Jiménez, V. H. (2009). Lineamientos de desarrollo para la provincia de Cañete : construcción de estaciones base de telecomunicaciones en la Cuenca del Rio Cañete. Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/16647>

Castillo Aranibar, P. (17 de Mayo de 2021). *LAS TELECOMUNICACIONES COMO UNA FUENTE DE PROGRESO PARA LA HUMANIDAD*. Obtenido de LAS TELECOMUNICACIONES COMO UNA FUENTE DE PROGRESO PARA LA HUMANIDAD: <https://ucsp.edu.pe/telecomunicaciones-como-una-fuente-de-progreso-para-humanidad/>

Chávez Sueldo, C. A. (2017). Aplicación de herramientas Lean en la ejecución de. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Clauss, T. A. (2021). Strategic Agility, Business Model Innovation, and Firm Performance: An Empirical Investigation. *38(3)*, 767–784. IEEE Transactions on Engineering Management. Recuperado el 16 de April de 2022, de <https://doi-org.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/10.1109/TEM.2019.2910381>

Comisión de regulación de comunicaciones. (septiembre de 2020). CÓDIGO DE BUENAS PRÁCTICAS AL DESPLIEGUE DE INFRAESTRUCTURA. Colombia.

Conelto ApS Obtains Patent for Tower Construction and a Method for Erecting the Tower Construction. (6 de mayo de 2015). Construction Patent News. *Global IP News*. Obtenido de <https://www.proquest.com/wire-feeds/conelto-aps-obtains-patent-tower-construction/docview/1678800407/se-2?accountid=45660>

Contreras, A., & Urdaneta, M. (Agosto de 2018). Ultra wideband antennas for communications systems on microwave frequency bands: A review. *Revista Ingeniería UC*, 25(2), 134-148. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Andry-Contreras/publication/334836152_Antenas_de_banda_ultra_ancha_para_sistemas_de_comunicaciones_en_las_bandas_de_microondas_Una_revisión/links/5d42e8f64585153e5933fabd/Antenas-de-banda-ultra-ancha-para-sistemas-de-c

Daily Commercial News and Construction Record. (2012). Mississauga adopts new telecommunications tower construction and modification protocol. 85(58). Obtenido de <https://www-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/trade-journals/mississauga-adopts-new-telecommunications-tower/docview/1004076258/se-2?accountid=45660>

Dimes, T. (2015). *Conceptos básicos de Scrum*. Babelcube Inc.

El-Moghazi, M., & Whalley, J. (2021). The International Radio Regulations. *The Case for Reform*. Giza, Egypt: Springer. Obtenido de <https://link-springer-com.craiu-stadigital.usantotomas.edu.co/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-88571-7.pdf>

Forbes, L. H. (2021). The Evolution of Lean Construction Education at US-based Companies. 182-193. *Lean Construction Journal*. Recuperado el 21 de Apr de 2022, de

<https://www.proquest.com/scholarly-journals/evolution-lean-construction-education-at-us-based/docview/2617207382/se-2>

Fowler, M. &. (2001). The agile manifesto. 9(8), 28-32. Software Development. Recuperado el 11 de abril de 2022, de <https://www.proquest.com/trade-journals/agile-manifesto/docview/222190361/se-2?accountid=45660>

Garzón Gómez, N. S. (2020). Análisis de proceso constructivo de torres de comunicación y normas técnicas. Bogotá, Colombia: UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11396/5886>

Gelperin, D. (2008). Exploring Agile. 1-3. ICSE: International Conference on Software Engineering.

Gomez Sanchez, S. J. (abril de 2012). *Metodologia de gestion de proyecto para la construccion de Torres autoportadas de Telecomunicaciones tomando como base el proyecto CR1037 de los Angeles de San Ramon*. Obtenido de Metodologia de gestion de proyecto para la construccion de Torres autoportadas de Telecomunicaciones tomando como base el proyecto CR1037 de los Angeles de San Ramon.

GSM, A. (2021). *La Economía Móvil en América Latina 2021*. Obtenido de https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2021/11/GSMA_ME_LATAM_2021_SPA.pdf

Harald Gruber, P. K. (1 de julio de 2011). Las telecomunicaciones móviles y el impacto en el desarrollo económico. *volumen 26(número 67)*, páginas 387–426. (P. económica, Ed.) Recuperado el 14 de 04 de 2022, de <https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1111/j.1468-0327.2011.00266.x>

History: The Agile Manifesto. (2005). 36(1), 14-15. Software World.

Huambachano, J. F. (25 de Sep de 2017). *¿Qué es Scrum?* Obtenido de Scrum.org The Home of Scrum: www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum

Huntley, J. (s.f.). New directions in US telecommunications regulation: the impact of the telecommunications act 1996 on 'local' provision. *Volume 8*, Pages 310–337. (AUTUMN, Ed.) *International Journal of Law and Information Technology*. Recuperado el 15 de abril de 2022, de <https://doi.org/10.1093/ijlit/8.3.310>

Kerscher, S. &. (2019). SCRUM4CONSULTING – Agile Project Management for Consulting Projects. *8(5)*, 1–17. *PM World Journal*.

Lartigue-Mendoza, J. &.-M. (23 de mayo de 2022). Los incluidos y los marginados de las telecomunicaciones en México. Un enfoque por hogar. *EconoQuantum*, *19(1)*, 53-82. Obtenido de <https://doi.org/10.18381/eq.v19i1.7239>

López, R. (2008). *Gerencia de la construcción: guía para profesionales*. Ecoe Ediciones. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/69058>

Navarro Cadavid, A., Fernández Martínez, J. D., & Morales Vélez, J. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *11(2)*, 30-39. *PROSPECTIVA*. Recuperado el 21 de abril de 2022, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250736004>

OSIPTEL Organismo Supervisor de Inversión. (2014). *Infraestructura de redes móviles en el Perú: análisis y recomendaciones para promover su mejora*. San Borja, Perú.

Platzi. (s.f.). *Flujo de trabajo SCRUM*. Obtenido de <https://platzi.com/clases/1307-scrum-2018/11889-flujo-de-trabajo-scrum/>

Rad, N., & Turley, F. (2019). *Los fundamentos de ágil Scrum*. Van Haren Publishing.

Rayo Cedillo, J. A. (2015). *Guía para la Normalización del Proceso Constructivo en Guayaquil*, Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

Reyes, G. (julio de 2013). Gerencia de proyectos: aplicación a proyectos de construcción de edificaciones. Universidad de los Andes. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/69464>

Sánchez Villanueva, C. (2015). *Procesos constructivos y análisis comparativo de costos de una radio base en la localidad de Santa Anita y Breña*. Obtenido de Procesos constructivos y análisis comparativo de costos de una radio base en la localidad de Santa Anita y Breña: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5634>

Schwaber, K., & Sutherland, J. (Noviembre de 2020). La Guía Scrum. Obtenido de <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-European.pdf>

Schwaber, K., & Sutherland, J. (Nov de 2020). The Scrum Guide. *The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. Recuperado el 21 de Abr de 2022, de <https://billlewisstraining.com/wp-content/uploads/2017/02/PMP-Agile-Study-Materials.pdf>

Sonia I. Mariño, P. L. (dic de 2014). Implementación de SCRUM en el diseño del proyecto del Trabajo Final de Aplicación. *19 (4)*. Scientia et Technica Año XIX. Recuperado el 15 de abril de 2022, de <https://web-p-ebsohost-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=cd1979aa-6b37-4c58-8fa2-39b6dd37959f%40redis>

Stabile, L. (2020). Innovación De Modelo De Negocio: Centralidad en El Cliente Y Agilidad. *21*, 103–139. Palermo Business Review.

Streule, T. M. (2016). Implementation of Scrum in the Construction Industry. *164*, 269–276. Procedia Engineering. Recuperado el 21 de Apr de 2022, de <https://doi-org.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/10.1016/j.proeng.2016.11.619>

Subramanian, N. &. (2022). Assessment Framework for Agile HRM Practices. *23(1)*, 135–149.

Global Journal of Flexible Systems Management. Recuperado el 11 de abril de 2022, de <https://doi-org.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s40171-021-00294-6>

Techt, U. (2016). *Proyectos que Fluyen : Más Proyectos en Menos Tiempo*. (P. E. Central,

Recopilador) Ibidem Verlag. Recuperado el 15 de abril de 2022, de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecausta->

[ebooks/detail.action?docID=5782208](https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecausta-ebooks/detail.action?docID=5782208).

TELECOM, R. R. (29 de noviembre de 2019). *Las empresas de torres de telefonía duplicarán sus*

ingresos en Europa. Obtenido de

<https://www.redestelecom.es/infraestructuras/noticias/1115556001803/empresas-de-torres-de-telefonía-duplicarán-ingresos-europa.1.html>

Torrente, G. d. (2021). Scrum Framework and Health Solutions: Management and Results. *284*,

290–294. *Studies in Health Technology and Informatics*. Recuperado el 20 de 04 de 2022, de <https://doi-org.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/10.3233/SHTI210725>

Valora Analitik. (16 de Marzo de 2021). *S&P: Competencia, reto del sector de telecomunicaciones*

en Colombia para 2021. Obtenido de <https://www.valoraanalitik.com/2021/03/16/s-p-competencia-reto-sector-telecomunicaciones-en-colombia/>

VICENTE, H. S. (2019). ESTIMATION OF SPEED IN DESIGN TEAMS: Implementation of

Agile Tools for Retail & Construction Management. 142–155. *Journal of Modern Project*

Management. Recuperado el 21 de Apr de 2022, de <https://doi-org.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/10.19255/JMPM01809>

Ysmael Ormeño Zender, &. G. (2021). Use of Scrum in the rehabilitation of a commercial building

in Peru. *21(2)*, 145-163. *Construction Innovation*. Recuperado el 21 de Apr de 2022, de <http://dx.doi.org/10.1108/CI-12-2019-0140>