



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

TRABAJO DE GRADO

PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS  
URBANAS MAYORES A CIEN (100) METROS BASADAS EN LAS MEJORES  
PRÁCTICAS DE SCRUM EN EL MUNICIPIO DE FUNZA - CUNDINAMARCA

Presentado por:

LUIGI SÁNCHEZ PEÑA	551385
MARY LUZ QUINTERO GUARÍN	551398

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS  
MAYO DE 2020  
BOGOTÁ D.C.



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

TRABAJO DE GRADO

PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS  
URBANAS MAYORES A CIEN (100) METROS BASADAS EN LAS MEJORES  
PRÁCTICAS DE SCRUM EN EL MUNICIPIO DE FUNZA - CUNDINAMARCA

Presentado por:

LUIGI SÁNCHEZ PEÑA	551385
MARY LUZ QUINTERO GUARÍN	551398

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE OBRA

DIRECTOR:

Ing. Jaime Nereo Romero

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS  
MAYO DE 2020  
BOGOTÁ D.C.



## Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



**Sin Obras Derivadas** — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Bogotá 1 de junio de 2020

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por la oportunidad de realizar esta especialización, en este momento de mi vida. A mi familia que siempre me ha apoyado en todos mis proyectos, a mis asesores técnico, metodológico y los docentes de la universidad Católica de Colombia, porque gracias a ellos tuve la oportunidad de realizar este documento.

Luigi Sánchez Peña

Quiero dar gracias a Dios por ser mi guía en todos los proyectos que he emprendido en mi vida, a mis hijos por ser el motor que día a día me llevan a querer ser mejor profesional y madre.

A mi padre que, aunque ya no está en este mundo siempre me apoyo en mis proyectos, a mi madre y hermanos gracias. A mis tutores Ing Edgar Alberto Morales y el Ing. Jaime Romero y profesores de la universidad por guiarme en este proceso de aprendizaje.

Mary Luz Quintero Guarín

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
1. GENERALIDADES .....	11
1.1. LINEA DE INVESTIGACIÓN .....	11
1.2. ANTECEDENTES.....	11
1.1.1. Antecedentes del problema .....	13
1.1.2. Pregunta de investigación.....	14
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	14
1.4. OBJETIVOS .....	16
1.4.1. Objetivo general .....	16
1.4.2. Objetivos específicos .....	16
2. MARCO DE REFERENCIA .....	17
2.1. MARCO TEORICO .....	17
2.1.1. Principios de manifiesto ágil: .....	19
2.2. MARCO JURIDICO.....	21
2.3. MARCO GEOGRAFICO .....	21
2.4. MARCO DEMOGRAFICO.....	22
2.5. ESTADO DEL ARTE.....	25
3. METODOLOGÍA.....	30
3.1. ANÁLISIS ENTRE LA METODOLOGÍA TRADICIONAL Y LA METODOLOGÍA SCRUM.....	31
3.1.1. Metodología tradicional .....	31
3.1.2. Metodología ágil basada en scrum.....	35
3.1.3. Fases del trabajo scrum.....	36
3.1.3.1. Asignación de roles .....	36
3.1.3.2. Definición del Product Backlog (Lista de producto). .....	37
3.1.3.3. Definición de los sprints. ....	38
3.1.3.4. Definición y planeación Sprint.....	39
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	43

4.1. COMPARACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS.....	43
4.2. INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	44
4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	45
4.4. ALCANCES Y LIMITACIONES .....	45
5. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTOS .....	46
CONCLUSIONES.....	47
BIBLIOGRAFIA.....	48

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2. Ejemplo de product Backlog. ....	37
Tabla 3. Eventos a tener en cuenta. ....	40
Tabla 4. Sprint Review. ....	41
Tabla 5. Sprint retrospective. ....	41
Tabla 6. Diferencias entre metodología tradicionaly ....	43



## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación Geográfica de Funza en el Departamento de Cundinamarca .....	22
Ilustración 2. Clasificación de los perfiles viales según la importancia. ....	24
Ilustración 3. Características de los perfiles viales. ....	24
Ilustración 4. Planificación tradicional en cascada vs. Planificación en Sprints. ....	26
Ilustración 5. Ciclo de vida de un proyecto según metodología tradicional .....	31
Ilustración 6. Ciclo de vida según metodología tradicional Ejemplo Vía Funza.....	33
Ilustración 7. Planificación de los sprints. ....	39
Ilustración 8. Tablero de seguimiento del sprint. ....	40
Ilustración 9. Proceso de metodología. ....	42
Ilustración 10. Descripción de los participantes scrum. ....	42
Ilustración 11. Descripción gráfica con .....	43
Ilustración 12. Comparación entre metodología tradicional y scrum.....	44

## INTRODUCCIÓN

Con el presente documento se quiere proponer una Metodología para la construcción de vías urbanas mayores a cien (100) metros basadas en las buenas prácticas de Scrum en el municipio de Funza – Cundinamarca.

Teniendo en cuenta que el municipio ha tenido un importante desarrollo durante la última década y aunado a esto la población del área urbana ha tenido un alto crecimiento; lo que ha llevado a que la administración municipal tenga la necesidad de construir más vías que permitan una mejor movilidad para la población usuaria de transporte vehicular, tanto particulares como de servicio público y que ayuden a que el desarrollo socio económico y cultural de la población funzana sea más dinámico y genere el menor impacto posible toda vez que las obras de infraestructura vial generan durante su construcción impactos negativos al servicio de transporte y a la comunidad .

Los contratistas que ejecutan proyectos de infraestructura vial en el municipio de Funza (Cundinamarca), necesitan optimizar los procesos constructivos, con el propósito de minimizar tiempos de ejecución y por consiguiente realizar entregas de un producto que, a pesar de no estar terminado en su totalidad, sea funcional para los diferentes usuarios garantizando un servicio efectivo sin riesgos para la comunidad.

## 1. GENERALIDADES

Se realizará una explicación de los motivos que generaron la intención de desarrollar una Metodología para la construcción de vías urbanas mayores a cien (100) metros basadas en las buenas prácticas de Scrum en el municipio de Funza - Cundinamarca, a fin de mejorar los tiempos de ejecución de obras de infraestructura vial, con el propósito de minimizar el traumatismo que se genera actualmente con la ejecución de este tipo de obras.

### 1.1. LINEA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con la metodología de la investigación planteada por la Universidad Católica de Colombia para el posgrado en gerencia de obras, la línea de investigación del presente trabajo de grado, se considera que es Gestión integral y dinámica de las organizaciones empresariales, de igual manera el tipo de investigación que se desarrollará es proyectivo según la metodología planteada por la universidad.

### 1.2. ANTECEDENTES

Teniendo en cuenta que en la actualidad el municipio de Funza viene desarrollando obras viales utilizando procesos constructivos basados en metodologías convencionales, lo que lleva a que estos métodos sean más dispendiosos y tomen mayor tiempo en su ejecución y que generan pérdidas económicas a los diferentes implicados en el área de intervención (llámense comercio o propietarios), es necesario plantear una solución a esta problemática.

Se hace necesario identificar la manera de desarrollar proyectos para construcción de vías urbanas de forma rápida, en la que todos los actores que ejecutan las diferentes actividades constructivas de esta clase de proyectos, logren engranarse de manera coordinada con el propósito de ser más productivos en la ejecución y poder culminar los proyectos en menor tiempo y causando el menor impacto posible a la comunidad aledaña a los proyectos.

A pesar de que las metodologías ágiles fueron inicialmente trabajadas para proyectos de ingeniería de software, es evidente que en este mundo tan cambiante se ha podido aplicar en otros campos de la ingeniería, debido a la continua mejora en los diferentes procesos que se pretendan desarrollar.

De acuerdo a lo expuesto en “forprojectpros.com” con la implementación de Scrum en proyectos en los que su desarrollo es complicado durante su proceso de ejecución, evidentemente se necesita aplicar a esta clase de proyecto parámetros que puedan manejarse en diferentes escenarios.<sup>1</sup>

Es por ello que se optó por implementar la metodología Scrum, la cual permite abordar proyectos complejos desarrollados en entornos dinámicos y cambiantes de un modo flexible, con entregas parciales y regulares de la infraestructura con base a cumplir la meta de inaugurar. La metodología Scrum bien implementada siempre ofrece rapidez de resultados y en los que la flexibilidad es un requisito, Scrum ofrece agilidad y aporta valor al equipo de trabajo.

En principio se hace casi impensable la aplicación de las metodologías ágiles en el sector de la construcción, ya que los productos de la construcción generalmente son monos lineales y sin retroalimentación en su desarrollo (edificios, túneles, puentes, etc.). Pero no hay que centrarse en la planificación del producto, sino en el camino hacia el desarrollo, en los procesos de cambios, con alcances adicionales y en requerimientos específicos de los clientes respecto a las dimensiones del proyecto (plazos, costos, etc.). Este puede ser el modo de aproximación para integrar las metodologías ágiles., utilizando metodologías ágiles particularmente Scrum, teniendo en cuenta esta se puede adaptar a diferentes tipos de proyectos en los que se hace necesario entregar productos en el corto plazo para tener usuarios satisfechos. Teniendo en cuenta que, en la cátedra de Gestión de proyectos y organizaciones, se expuso el tema de metodologías ágiles entre las cuales se abordó el tema de Scrum; se consideró que para dar solución al problema que se presenta en la actualidad en el municipio la metodología Scrum se adapta mejor a los procesos constructivos, teniendo en cuenta que en el desarrollo de la construcción de vías se generan diversos problemas por retrasos lo que conlleva a pérdidas económicas tanto para contratistas como para la población beneficiada y por ende puede llegar a afectar la calidad de las obras. Al implementar la metodología Scrum para la construcción

---

<sup>1</sup> For Project Pros, Diciembre 13 de 2017, “INTERVENCION DE UNA OBRA CON METODOLOGIA SCRUM” Disponible desde Internet en: <<https://forprojectpros.com/intervencion-de-una-obra-con-metodologia-scrum/>>

de vías urbanas, se busca mejorar los tiempos de ejecución de la obra, puesto que, al ser un proceso repetitivo en todo su desarrollo, durante su ejecución se pueden evidenciar las falencias constructivas que se presenten y buscar mejores alternativas de solución, las cuales puedan ser realizadas de forma tal que se optimicen los procesos para los tiempos de entrega.<sup>2</sup>

### 1.1.1. Antecedentes del problema

Se realizó una verificación de los plazos de ejecución para obras de infraestructura vial urbana en el municipio de Funza, para ello se consultó en la Secretaría de Infraestructura del municipio de Funza y en el portal de contratación estatal Colombia Compra Eficiente para diferentes procesos de construcción de vías, encontrando que existe diferencia entre los plazos contratados y los tiempos reales de ejecución, lo que ha generado que la población se vea afectada en su economía y que la entidad reciba quejas continuas por parte de la comunidad.

Tabla 1. Histórico de contratos de infraestructura vial en el municipio de Funza-Cundinamarca.

No. CONTRATO	OBJETO	PLAZO INICIAL	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINACIÓN INICIAL	FECHA DE TERMINACIÓN REAL	DIFERENCIA (MESES)
372-2012	CONSTRUCCIÓN ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN DE LA CALLE 24 ENTRE CARRERA 2B Y 2C, MUNICIPIO DE FUNZA - CUNDINAMARCA	4 MESES	8/01/2012	8/05/2012	7/05/2013	12,13
137-2013	CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA Y ANDENES Y RENOVACIÓN DEL ALCANTARILLADO DE LA CALLE 13 ENTRE CARRERAS 9 Y 13 MUNICIPIO DE FUNZA - CUNDINAMARCA	3 MESES	6/05/2013	5/08/2013	21/11/2013	3,60
449-2014	CONSTRUCCIÓN DE LA VIA SOBRE LA CALLE 21 No. 3 - 13 Y CARRERA 4, CANALIZACIÓN ALUMBRADO PÚBLICO Y TELEMÁTICOS SOBRE LA CALLE 21 ENTRE CARRERAS 2 Y 4 MUNICIPIO DE FUNZA - CUNDINAMARCA Y CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA CALLE 21 ENTRE CARRERAS 4 Y 6 DEL MUNICIPIO DE FUNZA CUNDINAMARCA, EN CUMPLIMIENTO AL PLAN DE DESARROLLO FUNZA AVANZA CON GARANTÍA DE CIUDAD 2012-2015	6 MESES	20/10/2014	19/04/2015	19/05/2015	1,00
472-2015	CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTOS DE VÍAS Y ANDENES FASE III, SEGÚN ANEXO TÉCNICO Y MEJORAMIENTO Y/O MANTENIMIENTO DE VÍAS EN CUMPLIMIENTO DE LOS CONVENIOS SUSCRITOS CON EL ICCU 361,362, 363 Y 364, DE 2015 EN CUMPLIMIENTO AL PLAN DE DESARROLLO FUNZA AVANZA CON GARANTÍA DE CIUDAD 2012-2015	1,3 MESES	20/11/2015	31/12/2015	29/04/2016	4,00
374-2016	CONSTRUCCIÓN FASE I - 2016 DE VÍAS Y ANDENES EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE FUNZA, CUNDINAMARCA	4 MESES	19/10/2016	18/02/2017	14/05/2017	2,83
477-2017	CONSTRUCCIÓN DE VÍAS Y ANDENES FASE I-2017 EN EL MUNICIPIO DE FUNZA, CUNDINAMARCA, EN CUMPLIMIENTO AL PLAN DE DESARROLLO DE FRENTE CON LA GENTE JUNTOS AVANZAMOS 2016-2019	5 MESES	21/11/2017	20/04/2018	12/10/2018	5,83

Fuente: Secretaría de Infraestructura Municipio de Funza – Cundinamarca.

En la tabla anterior se puede apreciar que los tiempos de ejecución plateados por

<sup>2</sup> García Miguel, Jul 18, 2019, “Scrum y las metodologías ágiles en construcción”, Disponible desde Internet en: < <https://miguelgarcia.me/scrum-y-las-metodologias-agiles-en-construccion> >

la entidad difieren de los realmente ejecutados por los contratistas, lo que genera pérdidas económicas para todos los participantes (contratista y comunidad), esto debido a diferentes factores que afectan el normal desarrollo de los trabajos como son condiciones climáticas, fuentes de materiales, decisiones a tomar durante la ejecución de los trabajos ya que cuando se generan problemas estos deben ser resueltos en los comités que normalmente se realiza 1 en la semana con la presencia de la supervisión del contrato, los especialistas y directores tanto de obra como de interventoría.

Adicional a esto, se ha evidenciado que los diagnósticos del estado de redes húmedas y secas, no corresponden a lo encontrado en terreno, lo que ocasiona retrasos en el desarrollo de las actividades contractuales hasta que las empresas prestadoras de servicios emitan los respectivos conceptos técnicos.

#### 1.1.2. Pregunta de investigación.

¿Cómo se pueden optimizar los tiempos de ejecución y entrega de obras de infraestructura vial mayores a cien (100) metros en el municipio de Funza – Cundinamarca haciendo uso de la metodología Scrum?

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

Dentro de los procesos de Scrum para proyectos de software es muy fácil; pues llamarlo como “un modelo de procesos” es un exceso, ya que en la realidad es un conjunto de procesos y buenas prácticas en el desarrollo del mismo, en los que se demuestra que se puede entregar un producto final de gran valor con agilidad y eficacia.<sup>3</sup>

Y la verdad es que implementar Scrum en una compañía no es sencillo, ya que se debe adecuar y transformar la forma de pensar y en su modo de actuar dentro del actuar ante los retos de los diferentes proyectos, ya que es muy diferente adoptar prácticas ágiles y otra crear una empresa ágil.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> Palacio Juan, octubre de 2007, “Flexibilidad con Scrum”, Disponible desde Internet en: <[https://www.scrummanager.net/files/flexibilidad\\_con\\_scrum.pdf](https://www.scrummanager.net/files/flexibilidad_con_scrum.pdf)>.

<sup>4</sup> Palacio Juan, octubre de 2007, “Flexibilidad con Scrum”, Disponible desde Internet en: <[https://www.scrummanager.net/files/flexibilidad\\_con\\_scrum.pdf](https://www.scrummanager.net/files/flexibilidad_con_scrum.pdf)>.

El ambiente de las empresas del conocimiento es muy diferente a aquellas que originaron la gestión de proyectos, con una necesidad de productos orientados a tener resultados inmediatos y tangibles y de dar respuestas inmediatas a la evolución del mercado en el que se desenvuelven estos.<sup>5</sup>

Los clientes parten de una idea aparentemente clara, pero en este tiempo donde los requerimientos de los productos van cambiando en forma activa y con la velocidad en la que se mueven los mercados es necesario la innovación inmediata, como está ocurriendo en el sector de la construcción que cada vez es más cambiante en pro de la comodidad del resultado final y la satisfacción del cliente.<sup>6</sup>

El municipio de Funza Cundinamarca, ha tenido un desarrollo económico que ha venido creciendo en la última década, razón por la cual se generó la necesidad de construir vías para darle un mayor dinamismo a la movilidad del municipio, pero en busca de ello las intervenciones que se han realizado debido a diferentes factores han ocasionado que desde la parte gerencial la ejecución de las obras con los métodos convencionales presenten demoras en sus entregas a los usuarios finales ocasionando diversos problemas a la comunidad.

Utilizando la metodología Scrum se quiere plantear una Metodología para la construcción de vías urbanas mayores a cien (100) metros basadas en las mejores prácticas de Scrum en el municipio de Funza – Cundinamarca, con el propósito de poder hacer entregas parciales de tramos viales que componen una vía en tiempos más cortos, esto con el fin de brindar al cliente (comunidad) menor impacto en cuanto a afectación de las obras en su economía y bienestar.

Gracias a que esta metodología permite desarrollar con claridad, supervisión y adaptación de los posibles problemas que se puedan suscitar en la ejecución de las obras, debido a que las buenas prácticas de Scrum permite optimizar los diferentes procesos constructivos, por medio del seguimiento de las tareas del equipo de trabajo, es de considerar que se puede aplicar a proyectos de infraestructura vial obteniendo favorables resultados en la entrega final y puesta en marcha, lo que beneficiaría a todos los actores del proceso como son contratista, comunidad, interventoría y administración municipal.

---

<sup>5</sup> Gestión de proyectos con Scrum Manager, Juan Palacio, 2015 Disponible desde Internet en <<https://www.scrummanager.net>>

<sup>6</sup> Gestión de proyectos con Scrum Manager, Juan Palacio, 2015 Disponible desde Internet en <<https://www.scrummanager.net>>

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. Objetivo general

Proponer una Metodología para la construcción de vías urbanas mayores a cien (100) metros basadas en las buenas prácticas de Scrum en el municipio de Funza - Cundinamarca

### 1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar las diferencias entre el modelo tipo cascada y el modelo Scrum.
- Definir los roles del equipo de trabajo Scrum, para establecer las responsabilidades de cada uno dentro del proyecto.
- Plantear la metodología basada en las buenas prácticas de Scrum para poder implementarla en las obras que el municipio de Funza, Cundinamarca pueda llegar a requerir.



## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. MARCO TEORICO

Teniendo en cuenta que las metodologías ágiles han sido trabajadas principalmente en proyectos de ingeniería de software, es necesario dar algunas definiciones sobre los roles, artefactos, eventos y otros conceptos básicos y fundamentales para aclarar la terminología que se utilizara en el desarrollo de este proyecto basado en Scrum.

Según la guía de Scrum<sup>7</sup>, se tienen las siguientes definiciones:

- Scrum: Es un marco de trabajo para desarrollar, entregar y mantener productos complejos. Scrum muestra la eficacia relativa de las técnicas de gestión de producto y las técnicas de trabajo de modo que podamos mejorar continuamente el producto, el equipo y el entorno de trabajo.
- El Equipo Scrum (Scrum Team): Este equipo lo conforman las partes interesadas del proyecto como el propietario de este, el grupo de profesionales que desarrollaran el proyecto desde la parte gerencial y el coordinador del equipo Scrum.
- El Dueño de Producto (Product Owner): El Dueño de Producto es el responsable de maximizar el valor del producto resultante del trabajo del Equipo de Desarrollo.
- El Coordinador del Equipo (Scrum Master): Es el encargado de liderar el equipo de trabajo y su función principal es la de llegar a alcanzar los objetivos de los proyectos a cargo.
- El Equipo de Desarrollo (Development Team): El Equipo de Desarrollo consiste en los profesionales que realizan el trabajo de entregar un incremento de producto “Terminado” que potencialmente se pueda poner en producción al final de cada Sprint.

---

<sup>7</sup> Scrum Guides, “¿Qué es el scrum?”, Disponible desde Internet en < <https://www.scrumguides.org/> >

- Eventos de Scrum: Son bloques de tiempo que facilitan la transparencia e inspección de los procesos, todos están contenidos en el Sprint, un período de un mes o menos durante el cual el equipo trabaja para crear un incremento del producto, en otras palabras, lograr un objetivo específico.<sup>8</sup>

Estos son:

- Reunión (Sprint): es la agrupación de tiempo en la cual se puede lograr incrementar el producto funcionando, así este no esté terminado en su totalidad. Se debe tener en cuenta que solo cuando terminan todas las tareas asignadas a un sprint se puede dar inicio al siguiente.
- Planificación del Sprint (Sprint Planning): Participan todos los miembros del Equipo Scrum, que con la guía del Scrum Master definen qué puede ser terminado en el Sprint que comienza y cómo lo pueden hacer para entregar el incremento planteado.
- Reunión Diaria (Scrum Daily): Es una reunión diaria de máximo 15 minutos en la que los miembros del equipo de desarrollo ponen en común qué han hecho para el cumplimiento del objetivo del Sprint y crean un plan para las próximas horas de trabajo, además, aquí se mencionan los posibles impedimentos. Siempre debe hacerse a la misma hora.
- Revisión del (Revisión del Sprint): Se realiza al finalizar cada Sprint, los miembros del equipo cuentan qué actividades terminaron y cuáles no y si se cumplió o no el objetivo y con base en esto, se determina qué puede hacerse para optimizar el valor.
- Retrospectiva del Sprint (Sprint Retrospective): Este evento se realiza después de la revisión del Sprint y antes del próximo Sprint - Planning, permite al equipo inspeccionarse a sí mismo y crear un plan de mejoras para abordar en el siguiente Sprint.
- Artefactos de Scrum: Representan el trabajo o valor en diferentes formas que sirven para dar transparencia y oportunidades para la inspección y

---

<sup>8</sup>Actualidad-para-constructores; Julio de 2019, "Eventos de scrum", Disponible desde Internet en <<https://colombia.argos.co> >

adaptación. Algunos son:

- Lista de Producto (Product Backlog): Es una lista ordenada de todo lo que puede ser necesario en el producto y es la única fuente de requisitos para cualquier cambio que deba realizarse, esta lista es responsabilidad del dueño del proyecto quien relaciona su contenido y prioridades.
- Incremento: Es la suma de todos los elementos de la lista de producto completados durante un Sprint y el valor de los incrementos de todos los Sprints anteriores.

En construcción, Scrum permite dividir los proyectos en paquetes de trabajo que deben cumplirse al terminar cada Sprint, evitando así retrasos en las obras que impidan entregarle al cliente o usuario final en la fecha acordada. El Daily Scrum, por ejemplo, es clave para que todo el equipo conozca los avances, lo que está pendiente por ejecutar y las posibles restricciones que tengan.

Se tomó la decisión de realizar esta metodología basada en Scrum, teniendo en cuenta que se mejoran los tiempos de entregas al cliente (comunidad), ya que para el desarrollo de las actividades propias de construcción de infraestructura vial es fundamental el trabajo organizado, coordinado y en equipo para cumplir el objetivo final que es satisfacer al cliente y que las empresas obtengan una mejor rentabilidad al minimizar los tiempos de ejecución.

#### 2.1.1. Principios de manifiesto ágil: <sup>9</sup>

En febrero de 2001 diecisiete expertos en metodologías “livianas” se encontraron para discutir y tratar de llegar a una definición en común de las maneras de trabajo que estaban utilizando. Entre ellos se encontraban Jeff Sutherland y Ken Schwaber, fundadores de Scrum, junto a Mike Beedle, quien trabajó en desarrollar los patrones iniciales y en la redacción del primer libro sobre Scrum. Este grupo se autodenominó “The Agile Alliance” (la Alianza Ágil) y definió de común acuerdo el Manifiesto para el Desarrollo Ágil de Software. Definió también un conjunto de doce principios que respaldan el manifiesto.

---

<sup>9</sup> HUNDERMARK, Peter, 5 de Octubre de 2017, Disponible desde Internet en <<https://www.agile42.com>>

Principios del Manifiesto Ágil: El Manifiesto Ágil y sus doce principios han permanecido incólumes durante ya diez años. Continúan siendo hoy en día la mejor manera de juzgar si un método de trabajo es o no realmente ágil. La mayor crítica que ha recibido, se debe al sesgo que presenta hacia el desarrollo de software, dado que los métodos ágiles pueden aplicarse en muchos más campos:

- Nuestra mayor prioridad es satisfacer al cliente mediante la entrega temprana y continua de software con valor.
- Aceptamos que los requisitos cambien, incluso en etapas tardías del desarrollo. Los procesos Ágiles aprovechan el cambio para proporcionar ventaja competitiva al cliente.
- Los responsables de negocio y los desarrolladores trabajamos juntos de forma cotidiana durante todo el proyecto.
- 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.
- El método más eficiente y efectivo de comunicar información al equipo de desarrollo y entre sus miembros es la conversación cara a cara.
- El software funcionando es la medida principal de progreso.
- Los procesos Ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios debemos ser capaces de mantener un ritmo constante de forma indefinida.
- La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la Agilidad.
- La simplicidad, o el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial.
- Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos auto organizados.
- A intervalos regulares el equipo reflexiona sobre cómo ser más efectivo para a continuación ajustar y perfeccionar su comportamiento en consecuencia.
- 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.

## 2.2. MARCO JURIDICO.

La metodología para la construcción de vías urbanas mayores a cien (100) metros basadas en las mejores prácticas de Scrum en el municipio de Funza – Cundinamarca, aplica para procesos de infraestructura vial urbana, los cuales se regirán en lo pertinente por el ordenamiento Constitucional, el régimen jurídico determinado en la Ley 80 de 1993, la Ley 1150 de 2007 y sus Decretos reglamentarios y complementarios en especial lo dispuesto por el decreto 1082 de 2015, ley 105 de 1993 del Ministerio de Vivienda, decreto 0798 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Ley 1228 de 2008, Ley 1682 de 2013, normas INVIAS 2013, normas de ensayo de materiales para carreteras y especificaciones generales de construcción de carreteras 2013, disposiciones de la cámara colombiana de la infraestructura, decretos y disposiciones del DNP y demás entidades gubernamentales nacionales.

## 2.3. MARCO GEOGRÁFICO

Funza está ubicada en la provincia de sabana de Occidente a 15 Km. De la ciudad de Bogotá.

Limites:

Norte	Madrid y Tenjo
Oriente	Cota y Bogotá
Sur	Mosquera
Occidente	Madrid.

Extensión urbana	4 kms <sup>2</sup>
Extensión rural de	66 kms <sup>2</sup>

Altura en metros SNM	2.548 MSNM
Altitud	4º 43´.

La superficie del municipio es plana, presentando las características típicas de las altiplanicies cundinamarqueses con pendientes hasta del 3%; sus suelos (Andepts, Tropepts), que corresponden a la serie Funza Fz, se caracterizan por su

relieve plano con pendiente entre 0 -1% moderadamente profundo, bien drenados y con una fertilidad moderada, originados a partir de ceniza volcánica.

A menudo a partir de los 40 a 50 cm. de profundidad aparecen saturados con agua, o por lo menos húmedos aún en periodos secos. Son medianamente ácidos y de muy alta capacidad de intercambio catiónico. El suelo de Funza por su capacidad de uso ha sido clasificado en la clase agrológica 11 hc -1 de uso y manejo, drenaje natural moderado e imperfecto, susceptibles a heladas e irregular distribución de la lluvia, con una temperatura de 14°C. Hidrografía La fuente principal de abastecimiento de agua superficial del municipio, son los ecosistemas de los humedales, los cuales abarcan un área de 186.4 hectáreas del total del área del Municipio, representando el 2.7% de la superficie total. Otra fuente importante es el distrito de riego La Ramada, el cual riega y drena terrenos dedicados a la agricultura y a la ganadería, permitiendo el desarrollo agropecuario en zonas de alto potencial para la producción. Y también se cuenta con un gran porcentaje de agua subterránea, que abastecen la zona rural con más de 200 pozos en uso.

Ilustración 1. Ubicación Geográfica de Funza en el Departamento de Cundinamarca



Fuente: (Wikipedia, 2019)

#### 2.4. MARCO DEMOGRÁFICO.

El sistema de movilidad es aquel que articula la estructura funcional del municipio

y la región con el propósito de facilitar la accesibilidad a bienes y servicios y garantizar una movilización con alta calidad y eficiencia para los habitantes del municipio, por medio del desarrollo de infraestructura vial que garantice la organización e integración de sistemas de transporte, espacio público y servicios públicos y su inclusión en la planificación del territorio de acuerdo al modelo de ocupación establecido. El sistema de movilidad está compuesto por los siguientes Subsistemas<sup>10</sup>:

Subsistema Vial Urbano.

Subsistema de Transporte Urbano.

Para el desarrollo de obras de infraestructura vial, el municipio de Funza en su PBOT, proyectaría: <sup>11</sup>

7,24 Km de Malla vial arterial  
19,16 Km de Malla vial intermedia  
13,04 Km de Malla vial local  
26,4 Km de ciclo ruta  
21 Ha de paseos urbano

Artículo 219. Clasificación, tipología y sección del Subsistema Vial<sup>12</sup>

La siguiente tabla presenta la interacción entre la clasificación, tipología y sección de las vías que conforman el Subsistema Vial del municipio (Ver plano FORM-URB-01 A “Sistema vial urbano- Tipología Vial” a escala 1:7500 y plano FORM-URB-01 B “Sistema vial urbano- Secciones viales urbanas”):

---

<sup>10</sup> Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca, Agosto 26 de 2019, “Propuesta PBOT Funza” Disponible desde Internet en < <http://www.funza-cundinamarca.gov.co/planes/propuesta-pbot-funza>>

<sup>11</sup> Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca, Agosto 26 de 2019, “Propuesta PBOT Funza” Disponible desde Internet en < <http://www.funza-cundinamarca.gov.co/planes/propuesta-pbot-funza>>

<sup>12</sup> Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca, Agosto 26 de 2019, “Propuesta PBOT Funza” Disponible desde Internet en < <http://www.funza-cundinamarca.gov.co/planes/propuesta-pbot-funza>>

Ilustración 2. Clasificación de los perfiles viales según la importancia.

Clasificación		Arterial	Intermedia	Local
Sección				
	V-3B		Parkway	
	V-3C		Vía Paisajística	
V-4	V-4		Vía colectora	
V-5	V-5			Vía Local Principal
V-6	V-6			Vía Local Secundaria
V-7	V-7			Vía Peatonal con restricción vehicular

Fuente: (Funza, 2019)

Artículo 220°. Dimensiones mínimas de la sección transversal de las vías urbanas.  
13

Se establecen las siguientes dimensiones mínimas para las secciones transversales de los componentes de la red vial urbana (Ver plano FORM-URB-01 B “Sistema vial urbano- Secciones viales urbanas”).

Ilustración 3. Características de los perfiles viales.

SECCIONES VIALES		ANCHO DE REFERENCIA (Metros)	Sección Transversal de Vías Urbanas							
			Antejardín	Calzadas	Andén	Ciclorruta	Área de amoblamiento/ arborización	Separador central	Bahía	Zona verde/Control Ambiental
V-1	V-1	30	2 de 5 mts	2 de 7,5 mts	7,4 mts	2,6 mts	6 mts	1 mt		
V-2	V-2	16-19	2 de 5 mts	10 mts	4 mts	2,6 mts	2,6 mts			
V-3	V-3A	50-30	2 de 3 mts	2 de 7 mts	6 mts	2,6 mts	2 mts	3 mts		2 de 7 mts
V-3	V-3B	55	2 de 3 mts	2 de 7 mts	6 mts	2,6 mts	4 mts	20,8 mts	2 de 2,5 mts	
	V-3C	30	1 o 2 de 3 mts	7 mts	6 mts	2,6 mts	4,2 mts			10 mts
V-4	V-4	20	2 de 3 mts	7 mts	6 mts	2,6 mts	4 mts			
V-5	V-5	14	2 de 1,5 mts	6 mts	4 mts		4 mts			
V-6	V-6	13	2 de 1,5 mts	6 mts	4 mts		2,6 mts			
V-7	V-7	11		2,5 mts	6,5 mts		2,6 mts			

Fuente: (Funza, 2019)

Artículo 222. Descripción de vías en el suelo urbano que conforman la malla vial. Las vías que hacen parte integral del subsistema vial urbano se encuentran señaladas en la cartografía oficial de la formulación FORM-URB-01 A “Sistema vial urbano- Tipología Vial” a escala 1:7500 y FORM-URB-01 B “Sistema vial

<sup>13</sup> Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca, Agosto 26 de 2019, “Propuesta PBOT Funza” Disponible desde Internet en < <http://www.funza-cundinamarca.gov.co/planes/propuesta-pbot-funza>>



urbano- Secciones viales urbanas”, anexa al presente Acuerdo. Estas vías comprenden una longitud total de 114,17 kilómetros, de los cuales 78,70 kilómetros corresponden a vías existentes, 32,18 kilómetros a vías proyectadas y 3,30 kilómetros a vías para mejoramiento.<sup>14</sup>

Parágrafo 1. El trazado geométrico de todas las vías proyectadas es de carácter indicativo y podrá ajustarse con fundamento en el proyecto que se desarrolle para el efecto. Estos ajustes deben corresponder a los requerimientos técnicos y topográficos para su diseño y ejecución, sin que en ningún caso esto implique modificar los ejes viales o las conexiones previstas en el trazado indicativo del plano.<sup>15</sup>

## 2.5. ESTADO DEL ARTE

Teniendo en cuenta que Scrum, es aplicable a proyectos de ingeniería de software y que para la aplicación de esta metodología a proyectos de infraestructura vial no se encuentra mayor información a continuación se referencia algunos de los proyectos de obras civiles a nivel mundial en los cuales fueron ejecutados con metodología Scrum.

### Adecuación de un Centro Comercial en Piura (Perú)

En este proyecto se realizó la rehabilitación de un centro comercial icono de la ciudad de Piura (Perú), para entrega en treinta (30) días, aplicando Scrum.<sup>16</sup>

El objetivo de este proyecto era lograr la pronta reapertura a través de la intervención de zonas de servicio, áreas comunes, extensas fachadas exteriores y cerca de 60 locales internos del primer nivel que se encontraban arrendados a reconocidas marcas comerciales (locatarios).

---

<sup>14</sup> Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca, Agosto 26 de 2019, “Propuesta PBOT Funza” Disponible desde Internet en < <http://www.funza-cundinamarca.gov.co/planes/propuesta-pbot-funza>>

<sup>15</sup> Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca, Agosto 26 de 2019, “Propuesta PBOT Funza” Disponible desde Internet en < <http://www.funza-cundinamarca.gov.co/planes/propuesta-pbot-funza>>

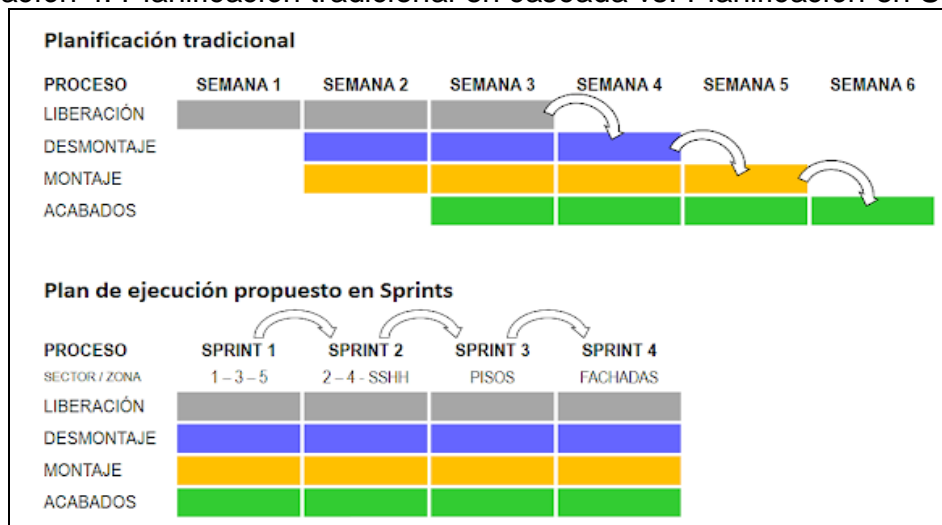
<sup>16</sup> 30 de Mayo de 2017, “Adecuación de un Centro Comercial” Disponible desde Internet en < <http://oficinadegestiondeproyectos.blogspot.com>. >

La decisión de utilizar Scrum en este proyecto se tomó considerando que se debían realizar entregas de ambientes en ciclos cortos y concentrados ya que los propietarios de los locales necesitaban realizar sus implementaciones internas. Inicialmente se observó que una programación típica en cascada no sería la más apropiada.

Si bien se manejaban plazos, se conocían desde ya restricciones e incertidumbres que podrían afectar el cumplir con la entrega final (liberación de ambientes a intervenir, especificaciones y logística de los materiales a usar, disponibilidad de andamios, etc.).

Debido a la urgencia del proyecto y las restricciones antes mencionadas se optó por imprimir agilidad, flexibilidad y a la vez un orden mediante el trabajo en Sprints con la posibilidad de ajustarlos a entregas de productos completos (locales) tal como se observa en el siguiente gráfico.

Ilustración 4. Planificación tradicional en cascada vs. Planificación en Sprints.



Fuente: (Oficina de Gestión de Proyectos ,2017)

Proyecto de Construcción de un centro Comercial en Caracas (Venezuela).

El cliente compuesto por varios socios inició un proyecto de construcción de un centro comercial en la ciudad de caracas en un terreno de 105.000 M2 con un área de construcción de 170.000 M2 aproximadamente y 3.000 puestos de estacionamiento, todo esto repartido en 8 niveles, el inicio de la construcción se

hizo en el año 2007.<sup>17</sup>

En los primeros tres meses del año 2016 de ejecución de actividades ya se había ejecutado el 90% de la obra, la gerencia veía con gran preocupación que los recursos invertidos ya eran bastante elevados tratando de finalizar el proyecto, el ingreso de los propietarios o arrendatarios a realizar sus respectivas adecuaciones en cada uno de los locales para lograr la apertura, meta que para los inversionistas ya estaba cumplida.

Por este motivo se contrata un grupo especializado en metodología Scrum para ayudar a la gerencia del proyecto en la terminación de las actividades faltantes y acelerar la obra y terminarla y lograr la inauguración del centro comercial.

El cuadro general de la situación para el primer trimestre de 2016 en cada una de las áreas de conocimiento para la Gerencia de Construcción:

- **Gestión de la Integración del Proyecto:** Se realizó un plan basado en la comprensión del alcance, los criterios de aceptación, supuestos y restricciones. Mediante un enfoque estructurado se convirtió la información recopilada en un conjunto de Sprint planificados e interdependientes con metas muy claras y medibles para la inauguración.
- **Gestión del Alcance del Proyecto:** Mediante la incorporación de profesionales junto al equipo existente y durante un lapso de una semana, se realizó el levantamiento de información (WBS) necesaria para garantizar la entrega de espacios con los criterios requeridos por los clientes. Se centralizaron en el nuevo Gerente de Construcción todas las decisiones de diseño arquitectónico y soluciones constructivas, desplazando al arquitecto y al gerente de construcción existentes.
- **Gestión de Tiempo del Proyecto:** Se fijó un tiempo por parte de los clientes, la apertura debe darse para el 15 de noviembre de 2016 (6 meses), en función a esa fecha se realizaron las planificaciones de cada Sprint y se

---

<sup>17</sup> For Project From, 13 de Diciembre de 2017, “intervención de una obra con metodología Scrum”, Disponible desde Internet en < <https://forprojectpros.com> >

definió su alcance real y criterios de entrega.

- **Gestión de Costos del Proyecto:** Debido al poco tiempo para definir el alcance y gracias al juicio de expertos, se expuso un Presupuesto con un nivel 3 de exactitud, tomando en cuenta la inflación existente en el país y los posibles imprevistos y daños ocultos que se pudieran presentar, dando a entender al cliente que pudiera presentarse un desvío del +/- 15%.
- **Gestión de Calidad del Proyecto:** Se establecieron los estándares mínimos de calidad para asegurar la conformidad de la entrega, se incluyeron en los Sprint niveles de aceptación dependiendo de la actividad a realizar.
- **Gestión de Recursos Humanos del Proyecto:** Se incluyeron profesionales a la plantilla existente para reforzar cada área de trabajo, se planificaron reuniones de coordinación, motivación, trabajo en equipo y dirección. Se propuso un esquema de bonificaciones a los clientes, sin embargo, el mismo no fue aprobado.
- **Gestión de los Recursos de Comunicación del Proyecto:** Se generó una comunicación semanal mediante reuniones de avance de las obras y seguimiento de la planificación con los socios, así mismo cada profesional realizaba reuniones diarias de Sprint daily de unos 15 minutos para sincronizar las actividades y monitorear el plan diariamente.
- **Gestión de los Riesgos del Proyecto:** Se centró en elaborar una lista básica de posibles riesgos, los cuales no eran muchos por lo avanzado de la obra, básicamente nos centramos en la actividad de lapsos de entrega, la contratación y la seguridad de todos en la obra.
- **Gestión de Procura del Proyecto:** Se realizó una estructura especial para atender la gestión de esta área, en especial para contar con los insumos en los tiempos requeridos, tomando en cuenta que la procura internacional era muy restringida por el tiempo y la existencia en obra de ciertos materiales, los cuales fueron aprovechados.
- **Gestión de Interesados del Proyecto:** Esta gestión se enfocó en tres interesados principales, el primero los clientes, en donde se concentró la entrega de la información de construcción a uno de los socios, y solo se

dieron dos reuniones de avance para presentar a todos los otros socios el avance de la obra. El segundo interesado era la plantilla de profesionales existentes, centrándolos en obtener toda información necesaria para cumplir con las metas de los Sprint de trabajo y centrando todas decisiones en el nuevo gerente de construcción. Por último, el tercer interesado a tratar fue el sindicato, el cual conociendo sus necesidades se negociaron durante varias reuniones garantizar la continuidad de los trabajos.

- **Gestión de Seguridad del Proyecto:** Se tomaron medidas para garantizar que todos los contratistas cumplieran con los requerimientos de seguridad y salud laboral en el trabajo, exigiendo a todos los trabajadores los implementos de seguridad.
- **Gestión del Entorno del Proyecto:** Debido a lo avanzado de la construcción, el entorno no jugaba un papel importante en la ejecución y planificación de obra.
- **Gestión de Finanzas del Proyecto:** Se implementó un sistema automatizado para generar contratos por Sprint, ordenes de servicio, ordenes de procura y monitoreo de flujo de caja, los propietarios garantizaron los recursos con desembolsos constantes en un flujo de caja muy agresivo por los tiempos exigidos para la inauguración. Y el tipo de contratación a la cual se llegó para gestionar todo el trabajo fue bajo porcentaje sobre todos los pagos realizados por diseño, procura y construcción de la obra.

### Implementación del Scrum

Debido al tipo de proyecto y la situación existente, se requería ser muy ágiles, debía implementar un sistema de gestión que apueste por una gerencia de construcción dinamizada y muy coordinada de todos los recursos.

Es por esto que se optó por implementar la metodología Scrum, la cual permite abordar proyectos complejos desarrollados en entornos dinámicos y cambiantes de un modo flexible, con entregas parciales y regulares de la infraestructura con base a cumplir la meta de inaugurar el centro comercial.

La metodología Scrum bien implementada siempre ofrece rapidez de resultados y en los que la flexibilidad es un requisito, Scrum ofrece agilidad y aporta valor al equipo de trabajo.

### 3. METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta que Scrum por pertenecer a metodologías ágiles, busca como las otras metodologías de este tipo percibir en el desarrollo de un proyecto mayores ingresos económicos en tiempos reducidos, esto gracias a la forma en la que se plantea la forma de desarrollar determinado proyecto. De acuerdo con la clase de proyecto que se pretenda ejecutar bajo este tipo de método es determinante en su desarrollo que los diferentes escenarios cuenten con la disposición de que el grupo de trabajo desarrolle sus distintas actividades en equipo ya que el éxito del proyecto depende de ello. Para conseguir esto es imprescindible que se cuenten con metas claras de lo que se pretende realizar y la manera en la que el grupo de trabajo lo va a desarrollar, por cuanto es ese grupo el que determinara como cumplir con la meta propuesta.<sup>18</sup>

Se puede decir que en el desarrollo de Scrum, se crean diferentes bloques de trabajo, los cuales se conforman por personas a las que se les han definido los perfiles, con el fin de que se puedan articular en el desarrollo de un proyecto para de esta manera se cumpla el propósito para el cual fue concebido dicho bloque de trabajo.

Según para la ejecución del proyecto se realizará de acuerdo al procedimiento que se enuncia a continuación:<sup>19</sup>

Fase 1: Se realizó el estudio e investigación de literatura asociada al concepto de Scrum y sus diferentes componentes.

Fase 2: Se examinó el manejo que se tendrá en cuenta para estructurar y desarrollar el proyecto utilizando las buenas prácticas Scrum.

Fase 3: Se formuló la metodología

Fase 4: Se elaboró de una guía metodológica que abarque los principios de la metodología Scrum en proyectos de infraestructura vial.

---

<sup>18</sup> Apuntes susach, 2014, Disponible desde Internet en < <http://apuntesusach.herokuapp.com/> >

<sup>19</sup> Pete Deemer, Gabrielle Benefield, 2009, Disponible desde Internet en <<https://www.scrumprimer.org>>

### 3.1. ANÁLISIS ENTRE LA METODOLOGÍA TRADICIONAL Y LA METODOLOGÍA SCRUM

#### 3.1.1. Metodología tradicional

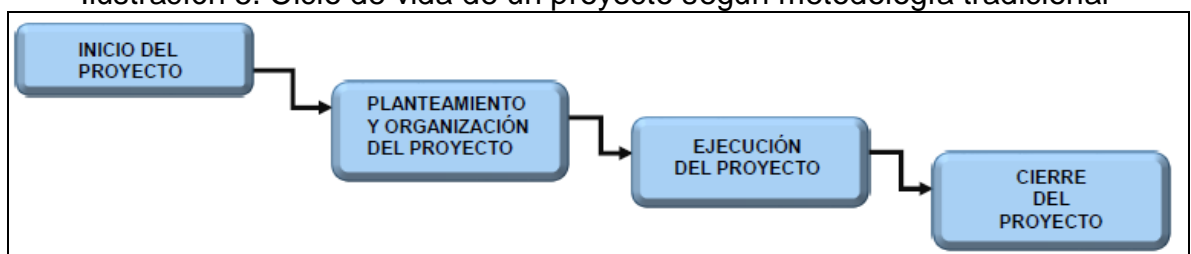
Si se quiere hacer un análisis entre las dos metodologías, es necesario iniciar por tener algunos conceptos claros, en primer lugar, se debe partir del concepto de que es un proyecto y la definición del ciclo de vida de un proyecto, teniendo en cuenta que la metodología tradicional y Scrum tienen perspectivas diferentes al respecto.

Desde el punto de vista de la metodología tradicional, un proyecto es el esfuerzo en un espacio de tiempo, que se realiza para generar un producto o un resultado único llamado entregable. Esto no significa que sea a corto plazo que tiene una fecha de inicio y fecha de fin.

En la metodología tradicional el ciclo de vida de un proyecto parte de cuatro etapas, desde su inicio a su fin (entregable), estas según los requerimientos de los involucrados. Cada una de las etapas del proyecto se compone de una lista de requisitos necesarios para ser desarrollada, lo que genera que el ciclo de vida del proyecto sea organizado durante toda su ejecución.

En la Ilustración 5 se aprecian las etapas del ciclo de vida del proyecto.

Ilustración 5. Ciclo de vida de un proyecto según metodología tradicional



Fuente propia.

Como es bien sabido la metodología tradicional para cumplir con el ciclo de vida del proyecto tiene en cuenta las diez áreas del conocimiento, que son:

- Gestión de la integración
- Gestión del alcance

- Gestión del cronograma
- Gestión de los costos
- Gestión de la calidad
- Gestión de los recursos
- Gestión de las comunicaciones
- Gestión de los riesgos
- Gestión de las adquisiciones
- Gestión de los intereses

Para la ejecución de proyectos de diferentes tipos, se implementó la metodología basada en la tradicional en los años 80, para este periodo de tiempo esta metodología funcionó perfectamente debido a que los requerimientos de los proyectos en esa época, se ajustaban al avance tecnológico y estratégico del momento.

Para explicar lo anterior, se tomará como ejemplo la construcción de una vía de 600 metros lineales en el municipio de Funza, Cundinamarca.

Es así como para desarrollar el proyecto de infraestructura vial, se debía seguir con lineamientos de la siguiente manera:

**Preliminares:** En este capítulo se encuentran actividades como localización y replanteo, valla de 2X3 metros, cerramiento provisional en polisombra verde, demolición sumideros existentes y la demolición de pisos y andenes.

**Excavaciones:** Está compuesto por Excavaciones con máquina y excavaciones a mano.

**Estructura de pavimento:** Se este capítulo se deben desarrollar actividades como rajón para mejoramiento de la subrasante, sub base granular, base granular, geotextil, riego de imprimación con emulsión asfáltica, mezcla densa en caliente.

**Estructuras hidrosanitarias:** En este capítulo se realizan las actividades de sumidero e instalación de tubería PVC para sumideros.

**Andenes:** Como ya se tiene un capítulo de excavaciones, se realizarán actividades a partir de sub-base granular, geotextil, bordillo prefabricado A-80, sardinel prefabricado, franja de ajuste en concreto, concreto clase D,  $f'_c=3000$  psi (bases), malla electrosoldada de 7 mm, piso en loseta prefabricada, adoquín de arcilla, cinta de ajuste en gravilla mona lavada, adoquín demarcador visual A26 color.



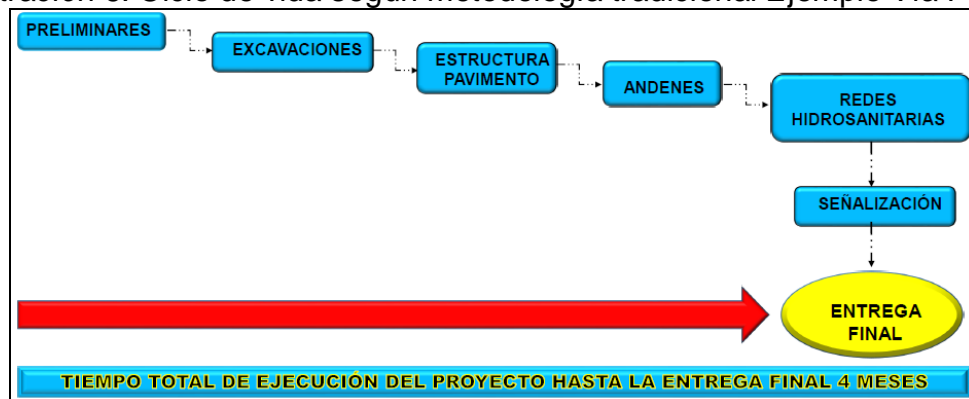
Señalización: En este capítulo se realizan las actividades de señal vertical grupo I 0.60x0.60m poste 3.5m, línea de demarcación con pintura en frío, marca vial con pintura en frío, tachas reflectivas.

Una vez se tiene definido el proyecto, que para el caso es la construcción de una vía, las actividades a desarrollar (ejecución del proyecto) se plantean para espacios de tiempo largos, ya que el producto final (entregable) solo estaría completo hasta la finalización de todas las actividades que conforman los capítulos. Es así como la metodología tradicional plantea que una vez se inician las actividades de un proyecto se debe terminar una actividad para iniciar otra, así sucesivamente hasta lograr el objetivo final que es el entregable.

Durante la ejecución de cada etapa del proyecto se presentan inconvenientes que en muchas ocasiones no fueron considerados en la matriz de riesgos y se hace necesario darles solución para poder continuar con los trabajos, para ello se necesita que en un comité de obra se planteen las posibles soluciones para poder continuar, por tal razón se presentan retrasos ya que este marco de trabajo por ser tan jerárquico depende de que los responsables del área respectiva den la solución más viable en cuanto a la parte técnica, costos, calidad y demás que se hayan tenido en cuenta en la etapa de estructuración.

Teniendo en cuenta que ya se definieron las actividades propias de esta clase de proyectos, las cuales pueden llegar a variar según los estudios y diseños del mismo, este proyecto con metodología tradicional se realiza de la siguiente manera:

Ilustración 6. Ciclo de vida según metodología tradicional Ejemplo Vía Funza



Fuente propia

Al realizar el proyecto con una intervención total del tramo a intervenir, se evidencia que los más afectados por la ejecución de las actividades son las personas de la comunidad que viven sobre el corredor vial o que tienen locales comerciales, ya que deben cerrar el comercio y buscar parqueaderos cercanos para sus vehículos.

Para el desarrollo del capítulo de preliminares, se realizan las actividades para todo el segmento vial de los seiscientos metros lineales.

Una vez se ha terminado con la localización y replanteo del tramo vial, el cerramiento, la instalación de la valla y las demoliciones, se puede iniciar con el capítulo de excavaciones a máquina.

Solo hasta que se termine esta actividad, se iniciará el desarrollo del capítulo de estructura de pavimento, en el cual se realizará la instalación de materiales granulares y cuando este la estructura a nivel de sub base si iniciará con los sumideros y su tubería de los mismos y luego de instalada la base se continuará con el capítulo de andenes y por último con la señalización de la vía para posteriormente ser entregada a la comunidad.

Durante la ejecución de estas actividades, se pueden presentar eventos como son la ruptura de tuberías de redes, incumplimiento de proveedores, necesidad de realizar cambios en los diseños, etc., que generalmente ocasionan retrasos en las entregas de actividades y por ende en el plazo contractual, ocasionando inconvenientes para el contratista, interventor, y el cliente que en este caso es la comunidad funzana.

Cuando se presentan situaciones como las mencionadas anteriormente, debido a que las metodologías tradicionales sugieren que las mismas deben ser direccionadas a los encargados del área respectiva para que se gestiones un proceso de solución, para después unificarla, consolidarla, comunicarla para de esta manera poder desarrollarla, para poder avanzar con la actividad.

De igual manera la gestión documental que debe realizarse por cada cambio en el proceso debe documentarse detalladamente y esto hace que produzcan demoras adicionales.

### 3.1.2. Metodología ágil basada en scrum

A continuación se plantea la metodología Scrum para el desarrollo de obras de más 100 Metros. Y la forma en la que se va a plantear la metodología es utilizando el mismo ejemplo usado para la metodología tradicional de tal manera de poder ver su aplicación y sus diferencias.

La base de la metodología Scrum es que los diferentes equipos de trabajo cuentan con especialistas para cada área en el desarrollo del proyecto y los mismos tienen la disponibilidad para las consultas que puedan llegar a presentarse.

En el desarrollo de Scrum cada etapa del proyecto es ejecutada por un equipo de trabajo (Scrum Team) el cual es iterativo (mejora continua), diariamente también se incrementa el avance del mismo.

Para el ejemplo que se planteó con metodología tradicional, la construcción de una vía de 600 metros lineales en el municipio de Funza, Cundinamarca, ahora se mostrará como implementaría el marco de trabajo Scrum para su desarrollo.

Como primera instancia se debe establecer cuál es el proceso para implementar Scrum en el proceso a ejecutar, se definen los elementos del marco de trabajo dentro del proyecto, los cuales son:

- Roles:
  - Dueño del producto (Product Owner),
  - Coordinador del equipo (Scrum Master),
  - Equipo Scrum (Scrum team) Interesados (Stakeholders)
  
- Artefactos Scrum:
  - Sprint
  - Lista de Producto (Product Backlog),
  - Sprint BackLog Incremento.
  
- Eventos: Planificación del sprint
  - Scrum Daily (diarias)
  - Revisión del Sprint
  - Sprint Retrospective

### 3.1.3. Fases del trabajo scrum

Con el proceso definido, se tomó el mismo ejemplo (construcción de una vía de 600 metros lineales en el municipio de Funza, Cundinamarca).

Se deben realizar las siguientes definiciones:

#### 3.1.3.1. Asignación de roles

Propietario del proyecto (Product Owner): Para la guía metodológica este miembro del equipo estará representado por la administración municipal (Alcaldía), quien hará la delegación al secretario de la oficina de Infraestructura, quien es la encargada de velar por el cumplimiento y desarrollo del proyecto que la administración municipal contrate de acuerdo con los diferentes procesos de selección como son, licitación pública, concurso de méritos, selección abreviada y los demás que apliquen de acuerdo con las contempladas en la Ley 80 de 1993 y los demás decretos y/o modificaciones que establece la ley colombiana.

Esta persona del equipo tendrá la función de financiar el proyecto, bien sea con recursos del municipio o por medio de cofinanciación con la Gobernación de Cundinamarca o con otras entidades gubernamentales con las que se pueda realizar este tipo de gestión, adicional a esto también es el encargado de entregar al usuario final (comunidad) el proyecto terminado.

Coordinador del equipo (Scrum Master): El coordinador del equipo de trabajo será designado por el Secretario de la Oficina de Infraestructura quien designará al funcionario respectivo como supervisor del proyecto.

Equipo Scrum (Scrum Team): Este equipo de trabajo está conformado por el Contratista de Obra, Contratista de Interventoría, equipo de profesionales, técnicos y operativos de cada uno, ellos serán quienes se encarguen de la ejecución del proyecto teniendo en cuenta las necesidades de la administración municipal, la comunidad, los lineamientos entregados por la supervisión los cuales básicamente están definidos en las minutas de los respectivos contratos y en los estudios y diseños entregados por el supervisor (Scrum Master).

Stakeholders: Este componente para el proyecto lo conforman la comunidad afectada por las obras que se ejecuten, teniendo en cuenta que estos serán los usuarios finales, son veedores de los trabajos que se realicen.

### 3.1.3.2. Definición del Product Backlog (Lista de producto).

Dentro de la definición del product Backlog se debe realizar el listado de todas las actividades a ejecutar dentro del proyecto.

El responsable de ejecutar esta lista del producto es el product Owner.

Las características del product Backlog son las siguientes:

- Enumera todas las características, funcionalidades y mejoras.
- La lista de producto evoluciona en el tiempo.

A continuación, un ejemplo del Product Backlog.

Tabla 2. Ejemplo de product Backlog.

<b>CAPÍTULO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
PRELIMINARES	Localización y replanteo
	Instalación de la valla
	Realizar el cerramiento en polisombra
	Instalación de estacones de madera
	Demolición de sumideros
	Demolición de pisos y andenes
EXCAVACIONES	Excavaciones varias sin clasificar a máquina
	Excavaciones varias en material común seco a mano
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	Instalación de rajón
	Instalación de geotextil
	Instalación de sub-base
	Instalación de base
	Instalación carpeta asfáltica
REDES HIDROSANITARIAS	Construcción sumideros
	Instalación tubería para sumideros
ANDENES	Sub base granular
	Geotextil
	Bordillo prefabricado A-80
	Sardinell prefabricado A-10

	Franja de ajuste en concreto de 2500 psi
	Concreto clase d, f"=3000 psi (bases)
	Malla electrosoldada de 7 mm
	Piso en loseta prefabricada A20 color (suministro e instalación. Incluye base 4cm mortero 2000 psi y arena de sello)
	Adoquín de arcilla 20*10*6 cm (incluye arena de base y sellado)
	Piso en loseta prefabricada a10 color (suministro e instalación. Incluye base 4cm mortero 2000 psi y arena de sello)
	Cinta de ajuste en gravilla mona lavada
	Adoquín demarcador visual A26 color (suministro e instalación. Incluye base 4cm mortero 2000 psi y arena de sello)
SEÑALIZACIÓN	Señal vertical grupo I 0.60x0.60m poste 3.5m
	Línea de demarcación con pintura en frío
	Marca vial con pintura en frío
	Tachas reflectivas

Fuente: Propia.

Los criterios de aceptación se encuentran definidos en la minuta del contrato y en las especificaciones técnicas contenidas en los estudios y diseños.

Incremento: Una vez finalizado el Sprint No. 1, se revisará con los componentes de la lista de producto para verificar cuales de estos se cumplieron durante el sprint.

Con los artefactos definidos se explicarán los eventos

### 3.1.3.3. Definición de los sprints.

De acuerdo a lo anterior para el proyecto del ejemplo se definen realizar 4 sprints con una duración de 5 semanas cada uno. En este caso la estrategia que se plantea es realizar la obra teniendo en cuenta el producto mínimo viable que para este caso va ser la ejecución de 1 segmento vial de longitud no mayor a 100 metros

Se planea la siguiente estrategia.

Ilustración 7. Planificación de los sprints.



Fuente propia.

Lista de pendientes del Sprint (Sprint Backlog): Acá el equipo (director de obra, residente de obra, inspector, profesionales y técnicos de interventoría) de trabajo Scrum define las actividades de obra a desarrollar dentro del sprint (Preliminares, excavaciones, estructura de pavimento, andenes y redes), con el fin de priorizarlas y mitigar posibles atrasos en la obra. Es importante aclarar que en esta lista no se tiene en cuenta el capítulo de señalización toda vez que por especificaciones de materiales la señalización (pintura) solo puede aplicarse sobre el asfalto una vez que pase su periodo de curado.

Sprint: Son las actividades necesarias para cumplir con el mínimo producto entregable (por tramos), el cual debe ser funcional a pesar de no estar terminado en su totalidad, por esta razón en este componente se debe verificar que todos los materiales, insumos, mano de obra calificada, maquinaria, permisos y demás estén a disponibilidad de las necesidades de la obra.

#### 3.1.3.4. Definición y planeación Sprint.

- Planificación de Sprint (Sprint Planning) El trabajo a realizar durante el Sprint se planifica se crea mediante el trabajo colaborativo del Equipo Scrum completo.

- La Planificación de Sprint tiene un máximo de duración de ocho horas para un Sprint de un mes. Para Sprints más cortos el evento es usualmente más corto. El Scrum Master se asegura de que el evento se lleve a cabo y que los asistentes entiendan su propósito. El Scrum Master enseña al Equipo Scrum a mantenerse dentro del bloque de tiempo.

Ilustración 8. Tablero de seguimiento del sprint.



Fuente: (Seguimiento del progreso del Sprint en Scrum, 2018)

La Lista de Pendientes del Sprint es el conjunto de elementos de la Lista de Producto seleccionados para el Sprint, más un plan para entregar el Incremento de producto y conseguir el Objetivo del Sprint. La Lista de Pendientes del Sprint es una predicción hecha por el Equipo de trabajo Scrum.

Se deben tener en cuenta las siguientes eventos.

Tabla 3. Eventos a tener en cuenta.

SPRINT No. 1	
OBJETIVO	Planificar las tareas durante el periodo de duración
FRECUENCIA	4 A 5 Semanas
LIDERA	Scrum Manager, dueño de producto
DURACIÓN	4 horas cuando finaliza el sprint
PARTICIPANTES	Equipo de trabajo

Fuente propia.



Sprint daily: En esta reunión se verifica si quedaron actividades sin realizar del día anterior, buscando la mejor forma de mitigar el atraso y planificar las actividades del día, por ejemplo, en caso de que en la actividad de excavaciones a máquina se afecte una tubería y fuera necesario suspender las labores porque no se contaba con los materiales necesarios para hacer la reparación. En el sprint daily del día siguiente se deben plantear las posibles soluciones para evitar al máximo que se pueda volver a presentar este suceso.

Sprint Review: En esta reunión se presentará al dueño del producto (Alcaldía de Funza Cundinamarca quien delega al Supervisión de la Secretaria de Infraestructura), el avance del sprint y se le informará el inicio del siguiente sprint.

Tabla 4. Sprint Review.

<b>SPRINT REVIEW</b>	
OBJETIVO	Informar el avance del Sprint y el inicio del próximo sprint
FRECUENCIA	Finalizando el sprint
LIDERA	Scrum Manager
DURACIÓN	Depende de la duración del sprint. Tomar referencia de un sprint de 4 semanas.
PARTICIPANTES	Equipo de trabajo

Fuente Propia.

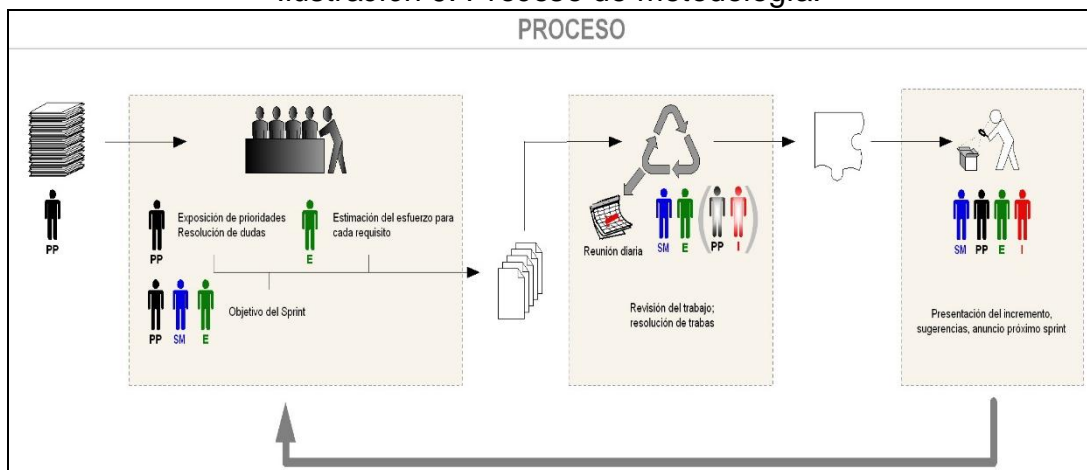
Tabla 5. Sprint retrospective.

<b>SPRINT RETROSPECTIVE</b>	
OBJETIVO	Lecciones aprendidas para aplicar en el próximo sprint
FRECUENCIA	Al finalizar el sprint
LIDERA	Scrum Master
DURACIÓN	La duración varía entre 1 hora y 1,5 horas
PARTICIPANTES	Equipo de trabajo

Fuente Propia.

De acuerdo a lo anterior, a continuación, se presenta gráficamente el proceso de Scrum.

Ilustración 9. Proceso de metodología.



Fuente: (Juan Palacio, Octubre-2007)

Ilustración 10. Descripción de los participantes scrum.

ROLES	COMPONENTES	REUNIONES	SPRINT
 <b>PROPIETARIO DEL PRODUCTO</b> Determina las prioridades. Una sola persona.	 <b>PILA DEL PRODUCTO</b> Relación de requisitos del producto, no es necesario excesivo detalle. Priorizados. Lista en evolución y abierta a todos los roles. El propietario del producto es su responsable y quien decide.	 <b>PLANIFICACIÓN DEL SPRINT</b> 1 jornada de trabajo. El propietario del producto explica las prioridades y dudas del equipo. El equipo estima el esfuerzo de los requisitos prioritarios y se elabora la pila del sprint. El Scrum Manager define en una frase el objetivo del sprint.	 Ciclo de desarrollo básico de SCRUM, de duración máxima de 30 días en el que se desarrolla un incremento del producto.
 <b>SCRUM MANAGER</b> Gestiona y facilita la ejecución del proceso.	 <b>PILA DEL SPRINT</b> Requisitos comprometidos por el equipo para el sprint con nivel de detalle suficiente para su ejecución.	 <b>REUNIÓN DIARIA</b> 15 minutos de duración, dirigida por el Scrum Manager, sólo puede intervenir el equipo: ¿Qué hiciste ayer?, ¿Cuál es el trabajo para hoy?, ¿Qué necesitas?. Se actualiza la pila del sprint.	<b>VALORES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Empowerment y compromiso de las personas</li> <li>- Foco en desarrollar lo comprometido</li> <li>- Transparencia y visibilidad del proyecto</li> <li>- Respeto entre las personas</li> <li>- Coraje y responsabilidad</li> </ul>
 <b>EQUIPO</b> Construye el producto.	 <b>INCREMENTO</b> Parte del producto desarrollada en un sprint, en condiciones de ser usada (pruebas, codificación limpia y documentada).	 <b>REVISIÓN DEL SPRINT</b> Informativa, aprox. 4 horas, moderada por el Scrum Manager, presentación del incremento, planteamiento de sugerencias y anuncio del próximo sprint.	
 <b>INTERESADOS</b> Asesoran y observan.			

Fuente: (Juan Palacio, Octubre-2007)

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. COMPARACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS

A continuación, se establecerá el desarrollo de los artefactos de Scrum para el proyecto.

Ilustración 11. Descripción gráfica con Scrum



Fuente propia.

De acuerdo con lo definido anteriormente con relación a la forma de aplicar la metodología PMI vs Scrum, se pueden establecer ventajas y desventajas entre estas metodologías.

Tabla 6. Diferencias entre metodología tradicional y Scrum

OBJETIVO DE LAS METODOLOGÍAS	METODOLOGÍA PMI	METODOLOGÍA SCRUM
<b>ENFOQUE</b>	PREDICTIVO	ADAPTATIVO
<b>ÉXITO DE LA MEDICIÓN</b>	CONFORMACIÓN DE PLANIFICAR	VALOR DEL NEGOCIO
<b>ESTILO DE GESTIÓN</b>	JERÁRQUICO	DESCENTRALIZADO
<b>PERSPECTIVA AL CAMBIO</b>	CAMBIO Y SOSTENIBILIDAD	CAMBIO Y ADAPTABILIDAD
<b>CULTURA</b>	COMANDOS DE CONTROL	LIDERAZGO Y COLABORACIÓN
<b>DOCUMENTACIÓN</b>	PESADO	BAJO
<b>CLIENTE</b>	INTERACTÚA MEDIANTE REUNIONES	HACE PARTE DEL EQUIPO

<b>ÉNFASIS</b>	ORIENTADO A LOS PROCESOS	ORIENTADO A LAS PERSONAS
<b>CICLOS</b>	LIMITADO	MUCHOS
<b>PLANIFICACIÓN POR ADELANTADO</b>	EXHAUSTIVO	MÍNIMO
<b>RETORNO DE LA INVERSIÓN</b>	FIN DEL PROYECTO	A PRINCIPIOS DEL PROYECTO
<b>TAMAÑO DEL EQUIPO</b>	GRANDE	PEQUEÑOS

Fuente: (López Gil Alba , 2018)

Ilustración 12. Comparación entre metodología tradicional y scrum.



Fuente: (López Gil Alba, 2018)

Las metodologías ágiles son una alternativa interesante para superar las debilidades de las metodologías convencionales. Con el surgimiento de las metodologías ágiles, el concepto de etapa se desvanece dando paso a la idea de actividades, las cuales pueden ser organizadas a comodidad del equipo de trabajo ScrumScrum, en paquetes pequeños conservando las mismas labores e identidad de las etapas concebidas en las primeras metodologías.

#### 4.2. INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

- Información técnica de la guía Scrum
- Información técnica del Manifiesto Ágil
- Referencias de metodologías tradicionales.
- Equipo humano

#### 4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población habitante del municipio de Funza, Cundinamarca, que de acuerdo a información que reposa en la entidad por la población sisbenizada el municipio cuenta con una población de alrededor de 100.000 habitantes en el municipio.

La malla vial del municipio de Funza está compuesta por 40,76 Km de vías, entre vías principales, secundarias, arteriales y regionales, esto de acuerdo con el documento de proyección de PBOT.

#### 4.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

El alcance del proyecto fue plantear una metodología para la construcción de vías urbanas mayores a cien (100) metros basadas en las mejores prácticas de Scrum.

Dentro limitaciones del proyecto se tuvo:

- Capacitación del personal profesional debido a los costos y tiempos necesarios para las capacitaciones (entidad, contratista e interventoría) en las mejores prácticas de scrum y la importancia del trabajo en equipo.
- El equipo de trabajo debe ser experimentado e idóneo para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta que en las reuniones diarias se pueden presentar problemas a los que se les debe dar solución inmediata.

## 5. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTOS

Aprobación por parte de los jurados calificadores del proyecto de grado con el fin de continuar desarrollando la metodología Scrum.

Que el municipio de Funza al mediano o largo plazo implemente la metodología en la ejecución de obras de infraestructura vial.

La capacitación del personal de la alcaldía de Funza, Cundinamarca.

### 5.1. ESTRATEGIAS DE DIVULGACIÓN

Como primera opción y en relación al compromiso de los estudiantes de la Universidad Católica de Colombia de presentar un trabajo de grado, este quedara publicado en el Repositorio de documentos que maneja la base de datos de la biblioteca de la Universidad, para que quede a disposición de consulta por toda la comunidad Universitaria.

Como segunda opción se realizó un artículo científico el cual será publicado, tanto en el repositorio de documentos de la base de datos de la biblioteca de la universidad y en internet.

## CONCLUSIONES

- Con el uso de la metodología Scrum, se pueden realizar proyectos de manera más eficiente teniendo en cuenta que en el desarrollo de esta metodología se pueden solucionar diferentes problemas que se puedan llegar a presentar en la ejecución de un proyecto, ya que al tener reuniones diarias se pueden gestionar soluciones de manera casi inmediata.
- Para poder implementar la metodología en la construcción de obras de infraestructura vial en el municipio de Funza, se debe realizar una inversión en capacitación del personal profesional de la Secretaria de Infraestructura, inicialmente esta inversión es alta pero una vez los profesionales se certifiquen estos mismos pueden ser multiplicadores del conocimiento y capacitar a otros funcionarios.
- Teniendo en cuenta que la metodología Scrum es flexible en cuanto a cambios que se requieran durante la ejecución del mismo, lo que conlleva a que el producto final pueda ser entregado a entera satisfacción del cliente y en muchos casos se puedan realizar entregas tempranas del mismo.
- Scrum es una metodología que se fundamenta en la práctica de auto organización y trabajo en equipo, lo que obliga a que todos los que conforman el equipo de trabajo estén sincronizados para lograr entregar un producto final a entera satisfacción del cliente.
- En el desarrollo de los sprint existen líderes de las diferentes tareas, pero teniendo en cuenta la flexibilidad que tiene la metodología cualquier persona de este equipo en determinado momento puede llegar a liderar la tarea de acuerdo con la necesidad que se presente.
- Estando en un mundo tan cambiante, como gerentes de proyectos debemos tener la capacidad de poder implementar metodologías diferentes a las convencionales en nuestras empresas o en los distintos proyectos que lideremos, ya que pueden aportarnos alternativas de solución a diferentes escenarios, en los que muchas ocasiones terminamos dándoles solución en mayores tiempos y generando mayores costos a los previstos en fase de planeación.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Colombia, “Scrum Master,” 2020. [Online]. Available: <https://scrummaster.com.co/>. [Accessed: 01-Jun-2020].
- [2] E. Wińska and W. Dąbrowski, “Software development artifacts in large agile organizations: A comparison of scaling agile methods,” in *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol. 40, Springer, 2020, pp. 101–116.
- [3] P. Rola and D. Kuchta, “Implementation of Scrum Retrospective in the Process of Improving Logistics Organization,” in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2020, vol. 1052, pp. 164–175.
- [4] R. Hanslo, A. Vahed, and E. Mnkandla, “Quantitative Analysis of the Scrum Framework,” in *Lecture Notes in Business Information Processing*, 2020, vol. 376 LNBIP, pp. 82–107.
- [5] M. S. Mirza, A. V. Choday, and S. Datta, “Let’s do feature driven scrum,” in *ACM International Conference Proceeding Series*, 2019, pp. 110–114.
- [6] S. F. Salleh, H. Ujir, R. Sapawi, and H. F. Hashim, “Accreditation document tracking system using scrum approach,” *Int. J. Eval. Res. Educ.*, vol. 9, no. 1, pp. 153–161, Mar. 2020.
- [7] H. Zhan, P. Huang, L. Meng, and Z. Huang, “The liability problem of the subjects in automatic driving and its solution,” in *ACM International Conference Proceeding Series*, 2020, pp. 200–205.
- [8] HMD PROJECT MANAGERS, “Metodologías Ágiles en los Proyectos de Construcción,” 01-Aug-2016. [Online]. Available: <https://uv-mdap.com/blog/manifiestos-agiles-en-los-entornos-de-proyectos-de-construccion/>. [Accessed: 01-Jun-2020].
- [9] P. Gutiérrez, A. López Gil, and A. DE Universidad Valladolid, “Estudio comparativo de metodologías tradicionales y ágiles para proyectos de Desarrollo de Software,” Sep. 2018.



- [10] Miguel, "Seguimiento del progreso del Sprint en Scrum - Proagilist," 07-Sep-2016. [Online]. Available: <https://proagilist.es/blog/agilidad-y-gestion-agil/seguiamiento-del-progreso-del-sprint-scrum/>. [Accessed: 01-Jun-2020].
- [11] Deemer Pete ; Benefield Gabrielle, "Scrum Primer - Breve introducción a Scrum," 2009. [Online]. Available: <https://scrumprimer.org/>. [Accessed: 01-Jun-2020].
- [12] For Project Pros, "intervención de una obra con metodología Scrum," 13-Dec-2017. [Online]. Available: <https://forprojectpros.com/>. [Accessed: 01-Jun-2020].
- [13] PMO, "Oficina de Gestión de Proyectos - ," Mar-2017. [Online]. Available: <https://www.oficinadegestiondeproyectos.com/>. [Accessed: 01-Jun-2020].
- [14] Alcaldía municipal de Funza, "PROPUESTA PBOT FUNZA ," 26-Aug-2019. [Online]. Available: <http://www.funza-cundinamarca.gov.co/planes/propuesta-pbot-funza>. [Accessed: 01-Jun-2020].
- [15] Guías Scrum, "¿Qué es el scrum?," 2017. [Online]. Available: <https://www.scrumguides.org/>. [Accessed: 01-Jun-2020].
- [16] J. Palacio, "Flexibilidad con Scrum," Oct. 2007.
- [17] M. Garcia, "Scrum y las metodologías ágiles en construcción - miguelgarcia.me," 18-Jul-2019. [Online]. Available: <https://miguelgarcia.me/scrum-y-las-metodologias-agiles-en-construccion/>. [Accessed: 01-Jun-2020].
- [18] For Project Pros, "INTERVENCION DE UNA OBRA CON METODOLOGIA SCRUM," 13-Dec-2017. [Online]. Available: <https://forprojectpros.com/intervencion-de-una-obra-con-metodologia-scrum/>. [Accessed: 01-Jun-2020].