

DISEÑO DE UN MODELO DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS COMPARTIDOS EN EL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES A TRAVÉS DE GESTIÓN DE PROYECTOS

Autor:
Ing. David Estiven Casallas Vargas
Código. 20161196002

Director:
PhD. Germán Andrés Méndez Giraldo

Trabajo de grado de investigación para optar al título de:
Magíster en Ingeniería Industrial - Énfasis en Gestión de Organizaciones y Proyectos

Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Maestría en Ingeniería Industrial
Énfasis en Gestión de Organizaciones y Proyectos
Bogotá DC, Colombia
Mayo de 2023

1. CONTENIDO

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES 6
RESUMEN 6
PALABRAS CLAVE 6
ABSTRACT 6
KEYWORDS 7
1.1 INTRODUCCIÓN 7
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 9
1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 9
1.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 12
1.2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA 13
1.2.4 VARIABLES INICIALES DE LA INVESTIGACIÓN 14
1.3 HIPÓTESIS 17
1.4 OBJETIVOS 18
1.4.1 OBJETIVO GENERAL 18
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 18
1.5 JUSTIFICACIÓN 19
CAPITULO 2 MARCO DE REFERENCIA 22
2.1 MARCO DE REFERENCIA 22
2.1.1 PROYECTO 22
2.1.2 CLASIFICACIÓN Y TAMAÑO DE PROYECTOS 26
2.1.3 FASES Y CICLO DE VIDA DEL PROYECTO 28
2.1.4 TIPOS DE RECURSOS 32
2.1.5 MODELOS DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS APLICADOS EN PROYECTOS 37
2.2 MARCO CONCEPTUAL 45
2.3 MARCO ESPACIAL 53

2.3.1 MARCO TEMPORAL 53

CAPITULO 3 CARACTERIZACIÓN DE FACTORES INFLUYENTES EN LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS COMPARTIDOS EN PROYECTOS DE SUMINISTROS DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y MODELO PROPUESTO 54

3.1 CARACTERIZACIÓN DESDE LAS PRINCIPALES FASES DEL PROYECTO……...54

3.1.1 FASE DE INICIACIÓN 55

3.1.2 FASE DE PREPARACIÒN Y EJECUCIÒN 58

3.1.3 FASE DE SEGUIMIENTO 61

3.1.4 FASE DE CIERRE 65

3.2 ASIGNACIÓN DE LOS RECURSOS BASADOS EN EL ANALISIS DE DATOS…….. 65

3.3 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PARA SUMINISTRO DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN PROYECTOS 67

CAPITULO 4 MODELO DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS COMPARTIDOS 70

4.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES (ANALISIS DEL SISTEMA) 71

4.2 MEDIDAS DE DESEMPEÑO 73

4.3 DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DE VARIABLES INCIDENTES 78

4.4 REGLAS DE PRIORIDAD PARA LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS EN PROYECTOS DEL SECTOR TELECOMUNICACIONES 79

4.5 SISTEMA DE REGLAS PARA LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS COMPARTIDOS EN PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES 82

4.5.1 METODOLOGIA PROPUESTA 82

4.5.2 ASIGNACIÓN EN FUNCIÓN DEL IMPACTO SOCIAL 83

4.5.3 ASIGNACIÓN EN FUNCIÓN DEL TIEMPO Y FACTOR DE RIESGO 88

4.5.4 ASIGNACIÓN EN FUNCIÓN DEL INGRESO Y COSTO 92

4.5.5 ASIGNACIÓN EN FUNCIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO 96

4.5.6 FLUJOGRAMA GENERAL PARA USO DE REGLAS DE PRIORIDAD Y ASIGNACIÓN DE RECURSOS 100

4.5.7 EVALUACIÓN POR MEDIO DE TÉCNICAS DE SIMULACIÓN EL FUNCIONAMIENTO E IMPACTO DEL MODELO DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS COMPARTIDOS 105

CAPITULO 5……120

5.1 CONCLUSIONES……120

5.2 PRINCIPALES APORTES AL CAMPO DE CONOCIMIENTO……...122

5.3 RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS……...123

REFERENCIAS 123

Anexos 133

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Variables de Investigación……14

Tabla 2. Consideraciones del Concepto del Suceso de la Gestión de Proyectos…… 22

Tabla 3. Clasificación y Tamaño de Proyectos …….. 26

Tabla 4. Clasificación de los Proyectos Según su Sector Económico ……... 27

Tabla 5. Dominio de Desempeño del Enfoque de Desarrollo y Ciclo de Vida ……. 31

Tabla 6. Clasificación de Recursos y Consideraciones…….. 33

Tabla 7. Clasificación de los Recursos en el Sector de las Telecomunicaciones……. 36

Tabla 8. Reglas de mayor prioridad…….. 43

Tabla 9. Notación Matemática Scheduling y Concepto ……..46

Tabla 10. Reglas de Prioridad y Despacho ……..50

Tabla 11. Presupuesto Aproximado para la Investigación ……54

Tabla 12. Posibles riesgos generados por una inadecuada asignación de recursos …61

Tabla 13 Criterios de selección y asignación de recursos…….....64

Tabla 14.Técnicas y herramientas basadas en análisis de datos…….66

Tabla 15 Etapas suministro proyecto servicios de telecomunicaciones…….67

Tabla 16. Componentes y análisis del sistema ……..71

Tabla 17.Tipología de Recursos ……76

Tabla 18. Descripción de variables incidentes ……78

Tabla 19. Descripción reglas de asignación ……79

Tabla 20. Aplicación regla OCD (Oldest creación date)..... 84

Tabla 21. Puntuación constante sector social económico..... 84

Tabla 22. Ranking constante sector económico social 84

Tabla 23. Puntuación constante nivel de impacto..... 85

Tabla 24. Aplicación regla SP (Social impact) 85
Tabla 25. Aplicación regla SS (socioeconómica stratum) 86
Tabla 26. Aplicación regla LL (Local labor) 87
Tabla 27. Aplicación regla HH (Enabling threads) 87
Tabla 28. Ranking promedio reglas 87
Tabla 29. Aplicación regla OCD (Oldest creation date) 89
Tabla 30. Aplicación regla SCDP (Shorter commitment date project) 89
Tabla 31. Aplicación regla LSA (Less service agreement) 90
Tabla 32. Aplicación regla HH (Enabling threads) 90
Tabla 33. Calculo factor de riesgo 91
Tabla 34. Ranking por factor de asignación 91
Tabla 35. Aplicación regla HMR (Highest monthly recurring) 93
Tabla 36. Aplicación regla LT0 (Lead time = 0) 93
Tabla 37. Aplicación regla MC (Higher Capex). 93
Tabla 38. Aplicación regla MO (Higher Opex) 94
Tabla 39. Tiempo en meses de prestación o contratación del servicio (Tc) 94
Tabla 40. Proyección ingreso en periodo contratado para la prestación del servicio .. 95
Tabla 41. Ranking por LT0 = 1 95
Tabla 42. Asignación órdenes a proyectos 96
Tabla 43. Sumatoria de ordenes por proyecto 97
Tabla 44. Aplicación regla BPS> (By project size) 98
Tabla 45. Ranking cálculo de %HH 98
Tabla 46. Tabla general de asignación de recursos 99
Tabla 47. Clasificación por tamaño 105
Tabla 48. Probabilidad por tamaño de proyecto 108
Tabla 49. Probabilidad por cliente 108
Tabla 50. Probabilidad por Sector Económico 109
Tabla 51. Probabilidad por impacto 109
Tabla 52. Probabilidad por Hilos Existentes 109
Tabla 53. Probabilidad por SLA 110
Tabla 54. Probabilidad por Nivel de Impacto 110
Tabla 55. Cantidad de Ordenes Asignadas 111
Tabla 56. Probabilidad de Ingreso de Órdenes de Proyecto por Año 111
Tabla 57. Probabilidad de Ingreso de Ordenes por Estrato Socioeconómico 111
Tabla 58. Probabilidad de uso de Mano de Obra Local 112

Tabla 59. Probabilidad de Garantía 112
Tabla 60. Probabilidad de Riesgo 112

Figura 1. Secuencia de Fases Típicas en un Ciclo de Vida del Proyecto 29
Figura 2. Secuencia de Fases Típicas y Ciclo de Vida del Proyecto 29
Figura 3. Relación entre el Ciclo de Vida del Producto y el Ciclo de Vida del Proyecto 30
Figura 4. Relación entre el ciclo de vida del producto y Grupo de Personas 31
Figura 5. Recursos Compartidos e Interesados 35
Figura 6. Factores Influyentes en el Recurso Humano 62
Figura 7. Proceso de Modelamiento 70
Figura 8. Sistema para el uso de reglas en la asignación de recursos 82
Figura 9. Diagrama de asignación de recursos en función del impacto social económico 88
Figura 10. Diagrama de asignación de recursos en función del tiempo y riesgo 92
Figura 11. Diagrama de asignación de recursos en función del Ingreso/ costo. 95
Figura 12. Diagrama de asignación de recursos en función del alcance de los proyectos 100
Figura 13. Algoritmo para Asignar Recursos en Función del Impacto Social 101
Figura 14. Algoritmo para asignar recursos en función del tiempo y factor de riesgo 102
Figura 15. Algoritmo para asignar recursos en función del ingreso y costo 103
Figura 16. Algoritmo para asignar recursos en función del alcance del proyecto 104
Figura 17.Distribución por tamaño de proyecto 106
Figura 18. Distribución por tamaño (Ingreso mes) 107
Figura 19. Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 1 . 114
Figura 20. Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 2**.**. 114
Figura 21. Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 3 . 115
Figura 22. Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 4 . 115
Figura 23. Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 5 . 116
Figura 24. Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 6 . 116
Figura 25. Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 7 . 117
Figura 26. Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 8 . 117
Figura 27. Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 9 . 118
Figura 28. Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 10 118

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

RESUMEN

La investigación está enfocada en el diseño y estructuración de un modelo para la asignación de recursos compartidos, tanto de trabajo como de recursos no consumibles, para el desarrollo y control de proyectos en empresas de telecomunicaciones. La estructura se fundamenta en los criterios, procedimientos y algoritmia de *Scheduling* simultáneo definiendo las reglas de asignación y despacho, lo anterior, con el objetivo de establecer la utilización eficiente de los recursos requeridos en proyectos de suministro de servicios de telecomunicaciones, teniendo en cuenta los tiempos de gestión y niveles de servicio del cliente final.

PALABRAS CLAVE

Asignación de recursos, Proyectos de Telecomunicaciones y Programación de Recursos.

ABSTRACT

The research is focused on the design and structuring of a model for the allocation of shared resources, both work and non-consumable resources, for the development and control of projects in telecommunications companies. The structure is based on the criteria, procedures and simultaneous *scheduling* algorithm defining the allocation and

dispatch rules, the above, in order to establish the efficient use of the resources required in telecommunications services supply projects, taking into account the management times and end customer service levels.

KEYWORDS

Resource Allocation, Telecommunications Projects, and Resource *Scheduling*.

1.1 INTRODUCCIÓN

El avance y crecimiento permanente en el campo de las tecnologías de la información y comunicaciones TIC, hace que las empresas pequeñas, medianas y grandes se encuentren en la necesidad de contratar servicios de comunicaciones tales como: Internet, telefonía, datos, servicios de data center, entre otros, con el objetivo de agilizar sus procesos de gestión y trasferencia de información.

En el momento que la empresa decide contratar dichos servicios a los proveedores de internet o más conocidos por sus siglas en inglés como *internet Service Provider* (ISP), las solicitudes a nivel comercial ingresan de dos maneras, la primera de forma unitaria[1] y la segunda por paquetes de proyectos, esta última en forma de múltiples servicios de

[1] Forma estándar: servicios que no ingresan en paquetes de trabajo si no de manera individual, ejemplo: (1) un internet, (1) un canal de datos, etc.

internet, telefonía y datos para un mismo cliente, en la cual se centra el desarrollo de la investigación.

Las razones por las que se realiza la investigación, están focalizadas en el mejoramiento de la asignación de los recursos requeridos para suministrar este tipo de servicios a múltiples clientes en una misma ventana de tiempo, teniendo en cuenta que en algunos casos los recursos requeridos se comparten con otros proyectos; otra razón es tener impacto sobre los tiempos de gestión de dichos proyectos que permitan cumplir con las fechas de compromiso hacia los clientes, mejorando la satisfacción, minimizando costos y cumpliendo con los **acuerdos de niveles de servicio (ANS).**

Por otra parte, el suministro de servicios de telecomunicaciones a través de proyectos requiere de un adecuada planeación y programación de los recursos que intervienen, por lo cual se requiere de varios métodos de análisis para permitir el desarrollo de la investigación, tales como, recolección de información de variables de entrada del proyecto utilizando métodos estadísticos; diseño y estructuración del modelo integrado por algoritmos y reglas de asignación, simulación de modelo y verificación de resultados.

La presente investigación se llevará a cabo con información real de una empresa de telecomunicaciones ubicada en la ciudad de Bogotá D.C. algunas limitaciones que se pueden considerar son el acceso a algunas fuentes de información y confidencialidad manejada por la organización.

Los resultados esperados por el autor son: El diseño y estructura del modelo de asignación de recursos compartidos para proyectos de telecomunicaciones, que a su vez contribuya a: obtener mejores resultados en los tiempos de gestión, una adecuada y eficiente utilización de los recursos, incremento de la productividad, garantía en el cumplimiento de las fechas de compromiso pactada con los clientes, verificación del cumplimiento de los ANS**.**

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en el sector de las telecomunicaciones y más específicamente en la gestión de proyectos de suministro de servicios tales como telefonía, internet, datos, servicios de *Data Center* entre otros, se ha identificado falta de planeación y deficiencia en la gestión de asignación de los recursos materiales, de trabajo y no consumibles, los cuales son requeridos para llevar a cabo el propósito del proyecto, (González Redondo, 2013) afirma que para poder concluir con éxito las distintas tareas a realizar, es necesario hacer una buena gestión de todo el proceso y dentro de esa gestión, un área muy importante a tratar es la dedicada a los recursos los cuales son de vital importancia en el desarrollo estratégico del negocio.

La inadecuada planificación y gestión de los recursos en los proyectos generan problemáticas en sus diferentes fases; tales como, fase de inicio, desarrollo, seguimiento - control y cierre del proyecto. Como lo afirman los siguientes autores: (Ballestín González, 2002), los problemas de secuenciación de proyectos (PSP) están formados por actividades, recursos, relaciones complejas de precedencia y funciones de evaluación.

Por otra parte, (Gonzalez, Kalenatic, & Moreno, 2012) afirman que las actividades son tareas que son solicitadas por el proyecto, las cuales requieren recursos y tiempo para completarse y se definen como la serie de problemas delimitados que componen un proyecto.

Por lo tanto, es importante resaltar lo siguiente: según (Gonzalez et al, 2012) precisa que una actividad es una labor que consume tiempo mientras las personas, equipos o ambos trabajan o esperan durante la ejecución, lo cual puede afectar cualquier fase del proyecto.

Adicionalmente, para (Demeulemeester & Herroelen, 2002), los proyectos son complejos, establecer las relaciones entre las tareas a realizar puede llegar a ser

complejo[2] y se requiere de expertos para solucionar los conflictos que surjan. Todo ha de funcionar de manera fluida y debe encajar como un rompecabezas.

Por otra parte, (Pinedo, 2012) describe que una organización dedicada a la prestación de servicios no es tan fácil de describir comparada con una organización dedicada a la fabricación. La función de programación en una organización de servicios puede enfrentar una variedad de problemas con la reserva de recursos, por ejemplo, la asignación de aviones a puertas, la reserva de salas de reuniones u otras instalaciones.

Para (González Redondo, 2013), la incertidumbre[3] en los proyectos necesitara de una planificación, gestión y control para que estén expuestos a los mínimos riesgos[4] posibles. Pero a pesar de estos esfuerzos, no se puede tener la certeza absoluta de que todo va a funcionar según lo previsto.

Una adecuada planificación facilitaría el proceso de toma de decisiones en los proyectos, así como lo afirma (Martinez & Escudey, 1997) la evaluación y la toma de decisiones deben enmarcarse en un proceso continuo de ***"prospectiva – planificación estratégica"***: cada programa o proyecto debería analizarse y gestionarse como una unidad auto contenida.

No obstante, se debería tener en cuenta que un proyecto siempre está expuesto a cambios, (González Redondo, 2013) menciona que el gestor del proyecto siempre

[2] Según (Morin Edgar, 2004) Refiere a la capacidad de interconectar distintas dimensiones de lo real, la complejidad representa al mundo como una gran red formada de delgados hilos que se entrelazan y relacionan todos sus componentes.

[3] Incertidumbre: Situación en la cual hay un grado mayor o menor de desconocimiento del futuro.

[4] Según PMBOOK Riesgo es un evento o condición incierta que, si sucede, tiene un efecto en por lo menos uno de los objetivos del proyecto. Los objetivos pueden incluir el alcance, el cronograma, el costo y la calidad.

encontrará impedimentos para la realización exacta del proyecto según se había previsto inicialmente. El riesgo es inevitable, es inherente a todo proyecto, aunque se lleve un control riguroso y absoluto sobre el mismo.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto y a los factores que directa o indirectamente influyen en la problemática de la no adecuada asignación de recursos, según (Ballestín González, 2002) radican específicamente en las actividades, las relaciones de precedencia, los recursos y funciones de evaluación, la no adecuada gestión de estas podrían generar otras situaciones que afectarían cada una de las fases, en el corto, mediano y largo plazo del proyecto; los resultados negativos que podrían presentarse en cada una de estas ventanas de tiempo, son los siguientes:

- **Fase de inicio**: Demoras en inicio del proyecto, alcances no definidos, retrasos en los cierres de KO (Kick off)[5] y tareas no definidas.
- **Fase de desarrollo**: En esta fase las afectaciones que se podrían presentar por una inadecuada planeación y asignación de los recursos se representan en: malos establecimientos de entornos de trabajo, errónea asignación de los recursos disponibles, problemas con la ejecución de las tareas y déficit en la gestión de cambios.
- **Fase de seguimiento**: reprocesos y nula identificación de riesgos.
- **Fase de cierre**: Entregas fuera de tiempo, insatisfacción del cliente final e indisponibilidad del servicio, incumplimiento a fechas de compromiso, para proyectos de gobierno se podría generar multas, penalizaciones o en el peor de los casos cancelación de las negociaciones.

Como posible solución a la problemática identificada se plantea el diseño y estructura de un modelo de asignación de recursos compartidos y no consumibles, mediante el

[5] Según PMBOK KO Kick-Off se traduce como una reunión de arranque o inicio del proyecto.

cual establecerá reglas, algoritmos de asignación y despacho, que permite la identificación de riesgos en las diferentes fases del proyecto y el aseguramiento de los **ANS**.

A continuación, se relacionan algunas consideraciones en el marco de *Scheduling* simultáneo:

El *Scheduling* es un proceso de toma de decisiones que se usa de forma regular en muchas Industrias manufactureras y de servicios. Se trata de la asignación de recursos a tareas en períodos de tiempo determinados y su función ayuda a optimizar uno o más objetivos (Pinedo, 2012).

De igual manera, *Scheduling* es una forma de toma de decisiones que desempeña un papel importante en muchas disciplinas. Está preocupado con la asignación de recursos escasos a actividades, lo anterior con el objetivo de optimizar un rendimiento mayor (Leung, 2004).

1.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con el desarrollo y la revisión de estado del arte, no se ha encontrado un modelo de gestión de proyectos en el contexto de ***Scheduling* simultaneo**, que contribuya al control de la asignación de recursos consumibles y no consumibles, cumpliendo con las fechas de inicio y entrega, las expectativas del cliente, cumplimiento de los ANS y minimizando los riesgos como :el incumplimiento del cronograma, la no adecuada asignación de los recursos, retrasos en las actividades, aumento en los costos, disminución de calidad del proyecto, entre otros; todo esto en el escenario del sector de las telecomunicaciones. De acuerdo con lo anterior se formula la siguiente pregunta de investigación.

¿Cómo se puede realizar una correcta y adecuada asignación de los recursos de trabajo no consumibles que se requieran en los proyectos de suministro de servicios de internet, telefonía y datos en el sector de las telecomunicaciones mediante un modelo de asignación en el marco de *Scheduling* simultaneo que ayude a cumplir con los acuerdos de niveles de servicio?

1.2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cuáles son los factores que intervienen y son influyentes en la asignación de recursos compartidos utilizados en proyectos de suministro de servicios de telefonía, internet y datos en el sector de las telecomunicaciones?
- ¿Cuáles son las fases que sustentan el modelo e identifican los puntos críticos en la asignación de recursos compartidos en proyectos de telecomunicaciones?
- ¿Cómo y en qué medida se puede realizar una correcta asignación y despacho de recursos compartidos que aseguren el suministro de los servicios en los proyectos de telecomunicaciones?

1.2.4 VARIABLES INICIALES DE LA INVESTIGACIÓN

En el proyecto de investigación es indispensable definir como unidades fundamentales las variables que intervienen en el suministro de servicios de telecomunicaciones, las cuales toman un valor importante para tener en cuenta en la construcción del modelo y la asignación de recursos. Teniendo en cuenta la planificación y gestión de los proyectos se establecen las siguientes variables descritas en la Tabla 1.

Tabla 1.

Variables de Investigación

ID	Nombre de Variable	Descripción	Tipo	Unidad de Medida	Instrumento de Medición
1	Tiempo promedio de suministro de servicio.	Corresponde al tiempo promedio de duración del proyecto.	Cuantitativa	Días (1, 2,3...n)	Estructura desglose de trabajo **(EDT)**
2	Tasa promedio de proyectos en el mes.	Corresponde al número promedio de proyectos que se ejecutan en el mes.	Cuantitativa	# Proyectos / mes	Reporte de histórico de proyectos.
3	Cantidad promedio de órdenes de trabajo por proyecto.	Corresponde al número promedio de servicios de telefonía, internet y datos que se aprovisionan por cada proyecto.	Cuantitativa	∑ Ordenes de trabajo proyecto / mes	Reporte de ordenes cerradas.

ID	Nombre de Variable	Descripción	Tipo	Unidad de Medida	Instrumento de Medición
4	Cantidad de recurso humano por proyecto.	Corresponde a la cantidad de personas que intervienen directamente en los diferentes proyectos.	Cuantitativa	# Ingenieros / mes	Estructura desglose de trabajo **(EDT).**
5	Costo promedio por proyecto e ingreso (Equipos, salarios, configuraciones, desplazamientos).	Corresponde al valor total del proyecto, costeando todos los recursos aprovisionados.	Cuantitativa	Pesos colombianos COP $	Estructura presupuestal y de contabilidad.
6	ANS (Acuerdos de niveles de servicio)	Corresponde al valor en el cual se pacta con el cliente la ejecución, entrega o cumplimiento de un determinado servicio.	Cuantitativa	% Max # Mes Máximo # Sem Máximo # Hrs Máximo # Min Máximo	Porcentajes (%) o escalas en tiempo definidas en los contratos del proyecto.
7	Consultorías técnicas / Capacitaciones (Preventas)	Corresponde al número de consultorías/ Capacitaciones realizadas durante las fases del proyecto.	Cuantitativa	# Consultorías / mes	
8	Auditorías internas e interventorías.	Corresponde al número de auditorías e interventorías realizadas durante las fases del proyecto, estas pueden ser de Calidad, legales, comerciales, financieras etc.	Cuantitativa	# Auditorias e interventorías / mes	Reporte final de auditorias

ID	Nombre de Variable	Descripción	Tipo	Unidad de Medida	Instrumento de Medición
9	Índice de riesgo	Corresponde al porcentaje de riesgo que puede presentar cada proyecto si no se cumple con las actividades del cronograma propuesto.	Cuantitativa	% Riesgo / Proyecto	Reporte PWA riesgos u reporte de gestión del riesgo.
10	Índice de impacto social (responsabilidad social empresarial)	Corresponde al porcentaje por regla de prioridad de impacto social que el proyecto generara a una comunidad o población determinada a través del suministro del servicio de telecomunicaciones.	Cuantitativa	% Impacto / Proyecto	Encuesta de campo y/o información del alcance social.
11	Índice conectividad	Corresponde al número de usuarios y/o familias que se conectaran del servicio a suministrar	Cuantitativa	# Usuarios conectados / Proyecto	*Project Charter* y/o alcance del proyecto.
12	Análisis de *Stakeholders*	Corresponde al conocimiento de la población o grupo de interés y grado de escolaridad	Cualitativa	Bajo, Medio, Alto Educación básica, media, superior	Información de alcance demográfico del proyecto.

Fuente: Autor

1.3 HIPÓTESIS

H0: El modelo de asignación de recursos desarrollado en el contexto de *Scheduling* simultaneo, mediante sus algoritmos y reglas, establece de manera eficiente la asignación de los recursos materiales y de trabajo en el suministro de los servicios en proyectos del sector de las telecomunicaciones, mejorando los tiempos de gestión, disminuyendo los riesgos y asegurando los acuerdos de niveles de servicio.

H1: El modelo de asignación a través de sus algoritmos y reglas no logra establecer de manera correcta y adecuada la asignación de los recursos materiales y de trabajo en el suministro de los servicios en proyectos del sector de las telecomunicaciones.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y estructurar un modelo de asignación de recursos compartidos para proyectos del sector de las telecomunicaciones, que mejoren los tiempos de gestión, disminuyan los niveles de riesgo y aseguren los acuerdos de nivel de servicio, a través de *Scheduling* simultaneo.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los factores influyentes en el proceso de asignación de recursos compartidos en los proyectos de suministro de servicios de telefonía, internet y datos en el sector de las telecomunicaciones.

- Estructurar las fases que permitan identificar los puntos críticos de la asignación de recursos compartidos.

- Diseñar el algoritmo y reglas para la correcta asignación y despacho de recursos compartidos que aseguren el suministro de los servicios de telefonía, internet y datos en los proyectos de telecomunicaciones, bajo el enfoque de *Scheduling* simultáneo.

- Evaluar por medio de técnicas de simulación el funcionamiento e impacto del modelo de asignación de recursos compartidos.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Los motivos por los cuales se realiza la presente investigación se describen a partir de los siguientes aspectos: social, económico, personal, profesional e investigativo, dicho lo anterior, hacen que la investigación tome gran importancia en pro de su estudio y desarrollo.

Desde un aspecto social y con la llegada del *COVID19* a la vida cotidiana se ha generado un cambio drástico en las actividades que se desarrollan a diario, las cuales comprenden; la educación virtual, el trabajo, entre otras, dicho esto, surge la necesidad de estar conectados desde cualquier lugar y hora.

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta que el enfoque de la investigación está basado en la asignación de recursos para proyectos de telecomunicaciones, el cual tiene un único fin, el de agilizar y optimizar la asignación de los recursos para poder conectar a través de los servicios de internet los siguientes grupos de interés: a los hogares para facilitar la comunicación entre sus familiares, las escuelas y centros de educación para que los niños y jóvenes puedan tener la oportunidad de recibir una enseñanza de calidad y finalmente las empresas para facilitar la comunicación entre sus áreas, facilitar el empleo remoto y desarrollar su *CORE* de negocio.

Por otra parte, desde un aspecto socio-económico se tuvo en cuenta un estudio realizado por las Naciones Unidas en el año 2010, el cual concluye que existe una alta correlación entre el número de usuarios de internet y la tasa de pobreza de los países (United Nations, 2010), así mismo, (Katz, 2010) en una investigación realizada en la Universidad de *Columbia* revela: “que en el caso de Chile aumentar la penetración de Internet en 10 %, puede llegar a reducir el desempleo en un 2%”, de acuerdo con las cifras anteriores, se hace necesario optimizar la asignación de recursos, el pie de fuerza, la productividad y demás estrategias de ingeniería por parte de las empresas que suministran los servicios de telecomunicaciones, las cuales en la mayoría de los casos los proveen a través de proyectos en pequeña, mediana y gran escala, por ejemplo: el proyecto del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) en Colombia, el cual tiene

como objetivo al año 2023 conectar por 10 años los centros digitales de estudiantes y profesores en 14.745 colegios públicos del país.

Desde la óptica del sector de las telecomunicaciones, son muy pocas las empresas que utilizan algún tipo de método para realizar una eficiente asignación de recursos, en la mayoría de los casos se realiza de acuerdo con la experiencia en anteriores proyectos o por políticas estratégicas de la compañía, las cuales pueden generar un aumento en sus costos operacionales si no asignan sus recursos bajo un método o modelo bien definido. Para (Pinedo, 2012) “la toma de decisiones para la asignación de recursos en la ejecución de tareas durante un horizonte de tiempo siempre busca optimizar uno o varios criterios de desempeño”, por esa razón, surge la necesidad del diseño de un modelo que facilite la asignación y administración económica de los recursos, que impacte positivamente la organización y finalmente la comunidad donde se suministrara el servicio.

Ahora bien, desde el aspecto personal y profesional, la presente investigación toma un alto valor teniendo en cuenta el desempeño actual en el área de proyectos de una compañía de servicios de telecomunicaciones, en la cual, no solo se adquirió un aprendizaje, sino también se identificó la carencia en la aplicación de un modelo, proceso, metodología u otra herramienta de ingeniería que oriente al equipo de trabajo y los directores de proyecto en una adecuada y precisa asignación de recursos, ya que actualmente se realiza esta tarea por juicio del *Project Manager*, prioridad de la compañía o lecciones aprendidas de proyectos pasados.

Por otra parte, en la actualidad se encuentran en curso 44 proyectos de media y gran escala en diferentes ciudades de Colombia, de los cuales, se exige por parte del cliente la entrega de por lo menos 30 proyectos entre el año 2021 y 2022, adicional a una proyección de ingreso de 25 iniciativas por cada año, de los cuales se exige establecer fechas de compromiso de manera simultánea y el uso de los mismos recursos humanos, técnicos y de infraestructura que se tenían disponibles desde el año 2018, respecto a lo anterior, surge la necesidad y aporte de un modelo de asignación que sea útil para la organización, que contribuya en la optimización del proceso, disminución de los costos, reducción del riesgo, aseguramiento en la entrega de los servicios conforme a los tiempos y SLAS acordados con el cliente y finalmente la satisfacción social donde se suministrara el servicio.

Desde otra óptica en un aspecto investigativo la asignación de recursos y secuenciación de tareas se considera un tema de estudio para varios autores, ya que en el trascurso de los años se han diseñado algoritmos, modelos matemáticos y metaheurísticas para la asignación de estos, para (Hartmann, S. & Briskorn, 2010) y citado por (Ibañez, 2016, pág. 6), indica que los problemas básicos de secuenciación de proyectos involucran la disponibilidad de recursos renovables o no consumibles los cuales son constantes por unidad de tiempo, lo cual en la práctica es fácilmente rebatible por factores tales como: ausentismo, fallas de maquinaria, fatiga, motivación, entre muchos otros ejemplos.

Del mismo modo, para el siguiente autor, la falta de planificación y uso de una herramienta para la asignación de recursos (Ballestín González, 2002), en su mayoría genera reprogramaciones, reprocesos y gestiones de cambio que a futuro causan una afectación en la línea base de los tiempos comprometidos con cada uno de los hitos del proyecto.

Dicho lo anterior, la presente investigación se realiza con el fin de diseñar un modelo, cuyos componentes sean un conjunto de reglas de asignación de recursos aplicadas a la gestión de proyectos que suministran servicios de telecomunicaciones, de igual forma, la evaluación del comportamiento, la observación de los resultados obtenidos en múltiples proyectos, identificación de los riesgos presentados, análisis del cumplimiento de tiempos **ANS** y verificación del algoritmo diseñado a través de simulación.

Finalmente, y de acuerdo con la revisión de literatura científica no se observa evidencia alguna de investigaciones sobre modelos de asignación de recursos aplicados al sector de telecomunicaciones, se han implementado en sectores tales como: construcción, logística, desarrollo de software, transporte de carga, fabricación, entre otros, por lo cual, toma gran importancia el aporte de una investigación que tenga en cuenta dicho sector.

CAPITULO 2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO DE REFERENCIA

2.1.1 PROYECTO

A través de la historia ya sea la prestación de un servicio o la fabricación de un producto se ha basado en la realización a través de la gestión de proyectos, lo cual establece una metodología y pasos necesarios para llevar a cabo algo.

Según (Project Management Institute, 2013) un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un servicio, producto o resultado único.

A continuación, se relaciona la tabla 2. citada por (Machado & Martens, 2014), en la cual se consideran diferentes conceptos dados por autores a través de los años sobre el suceso de la gestión de proyectos.

Tabla 2.

Consideraciones del Concepto del Suceso de la Gestión de Proyectos

Referencia	Consideraciones sobre el concepto de suceso de la Gestión de Proyectos
(Carvalho, Marioca;, 2013)	"El éxito del proyecto se refiere a los objetivos y beneficios previstos por el este para la organización. De esta manera, se trata de la eficacia de una iniciativa dentro del logro de su objetivo inicial, por lo cual la empresa disfruta de los beneficios previstos por el proyecto". (Carvalho, Marioca;, 2013, pág. 132)
(PMI, Project Management Institute, 2013)	"Como los proyectos tienen un carácter temporal, su éxito puede medirse por su conclusión dentro de las restricciones tiempo, costo, calidad, recursos y riesgo, según lo aprobado por el equipo directivo". (PMI, Project Management Institute, 2013, pág. 35)

Referencia	Consideraciones sobre el concepto de suceso de la Gestión de Proyectos
(Carvalho & Rabechini Jr, 2011)	"Tradicionalmente, se utiliza el triángulo de hierro. [...] Definir el éxito del proyecto no es una tarea fácil, ya que depende de la perspectiva de la parte interesada, el tipo de proyecto, la perspectiva temporal a corto, medio y largo tiempo plazo" (Carvalho & Rabechini Jr, 2011, pág. 37).
(Kerzner, 2011)	"Históricamente, la definición de éxito ha sido la atención de las expectativas de los clientes, ha sido interna o externa. El éxito también incluye la realización del trabajo dentro de las limitaciones de tiempo, coste y calidad / rendimiento" (Kerzner, 2011, pág. 40).
(Dvir, Shenhar, & Levy, 2009)	"Se sugiere que la administración debe adoptar un enfoque multidimensional para el concepto de proyecto. Para evaluar el éxito de un proyecto, es necesario comprender las distintas dimensiones y diferentes plazos" (Dvir, Shenhar, & Levy, 2009, pág. 550).
(Ellatar & Mohamed, 2009)	"El éxito se define como el grado en el que se alcanzan las metas y expectativas del proyecto. Debería ser, desde diferentes perspectivas de los individuos y las metas relacionadas con una variedad de elementos, incluyendo elementos técnicos, financieros, educativos, sociales y profesionales. El éxito del proyecto es el objetivo, los objetivos de presupuesto, calendario y calidad son los tres criterios normalmente aceptados para lograr el objetivo" (Ellatar & Mohamed, 2009, pág. 550).
(Wit, 1988)	"El proyecto se considera un éxito general si el proyecto cumple con la especificación de rendimiento técnico y/o misión a realizar, y si existe un alto nivel de satisfacción con respecto al resultado de este, entre las personas clave en la organización matriz, las personas clave

Referencia	Consideraciones sobre el concepto de suceso de la Gestión de Proyectos
	en el equipo del proyecto y los usuarios clave o la clientela del proyecto" (Wit, 1988, pág. 165).
(Samset & Volden, 2016)	"La gestión de proyectos es el conjunto de procesos establecidos para organizar y administrar los recursos necesarios, para llevar a buen término el alcance definido con la calidad y el tiempo acordados, teniendo en cuenta limitaciones de recursos y costos" (Samset & Volden, 2016, pág. 3).
(Contraloría General de la república, 2017)	"En síntesis, la dispersión de recursos y la debilidad en la visión estratégica de los proyectos y su priorización hace que la aplicación de los recursos en un porcentaje importante difícilmente puede incidir en la disminución de brechas regionales o sociales" (Contraloría General de la república, 2017, pág. 7).
(Ramírez Luz, 2017)	"En el desarrollo de proyectos nos encontramos dos grandes grupos generales, de una parte, los proyectos de ámbito especifico, que normalmente tienen los objetivos muy claramente definidos desde su inicio y en segunda parte los proyectos más complejos, de mayor tamaño o con unos objetivos muy abiertos y con múltiples alternativas de desarrollo" (Ramírez Luz, 2017, pág. 6).
(Lester, 2017)	De acuerdo con la literatura revisada, uno de los conceptos más recientes que define un proyecto es el siguiente "consiste en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fecha de inicio y finalización, realizado para lograr objetivos previamente definidos, y con limitación de recursos, tiempo y costo" (Lester, 2017, pág. 7). Adicional, el autor menciona que la gestión de un proyecto como: "la planificación, organización, monitoreo y control de todos los aspectos de este, lo que se articula para lograr los objetivos de manera segura, dentro de los tiempos acordados, con el presupuesto y alcance previamente definido" (Lester, 2017, pág. 7).

Referencia	Consideraciones sobre el concepto de suceso de la Gestión de Proyectos
(Radujković & Sjekavica, 2017)	Las autoras plantean la siguiente consideración sobre la gestión de proyectos: “la gestión de proyectos se centra en la medición del rendimiento del proyecto, en relación con sus dimensiones a corto plazo, cumplimiento de criterios de tiempo, costo y calidad, considerados como la triple restricción” (Radujković & Sjekavica, 2017, pág. 608).
(Cameiro, Silva, & Alencar, 2018)	Un consideración muy precisa y actual con los marcos de referencia planteados por los autores es: “la gestión de actividades de rutina implica la planificación de actividades, la alineación de objetivos y la optimización de recursos, en general, los mismos esfuerzos necesarios para gestionar un proyecto” (Cameiro, Silva, & Alencar, 2018, pág. 1)

Fuente: Autor a partir de la información recopilada de los autores de referencia.

Una de las guías en fundamentos para la dirección de proyectos más importantes a nivel mundial, en su sexta edición considera un proyecto como: “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”. (Project Management Institute, Inc, 2017)

Finalmente, en la versión más reciente de la guía de los fundamentos para dirección de proyectos publicada en la séptima edición del **PMBOK** considera el proyecto como: “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de este indica un principio y un final para el trabajo o una fase del trabajo del proyecto. (Project Management Institute, 2021)

2.1.2 Clasificación y Tamaño De Proyectos

Para (Madadi & Iranmanesh, 2012) y citado por (Ibañez, 2016, págs. 12-13) los proyectos tienen una clasificación de acuerdo a la cantidad de actividades que se realizan en cada una de ellos.

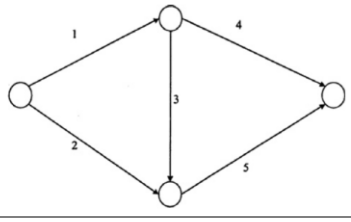
Adicional, se tiene la siguiente consideración por parte de una entidad estatal colombiana sobre la clasificación de los proyectos respecto a la magnitud: (Contraloría General de la república, 2017): magnitud del proyecto, entendido como alcance del proyecto en función de los recursos destinados para su funcionamiento".

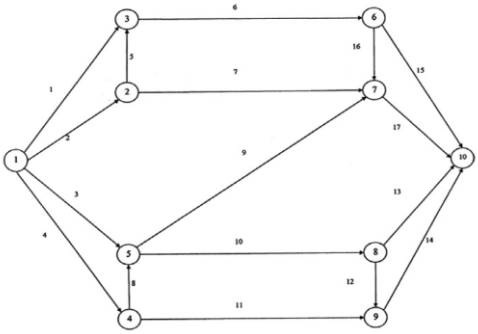
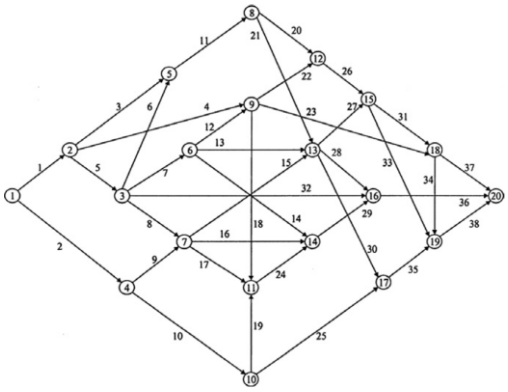
Por otra parte, para (Ramírez Luz, 2017), el cual se enfoca en estudios de proyectos de instalaciones de telecomunicaciones clasifica los proyectos de acuerdo con lo siguiente: "podemos clasificar los proyectos según varios criterios, por ejemplo: por el objeto del proyecto, por el volumen de inversión, por el alcance, los objetivos y por el campo de aplicación".

En la literatura revisada (Madadi & Iranmanesh, 2012) establecen una clasificación de los proyectos como pequeños, medianos y grandes de acuerdo con su tamaño y número de actividades a ejecutar, lo anterior, representado en la siguiente tabla:

Tabla 3.

Clasificación y Tamaño de Proyectos

Referencia	Tamaño	Número de Actividades	Ejemplo (Modelo AON)
(Madadi & Iranmanesh, 2012)	Proyectos pequeños	Entre 4 o 5 actividades	

(Madadi & Iranmanesh, 2012)	Proyectos medianos	Entre 6 y 19 actividades	
(Madadi & Iranmanesh, 2012)	Proyectos grandes	20 o más actividades	

Fuente: (Madadi & Iranmanesh, 2012, pág. 751)

Para los autores, (Guerrero Chanduvi, 2018) los proyectos se clasifican de acuerdo con el tipo de sector, los cuales se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4.

Clasificación de los Proyectos Según su Sector Económico

Referencia	Tipo de clasificación	Sector
(Guerrero Chanduvi, 2018)	Según el sector económico:	• Agropecuarios • Industriales • Infraestructura Social • Infraestructura económica • Servicios

	Según el objetivo:	• Producción de bienes (primarios o secundarios) • Prestación de servicios • Investigación (en ciencias o investigación aplicada)
	Según el ejecutor:	• Publico • Privado
	Según el área de influencia:	• Locales • Regionales • Nacionales • Multinacionales
	Según su carácter:	• Sociales • Financieros
	Según su tamaño	• Pequeños • Medianos • Grandes • Megaproyectos

Fuente. (Guerrero Chanduvi, 2018, pág. 26).

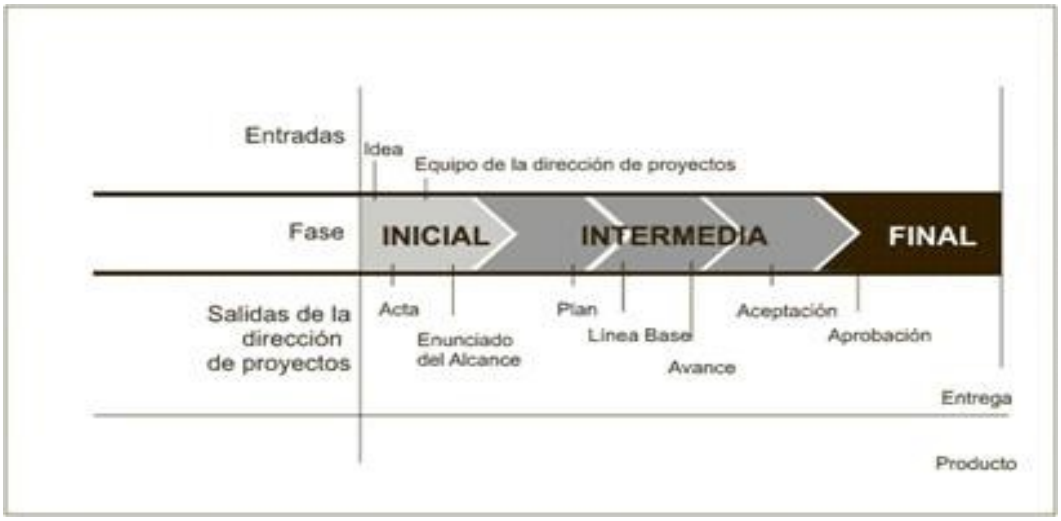
2.1.3 Fases y Ciclo de vida del proyecto

Toda realización de un producto o servicio requiere de diferentes actividades que se realizan en las diferentes fases del proyecto durante su ciclo de vida, para (Project Management Institute, 2008) Figura 1. Un proyecto tiene las fases de inicio, intermedia y final, las cuales mantienen la misma secuencia y unas salidas específicas.

Todo proyecto se caracteriza por tener un inicio y un fin y sus respectivas salidas de acuerdo con el estado de su fase, (Project Management Institute, 2008) relaciona el ciclo de vida de un proyecto de acuerdo con la Figura 2.

Figura 1.

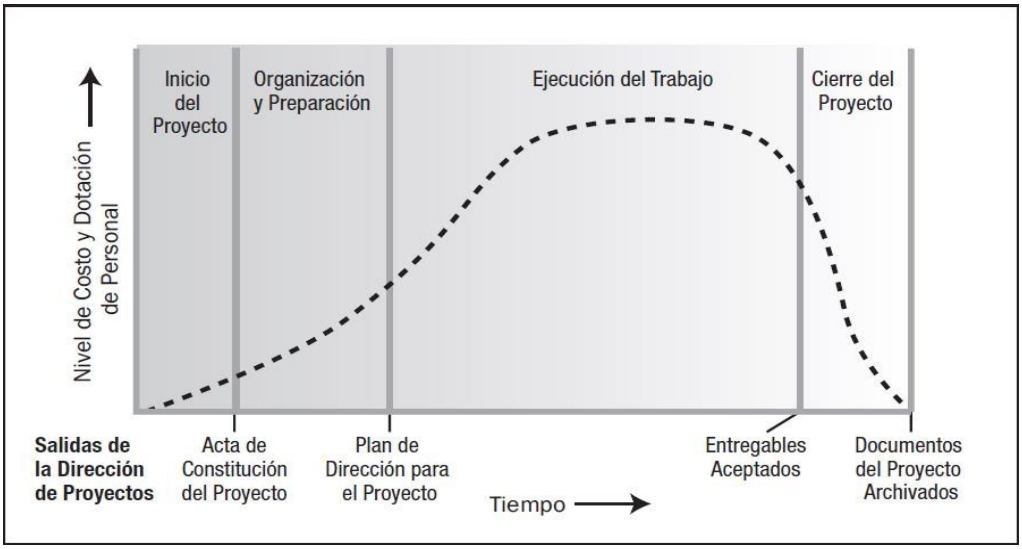
Secuencia de Fases Típicas en un Ciclo de Vida del Proyecto



Fuente. (Project Management Institute, 2008, pág. 28).

Figura 2.

Secuencia de Fases Típicas y Ciclo de Vida del Proyecto

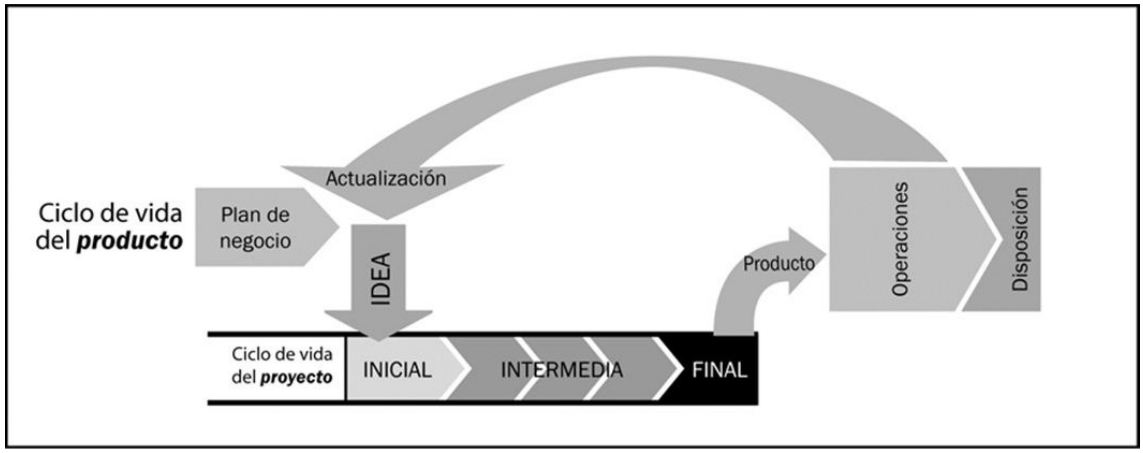


Fuente. Guía del PMBOK Fundamentos de la Dirección de Proyectos.2004. p.21

El ciclo de vida de un proyecto también tiene relación con el ciclo de vida de un producto o servicio que es suministrado, de dicho modo, (Project Management Institute, 2008) ilustra en la siguiente Figura 3, el ciclo de vida del producto, el cual comienza con el plan de negocio, pasa por la idea, hasta llegar al producto, las operaciones y la retirada del producto.

Figura 3.

Relación entre el Ciclo de Vida del Producto y el Ciclo de Vida del Proyecto



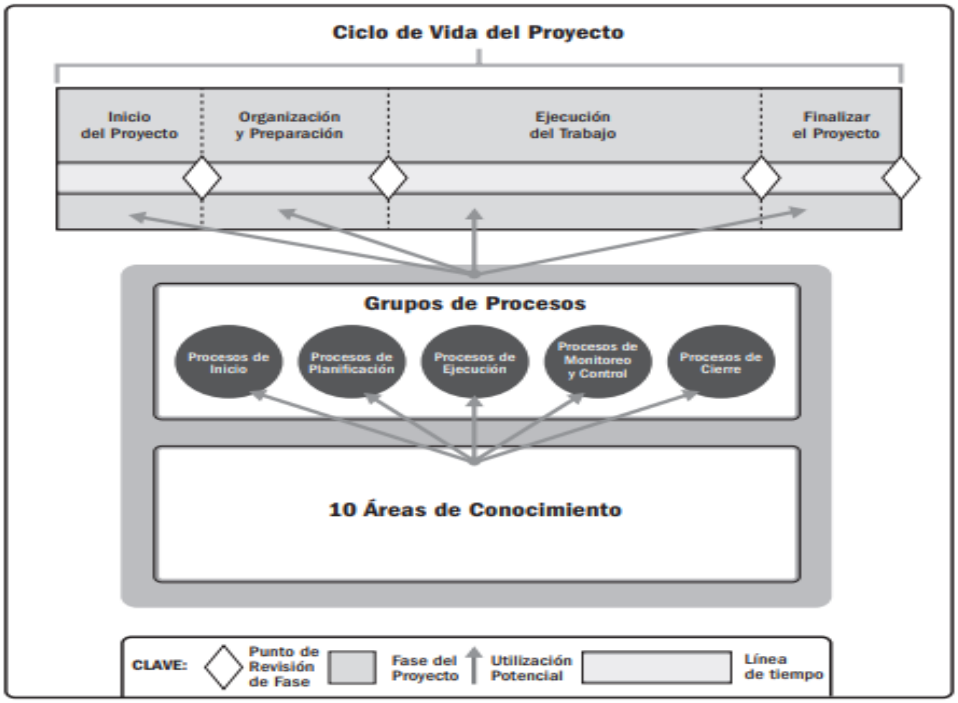
Fuente. Guía del PMBOK Fundamentos de la Dirección de Proyectos.2004. p.24

Una de las consideraciones sobre el ciclo de vida del proyecto se encuentra en la guía del PMBOK sexta edición como lo es el (Project Management Institute, Inc, 2017), la cual, comprende las siguientes fases y su interrelación entre los grupos de procesos de un proyecto desde su inicio hasta su conclusión, ver Figura 4.

En la última edición (Project Management Institute, 2021, pág. 33) plantea las siguientes consideraciones referentes al dominio de desempeño del enfoque y desarrollo del ciclo de vida del proyecto, ver Tabla 5.

Figura 4.

Relación entre el ciclo de vida del producto y Grupo de Personas



Fuente. Guía del PMBOK Fundamentos de la Dirección de Proyectos sexta edición .2017. p.18

Tabla 5.

Dominio de Desempeño del Enfoque de Desarrollo y Ciclo de Vida

Dominio de desempeño	Consideración
Entregable:	Cualquier producto, resultado o capacidad única y verificable para ejecutar un servicio que se debe producir para completar un proceso, una fase o un proyecto.

Dominio de desempeño	Consideración
Enfoque de desarrollo:	Método utilizado para crear y desarrollar el producto, servicio o resultado el ciclo de vida del proyecto, tal como un método predictivo, iterativo, incremental, adaptativo o hibrido.
Cadencia:	Ritmo de las actividades realizadas a lo largo del proyecto.
Fase del proyecto:	Conjunto de actividades del proyecto relacionadas lógicamente que culminación la finalización de uno o más entregables.
Ciclo de vida del proyecto:	Serie de fases que atraviesa un proyecto de su inicio hasta su conclusión.

Fuente: (Project Management Institute, 2021, pág. 33)

2.1.4 Tipos de recursos

De acuerdo con la revisión bibliográfica se tiene en común que los siguientes autores: (Ballestín González, 2002), (González Redondo, 2013) (Klein, 2000) y tomada de (Ibañez, 2016, pág. 6), los recursos se pueden clasificar en renovables, no renovables, doblemente restringidos y parcialmente renovables. Su respectiva descripción se puede observar en la Tabla 6.

Tabla 6.

Clasificación de Recursos y Consideraciones

Clasificación de Recursos	Tipo de Recurso	Descripción
Recursos Renovables	Maquinaria y equipo, mano de obra, entre otros	Son recursos cuya disponibilidad está limitada en cada unidad de tiempo. Es decir, en cada unidad de tiempo el recurso está disponible en cierta cantidad constante y su utilización no puede superar dicha cantidad. (Ballestín González, 2002) (González Redondo, 2013) (Klein, 2000).
Recursos no Renovables	Presupuesto del proyecto	Estos recursos tienen una disponibilidad limitada sobre la duración total del proyecto, independientemente de cada período (Ballestín González, 2002) (González Redondo, 2013) (Klein, 2000).
Recursos Doblemente Restringidos		Son recursos que presentan restricción tanto a lo largo de la duración del proyecto como durante cada período. El presupuesto general del proyecto puede convertirse en recurso doblemente restringido en el caso que presente restricción en cada período, como normalmente ocurre (Ballestín González, 2002).
Recursos Parcialmente Renovables		Se caracterizan por presentar disponibilidad para subconjuntos de períodos. Este tipo de recursos puede representar cualquiera de los tres tipos de recursos anteriores. Si la mano de obra presenta disponibilidad diferente en distintos días de la semana, sería considerada como recurso

Clasificación de Recursos	Tipo de Recurso	Descripción
		parcialmente renovable (Ballestín González, 2002) (González Redondo, 2013) (Klein, 2000).

Fuente: (Ibañez, 2016, pág. 6)

Teniendo en cuenta lo mencionado en la tabla anterior, los recursos que se emplean para suministrar servicios en un proyecto de telecomunicaciones pueden hacer parte de cualquiera de las 4 clasificaciones, como los son equipos, mano de obra, presupuesto limitado, entre otros.

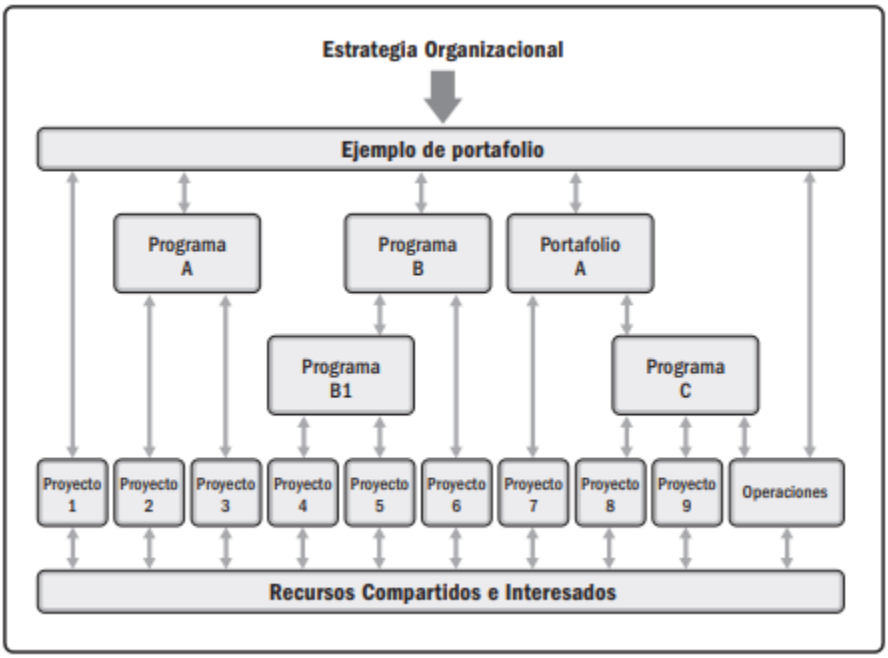
En su sexta edición la guía PMBOK los define y clasifica así: “los recursos del proyecto pueden incluir miembros del equipo humano, suministros, materiales, equipos, servicios e instalaciones” (Project Management Institute, Inc, 2017).

“Esos recursos se pueden obtener de los activos internos de la organización o desde fuera de la organización, por medio de un proceso de adquisición o compras. Otros proyectos pueden estar compitiendo por los mismos recursos necesarios para el proyecto en cuestión, en el mismo tiempo y lugar. Esto puede afectar significativamente los costos, los cronogramas, los riesgos, la calidad y otras áreas del proyecto”. (Project Management Institute, Inc, 2017).

Así mismo, “los proyectos y operaciones a menudo se involucran con los mismos interesados y pueden necesitar usar los mismos recursos, lo que puede dar lugar a un conflicto dentro de la organización (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 12). Este tipo de situación aumenta la necesidad de coordinación dentro de la organización mediante el uso de la dirección de portafolios, programas y proyectos para alcanzar un equilibrio viable en la organización”. Ver Figura 5.

Figura 5.

Recursos Compartidos e Interesados



Fuente: (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 12)

Teniendo en cuenta lo mencionado por (Project Management Institute, 2021, pág. 27) “Cada vez más las organizaciones están adoptando una visión holística del negocio que considera el desempeño financiero, técnico, social y ambiental simultáneamente en lugar de secuencialmente. Dado que el mundo esta interconectado ahora más que nunca, posee recursos finitos y un entorno compartido, las decisiones de administración tienen ramificaciones más allá del proyecto”.

En la Tabla 7 se puede observar la clasificación de los recursos necesarios para el suministro de servicios de internet, telefonía y datos a través de la gestión de proyectos en el sector de las telecomunicaciones.

Tabla 7.

Clasificación de los Recursos en el Sector de las Telecomunicaciones

Tipo	Clasificación del recurso	Tipo de Recurso	Descripción
Tangibles	Recursos Técnicos	Equipos de telecomunicaciones (Routers, Switches, Transceiver, entre otros. (recursos consumibles).	**Routers:** dispositivo que proporciona conectividad del servicio en la red. **Switches:** conmutador, la función de este equipo es interconectar 2 o más segmentos de red. **Transceiver:** Equipo que convierte medio óptico a eléctrico.
		Última Milla (recurso consumible).	Medio de trasmisión del servicio, este puede ser en fibra óptica, satelital, cobre y coaxial.
		Equipos de pruebas (recurso consumible).	Equipos para verificar que el servicio se encuentra activo y en funcionamiento.
	Recurso Humano	Ingenieros administrativos y de campo.	Personal encargado de recibir y gestionar la solicitud del servicio que realiza el cliente.
Intangible	Recurso Técnico	Configuraciones del servicio script, código	Configuración lógica de enrutamiento y ancho de

Tipo	Clasificación del recurso	Tipo de Recurso	Descripción
		de desarrollo. (recursos consumibles)	banda que se realiza en el suministro del servicio.

Fuente: manual de implementación sector de las telecomunicaciones p.36

2.1.5 Modelos de asignación de recursos aplicados en proyectos

Con base en la literatura revisada y consulta en bases de datos científicas, tales como, *Scopus, Science Direct, Google Scholar, Springer Nature*, entre otras. Se describe a continuación el desarrollo de diferentes referentes teóricos enmarcados en el diseño y formulación de modelos para la asignación de recursos en proyectos a través de los años.

En el año 2021, un grupo de académicos realizaron una búsqueda sistemática sobre trabajos de investigación que estuvieran relacionados con las técnicas de asignación de recursos en proyectos, por lo cual, en su primera fase de búsqueda encontraron 7.894 artículos sobre el tema, posterior a ello, aplicaron métodos de búsqueda selectiva y avanzada las cuales les permitió elegir 27 artículos focales acerca del tema, una de las grandes conclusiones obtenidas fue: “las empresas no pueden cambiar sus objetivos estratégicos una vez que el proyecto está empezando; la memoria de asignaciones anteriores no se puede utilizar para asignaciones futuras” (Kieling et al, 2021, pág. 501).

También se evidencia que en el año 2021 investigadores de la universidad de Washington (USA) presentaron e implementaron en una compañía de proyectos del sector financiero un modelo dinámico para la asignación de recursos de bienes y capital, el cual se caracteriza por tener un agente principal y alta volatilidad de flujo de efectivo endógena (Zhiyu Feng & Westerfield, 2021, pág. 560). Lo anterior desde un enfoque económico, con índices considerables de riesgo y estableciendo una relación directa entre la volatilidad del flujo de caja versus la asignación de recursos que generen beneficios privados.

Por otra parte. Investigadores de la universidad Barr-Llan de Israel publicaron en el año 2021 un artículo sobre un modelo basado en el enfoque de optimización robusta para la programación de proyectos y asignación de recursos, el cual resuelve problemas del MRCPSP robusto, con tiempos de actividades estocásticos, adicional lo combinan con descomposición de Benders para dividir el problema en 2: (1) problema maestro el cual interviene y determina la asignación de recursos y (2) un subproblema bajo incertidumbre poliédrica. (Balouka & Cohen, 2021, pág. 468).

En su reciente articulo titulado *Multi-objective multi-mode resource-constrained project scheduling with fuzzy activity durations in prefabricated building construction,* formulan una programación para proyectos de construcción de edificios prefabricados, los cuales tienen recursos limitados, dicha progrmación esta basada en primera instancia en definir los intervalos de tiempo de las actividades a traves de teoria difusa y en segunda instancia en un algoritmo de coevolución cooperativo hibrido (*HCOEA)* para la programación robusta del proyecto y asignación de sus recursos (Y. Yuan et al, 2021, pág. 16).

En el año 2020 Chang y Lin propusieron un modelo de decisión para la asignación de recursos humanos en una compañía de desarrollo de software con sede en Taiwán, dicho modelo está basado en programación entera mixta, el cual toma como variables principales la ponderación de las habilidades del recurso humano (n), costos de contratación (CC), costos de transferencia (CT), eficiencia de la habilidad (SE), eficiencia de la comunicación (CE) y el valor negativo de la eficiencia (NE), de igual manera, usan modelos de simulación en software Gurobi, lo anterior con el objetivo de ayudar a la empresa a tomar una decisión de licitación en función de los recursos existentes versus la capacidad laboral y la restricción presupuestaria (Chiang & Lin, 2020, pág. 38077).

En el artículo escrito por Santosh, Mihalis, Sabyasachee, & Ahmadreza y publicado en la revista *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, publicaron una metodologia multidimensional para la asignación de recursos en proyectos de transporte de carga en el estado de *Tennessee* (USA), el cual contiene 4 modelos, 6 dimensiones y politicas de priorización:M1: competitividad economica (I); M2: competitividad económica con mutua exclusividad (II); M3: competitividad económica con equidad de oportunidades y M4: competitividad económica con equidad en los resultados (Santosh et al, 2020, pág. 95).

Un año atrás en el 2019 se presentó el modelo llamado *Smartalloc* diseñado para la asignación de recursos humanos en proyectos; el cual está construido y basado en aprendizaje automático o *(Machine Learning),* dicho modelo aprende basado en las estrategias que la organización ha implementado a lo largo del tiempo y una de sus funciones principales es hacer recomendaciones basadas en la información suministrada. Los autores mencionan que: “el modelo tiene dos aportes científicos, (1) permite la elección del objetivo estratégico de la organización (costo, tiempo o calidad) en la definición de la estrategia de asignación de recursos y (2) utiliza las asignaciones históricas de proyectos anteriores” (Kieling et al, 2019, pág. 365).

Durante el año 2018 investigadores de la universidad Nove de Julho de Sao Paulo Brasil, propusieron un modelo integrado de asignación y nivelación de recursos humanos para proyectos de desarrollo de software en el sector de TI, en el cual como primer paso aplicaron un método de estudio de caso donde entrevistaron a 10 directores de proyecto de varios niveles de antigüedad, posteriormente realizaron el análisis de informes de la oficina de proyecto y finalmente integraron los siguientes 5 aspectos para la construcción del modelo: P1: identificación de ruta crítica, P2: la asignación de recursos debe iniciar con las tareas de la ruta crítica, P3: los recursos se limitan de acuerdo con las competencias profesionales, P4: aplicar modelo de toma de decisiones y finalmente P5: la nivelación se puede hacer simultáneamente a la asignación (Celkevicius & Russo, 2018, pág. 12).

En el año 2017 Chen, Lían y Padilla presentaron un estudio basado en una metodología estable para generar una programación en base robusta, en la cual se usó la evolución diferencial discreta y la entropía para resolver problemas MRCPSP, los autores mencionan que: “el algoritmo es de tipo evolutivo basado en la población para optimizar funciones de espacios de solución continuos y la entropía como medida de incertidumbre” (Chen et al, 2017, pág. 2437).

La anterior metodología propone las siguientes 3 etapas: “Etapa 1: minimizar *makespan* (límite inferior), etapa 2: determinar la entropía (límite superior) y etapa 3: maximizar la robustez” (Chen et al, 2017, pág. 2439).

Otra de las investigaciones realizadas en el año 2017 fue la propuesta de un modelo de asignación de recursos en proyectos, el cual utiliza (TCPN) *Timed Color Petri Nets*, dicho enfoque proporciona un amplio análisis para representar sistemas paralelos (Bevilacqua et al, 2017, pág. 251).

Otros autores como: Vairam, Selladurai, & Raja presentaron en el año 2015 un enfoque de asignación basado en el algoritmo de búsqueda de bacterias para resolver la asignación de recursos en proyectos de fabricación. Las prioridades para la programación de actividades están representadas por bacterias y se utiliza un esquema paralelo para transformar las bacterias que representan las prioridades en un programa factible, de acuerdo con la precedencia y las limitaciones de recursos para ser evaluadas. Luego desarrollaron el esquema del algoritmo de forrajeo bacteriano para el RCPSP y proporcionaron un análisis computacional para investigar el desempeño del enfoque basado en BFOA para el RCPSP (Vairam et al, 2015, pág. 606).

En el año 2017 Markou, Koulinas, & Vavatsikos publicaron en la revista *Expert Systems with Applications* su articulo en el cual presentaron un modelo de programación y nivelación de recursos en un proyecto de construcción de un parque solar, lo anterior, sustentado en modelos de decisión de atributos multiples, entre lo cuales se encuentran, (1) suma ponderada (WSM), (2) promedio ponderado ordenado (OWA), (3) promedio ponderado hibrido (HWA), (4) gerarquia analitica (AHP), (5) PROMETHEE y (6) TOPSIS (Markou et al, 2017, pág. 160).

En el año 2015 se desarrollo un proceso de asignación de recursos en proyectos aplicando jerarquia analitica difusa *Fuzzy AHP*, el cual maneja de manera eficiente la falta de claridad de datos y obtiene una suma ponderada de recursos para cada actividad (Lakshmi & Ramakrishna, 2015, pág. 20403).

En el año 2013 Anwar, Bibi, & Ahsan presentaron un modelo de asignación de recursos humanos basado en la gestión de “habilidades y experiencia (EBSMS)” en proyectos de una insdutria de software con sede en Pakistan, el modelo de enfoca en las habilidades duras y las mejores practicas para el desarrollo de estas (Anwar et al, 2013, pág. 509).

Xu, et al en el año 2010 presentaron un modelo de programación estocastica de dos etapas en el cual incluye la fluctuación del precio y el capital de trabajo, lo anterior, aplicando una heuristica basada en muestras para asignar recursos en un proyecto de construcción a gran escala (Xu et al, 2010, pág. 657).

Asi mismo, durante el año 2010, se presento un metodo de asignación de recursos bajo la formulación de un modelo de programación de entreros estocásticos de 2 etapas basado en la ruta del *b-SDTCTP* (Modelo 1) y *d-SDTCTP* (Modelo 2), dichos autores concluyen el uso a favor de un modelo estocastico en contraposicion de uno determinista para proyectos de mas de 100 actividades (Klerides & Hadjiconstantinou, 2010, pág. 2134).

En el año 2008 investigadores de la Universidad Politecnica de Xián y Naijing en China desarrollaron un metodo de asignación de recursos humanos para proyectos, lo anterior, bajo un modelo multidimensional (MD), el cual en primer lugar realizaron una evaluación de prioridad de cada proyecto aplicando analisis de procesos de jerarquia y metodo Delphi, en segundo lugar tomaron los valores de las habilidades para cada tarea y finalmente calcularon las diferencias para establecer los números maximos de las habilidades y poder realizar la asignación, la estructura del modelo la realizan bajo tecnicas de simulación en MS Excel, lo cual genera una facilidad en su implementación computacional (Chen et al, 2009, pág. 365).

En el año 2008 se desarrollo un modelo basado en la programación geometrica para la asignación de multiples recursos en proyectos de administración, dicho modelo consiste en 2 fomulaciones concretas para la asignación, la primera es una fomulación de la ruta en la que se deriva la programación geométrica dual y finalmente la segunda consiste en la fomulación de los arcos de los nodos, el cual puede generar un programa geometrico diferente al inical (Scott et al, 2008, pág. 177).

Años atrás Investigadores de la Universidad de Cornell en *USA,* formularon un modelo de optimización no lineal para la asignación de recursos en proyectos con incertidubre significativa, en el cual aplicaron distribuciones de probabilidad para maximizar el éxito de desarrollo del proyecto en pro de sus asignaciones (Turnquist & Nozick, 2004, pág. 47).

En el año 2004 Leus & Herroelen publicaron un articulo llamado: *Stability and resourse allocation in project plannig* publicado en la revista IIE Transactions (*Institute of Industrial Engineers*), en el cual presentaron el desarrollo de un modelo para asignación solida de recursos en proyectos basado en un algoritmo de acotación y ramificación, el cual vincula tecnicas de propagacion para restricciones que a su vez es complementado con un procedimiento eficiente, el cual buscaba probar la existencia de un flujo factible en la red (Leus & Herroelen, 2004, pág. 687).

Durante el mismo año investigadores del instituto nacional de investigación de la construcción Technion en Haifa Israel presentaron el desarrollo de un modelo para solucionar los problemas de asignacion de recursos en proyectos de construcción, el cual maneja 2 etapas, (1) eliminación de soluciones que no son viables y (2) identificación de cinco configuraciones cercanas a la solución más optima, lo anterior, con el objetivo de maximixar los beneficios del presupuesto y disminuir los costos (Shohet & Perelstein, 2004, pág. 249).

Otra técnica de ingenieria expuesta por los autores Alcaraz & Maroto en el año 2001 a través de su articulo publicado en la revista *Annals of Operations Research* fue en un algoritmo genetico robusto, el cual resolvia problemas de programación en proyectos con recursos limitados, dicho algoritmo combinaba las caracteristicas parentales que formaban dos descendientes, los cuales heredaban sus caracteristicas, como resultado dichos individuos o proyectos se apareaban de manera aleatoria y posteriormente cada par generado era sometido a operaciones de cruce con una respectiva probabilidad complementado con un experimento computacional para su evaluación y asignación (Alcaraz & Maroto, 2001, pág. 83).

Fu & Wang en el año de 1996 presentaron en el simposio asiatico de sistemas difusos un modelo difuso para la asiganción de recursos en la gestión de proyectos, el cual describe una relación difusa entre un limite de presupuesto y las necesidas principales de los recursos, los autores mencioan que: “el modelo se puede resolver en forma de programción lineal nitida (LP) con /sql alpha/- cut, a pesar de las rutas de entrega de los equipos, los resultados pueden expresar si el proyecto tiene resursos suficientes o insuficientes” (Fu & Wang, 1996, pág. 291).

Otra de las tecnicas usadas en la asignación de recursos en proyectos son de optimización heuristica, las cuales son definidas por (Reeves, 1996, pág. 122) como: “una heurística es un metodo que busca buenas soluciones, es decir, proximas a soluciones óptimas, pero con un menor costo computacional”.

Con relación a lo anterior, una heuristica puede estar construida por un conjunto de reglas, las cuales son de suma importancia identificarlas y revisarlas como opción para incorporar dentro de la presente investigación, teniendo en cuenta que existen multiples reglas para (Demeulemeester & Herroelen, 2002) las reglas de mayor prioridad se clasifican en (a) reglas basadas en actividades, (b) reglas basadas en redes, (c) reglas basadas en rutas criticas y (d) reglas basdas en recursos, estas ultimas como primordiales en el tema de investigación ver. Ver Tabla 8.

Tabla 8.

Reglas de mayor prioridad

Reglas basadas en actividades	Reglas basadas en red	Reglas basadas en la ruta critica	Reglas basadas en recursos
Tiempo de procesamiento más corto (SPT)	Sucesores mas inmediatos (MIS)	Hora de inico más temprano (EST)	Mayor demanda de recursos (GRD)
Tiempo de procesamiento más largo (LPT)	Mayoria de los sucesores totales (MTS)	Hora de finalización más temprana (EFT)	Mayor demanda acumulada de recursos (GCRD)
Aleatorio (RND)	Trabajos menos no relacionados (LNRJ)	Última hora de inicio (LST)	Duración equivalente de recursos (RED)

Reglas basadas en actividades	Reglas basadas en red	Reglas basadas en la ruta critica	Reglas basadas en recursos
	Mayor peso posicional de rango (GRPW)	Última hora de finalización (LFT)	Precedencia y utilizción de recursos ponderados (WRUP)
	Mayor peso posicional de rango (GRPW*)	Holgura minima (MSLK)	

Fuente: (Markou, Koulinas, & Vavatsikos, 2017, pág. 162)

En el año 1989 academicos de la Universidad de Manitoba en Canada presentaraon el siguiente modelo:

Formulación de enteros mixtos para la nivelación de recursos dentro de la programación del proyecto. El punto de partida del modelo es el resultado de un analisis de ruta critica. Luego, el proyecto es reprogramado por el modelo de nivelación de recursos dentro de las restricciones de la flotación libre de actividades se utilizan (0-1) como variables enteras para garantizar la asignación de requisitos de recursos enteros en cada periodo de tiempo. (Ramlogan & Goulter, 1989, pág. 97)

Dicho lo anterior y teniendo en cuenta la literatura escrita y revisada a traves de los años, se observa la fomulación y diseño de varios modelos para la asignación de recursos en proyectos como los descritos anteriormente, otros autores tambien han fomulado modelos de asignación y metodos de solución al MRCPSP como por ejemplo: tecnicas basadas en procedimientos de retroceso y bifurcaciones (Patterson, Talbot, Slowinski, & Weglarz, 1990), procedimiento iterativos (Boctor, 1996), algoritmos geneticos (Alcaraz & Maroto, 2001), (Mori & Tseng, 1997), (Van & Vanboucke, 2010) y recocido simulado (Bouleimen & Lecocq, 2003).

Finalmente, en los metodos, fomulaciónes y/o modelos presentados por investigadores alrededor del mundo se puede observar como primer vacio academico que no se observa evidencia de que alguno de los anteriores modelos e investigaciones se hayan aplicado en proyectos del sector de las telecomuniaciones, lo cual genera un gran aporte a la presente investigación teniendo en cuenta la cuarta revolución industrial y la transformación digital que buscan las empresas y en la cual su base funadmental es el internet y los servicios de telecomunicaciones. Adicional, no se tienen en cuenta las variables de ANS y SLAS indispensables para medir el servicio en el sector de estudio y finalmente una vez realizada la revisión bibliografica se detecta una oportunidad de mejora en las reglas o medidas de desempeño para la asignación de recursos, en las cuales no hay evidencia alguna de que exista una enfocada al **impacto de responsabilidad social empresarial** que pueda generar la asignación de recursos ya sea en una comunidad del entorno urbano o rural, como por ejemplo: agregar dentro del presente modelo a desarrollar una variable, medida de desempeño o regla de prioridad que tenga en cuenta el indice de **impacto de responsabilidad social empresarial**, es decir, asignar recursos a proyectos cuyo servicios de telecomunicaciones como el internet sean usados por niños y adolescentes de escuelas rurales versus la asignación de recursos a un proyecto cuyo servicio sera usado por empleados de una empresa publica.

Dicho lo anterior, se han identificado vacios estructurles y academicos que hacen necesario un aporte cientifico, la construcción de una nueva teoria y el diseño de un modelo de asignación de recursos util para el sector de las telecomunicaciones.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

El *Scheduling* o programación es considerado un proceso de toma de decisiones, el cual es usado de forma permanente por diferentes compañías ya sean de servicios o manufactura. Para (Pinedo, 2012, pág. 1) “se trata de la asignación de recursos a tareas durante periodos de tiempo dados y su objetivo es optimizar uno o más objetivos”.

Así mismo, para (Mendez Giraldo, 2011) “una de las dificultades en el *Scheduling* es la diversidad de restricciones conflictivas dadas por las fechas de entrega, límites de costo, maquinas, características de la orden y otros”.

Dentro del marco de trabajo de *Sheduling* es importante conocer su notación matemática y el concepto alusivo a cada una, (Pinedo, 2012) (Mendez Giraldo, 2011) mencionan que “el número de trabajos se indica mediante (n) y el número de máquinas por (m). Por lo general el subíndice (j) se refiere a un trabajo, mientras que el subíndice (i) se refiere a una maquina”. A continuación, se presentan algunos conceptos y consideraciones para tener en cuenta:

En la Tabla 9 se presenta la notación matemática, conceptos y términos básicos dentro del marco de trabajo del *Scheduling* o programación.

Tabla 9.

Notación Matemática Scheduling y Concepto

Notación	Concepto
Processing Time (p_{ij}):	Corresponde al tiempo de procesamiento de un trabajo (j) en una maquina (i).
Release Date (r_j):	Corresponde a la fecha de la publicación (r_j) del trabajo (j).
Due Date (d_j)	Corresponde a la fecha de vencimiento (d_j) del trabajo (j).
Weight (W_j)	Corresponde al peso (W_j) del trabajo (j), el cual puede catalogarse como una medida de prioridad respecto a otros trabajos.
Single Machine (1)	Corresponde a la unidad más simple referente a (1) una máquina.

Notación	Concepto
Identical Machines in Parallel $(\boldsymbol{P_m})$	Corresponde al número de máquinas en paralelo, en la cuales el trabajo (j) se puede procesar en cualquiera de ellas.
Machines in Parallel with Different Speeds $(\boldsymbol{Q_m})$	Corresponde a maquinas en paralelo que tienen diferentes velocidades, lo anterior se conoce como maquinas uniformes.
Unrelated Machines in Parallel $(\boldsymbol{R_m})$	Corresponde a maquinas no relacionadas en paralelo (R_m).
Flow Shop $(\boldsymbol{Fm})$	Corresponde a un número determinado de máquinas en serie (Fm).
Flexible Flow Shop $(\boldsymbol{FFc})$	Corresponde a un taller de máquinas las cuales no están en serie sino en etapas, las cuales en cada una de ellas se encuentran (m) maquinas idénticas.
Job Shop $(\boldsymbol{Jm})$	Corresponde a un taller de trabajo con (m) maquinas.
Flexible Job Shop $(\boldsymbol{FJc})$	Corresponde a un taller de trabajo flexible con centros de trabajo y en cada uno de ellos un número determinado de máquinas.
Release Dates $(\boldsymbol{r_j})$	Corresponde a la regla que indica fecha de lanzamiento, es decir, si aparece β el trabajo (j) aún no puede iniciar su procesamiento.
Open Shop $(\boldsymbol{Om})$	Existen (m) maquinas, cada trabajo debe ser procesado en una de esas máquinas, de igual forma alguno de los tiempos de procesamiento puede llegar a ser (0).

Notación	Concepto
Preemptions $(\boldsymbol{prmp})$	Corresponde a las prerrogativas, en las cuales no es necesario mantener un trabajo en una máquina, una vez iniciado el trabajo en alguna de ellas el planificador puede interrumpir su procesamiento.
Precedence Constraints $(\boldsymbol{prec})$	Corresponde a las restricciones de precedencia en una maquina o en un entorno de máquinas paralelas, el cual expresa la posibilidad de terminar un trabajo antes de iniciar otro.
Sequence Dependent Setup Times $(\boldsymbol{S_{jk}})$	Corresponde a los tiempos de configuración dependientes de la secuencia, por ejemplo, tiempo de limpieza después de la ejecución del trabajo.
Job Families $(\boldsymbol{fmls})$	Corresponde a las familias de trabajo, los (n) trabajos pertenecen diferente familia de producto.
Batch Proccesing $(\boldsymbol{batch(\, b)}$	Corresponde a la tasa de procesamiento por lotes, una maquina puede procesar varios trabajos simultáneamente.
Breakdowns $(\boldsymbol{brkdun})$	Corresponde a las averías de la maquina y por tal razón esta no podría estar totalmente disponible.
Machine Eligibility Restrictions $(\boldsymbol{M_j})$	Corresponde a las restricciones de elegibilidad de la máquina, esta puede aparecer en el campo cuando en el entorno hay múltiples maquinas en paralelo.
Permutantion $(\boldsymbol{prmu})$	Corresponde a un tipo de restricción la cual se puede presentar en un entorno de taller de flujo, en las que las

Notación	Concepto
	colas operan de acuerdo con (FIFO) primero en entrar primero en salir.
Blocking $(block)$	Corresponde a un tipo de bloqueo el cual puede presentarse en alguna máquina, cuando se presentan estos hechos se asume que las maquinas operan de acuerdo con (FIFO) primero en entrar primero en salir.
No-Wait (nwt)	Corresponde a un requisito que se puede presentar en los talleres de flujo en el que se indica que un trabajo no puede esperar a ser procesado entre 2 máquinas.
Recirculation $(rcrc)$	Corresponde a una recirculación la cual puede ocurrir en un taller de trabajo flexible, en la cual un trabajo puede visitar una maquina más de una vez.

Fuente: (Pinedo, 2012, págs. 14-17)

Una de las bases fundamentales en el *Scheduling* como técnica de asignación son las reglas de prioridad y despacho, estas a lo largo de los años han sido objeto de estudio, dichas reglas se pueden clasificar en estáticas las cuales no dependen del tiempo y las dinámicas que si son dependientes del tiempo.

2.2.1 Reglas de prioridad y despacho

Desde una óptica de Scheduling existen numerosas reglas de prioridad y despacho, algunas más conocidas que otras y que tienen como objetivo generar programas óptimos para establecer los lineamientos de la secuencia más apropiada, por ejemplo, para (Pinedo, 2012, pág. 376) estas reglas “son heurísticas razonables las cuales tienen variaciones que se pueden aplicar en entornos más complicados”. Algunas de las reglas de prioridad y despacho más usadas se pueden observar en la Tabla 10.

Tabla 10.

Reglas de Prioridad y Despacho

Nombre	Regla	Dato	Ambiente
Service in Random Order	SIRO	-	-
Earliest Release Date	ERD	r_j	$1\|r_j\| \, Var\left(\sum(C_j - r_j)/\, n\right)$
Earliest Due Date	EDD	d_j	$1\|\|L_{max}$
Minimun Slack	MS	d_j	$1\|\|L_{max}$
Shortest Processing Time First	SPT	P_j	$Pm \,\|\|\, \sum C_j;\; Fm \,\|P_{ij} \,=\, P_j\| \sum C_j$
Weighted Shortest Processing Time First	WSPT	W_j, P_j	$Pm \,\|\|\, \sum W_j \, C_j$
Longest Processing Time First	LPT	P_j	$Pm \,\|\|\, C_{max}$
SPT-LPT	SPT-LPT	P_j	$Fm \,\|block, P_{ij} = P_j\| \, C_{max}$
Critical Path	CP	$P_j, prec$	$Pm \,\|prec\| \, C_{max}$
Largest Number of Successor	LNS	$, prec$	$Pm \,\|prec\| \, C_{max}$
Shortest Setup Time	SST	S_{jk}	$1 \,\|S_{jk}\| \, C_{max}$

Nombre	Regla	Dato	Ambiente
Least Flexible Job First	LFJ	M_j	$Pm \left\|M_j\right\| C_{max}$
Longest Alternate Proccessing Time First	LAPT	P_{ij}	$02 \mid\mid C_{max}$
Shortest Queue	SQ	-	$Pm \mid\mid \sum C_j$
Shortest Queue at the Next Operation	SQNO	-	$Jm \mid\mid$ ϒ

Fuente: (Pinedo, 2012, pág. 377)

De acuerdo con la temática de investigación seleccionada la cual su finalización será el desarrollo de un modelo de asignación de recursos que generan varias restricciones en los proyectos de suministro de servicios de telecomunicaciones, se ha evidenciado lo siguiente:

El principal eje teórico en el cual se fundamenta la investigación se basa en (*Project Scheduling* - Programación de proyectos) el cual especifica técnicas de asignación de los recursos los plazos y el alcance requerido para llevar a cabo la ejecución del proyecto, es claro que las técnicas de *Scheduling* desde un punto de vista de manufactura pueden ser extrapoladas a la gestión de asignación de recursos en proyecto, lo anterior teniendo en cuenta, la adaptación, el mejoramiento o adición de reglas de prioridad y despacho.

2.2.2 Actividades de asignación

En el marco de *Scheduling* deben existir criterios o actividades de asignación los cuales buscan el objetivo de establecer una prioridad en el momento de la asignación de un trabajo, recurso u otro elemento.

Teniendo en cuenta los elementos de estudio referenciados en el Anexo Figura 11 análisis hermenéutico. A continuación, se relacionan las actividades de asignación más conocidas:

(**FIFO) First in First Out:** También conocida como primero en entrar, primero en salir, establece que el primer elemento en llegar a un centro de trabajo se debe procesar primero.

(SPT) Shortest Processing Time: Indica que los trabajos o elementos con un tiempo de procesamiento más corto se deben terminar primero.

(EDD) Earliest Due Date: Indica que los trabajos con fecha de vencimiento más temprana se deben asignar y terminar primero.

(LPT) Longest Processing Time First: Indica que los trabajos o elementos con un tiempo de procesamiento más largo se deben seleccionar primero.

Regla Johnson: Heurística usada para establecer actividades y resolver situaciones de secuenciación (Pinedo, 2012).

A continuación, se presenta una herramienta útil como concepto clave para la descomposición de tareas en el marco de la gestión de proyecto.

2.2.3 Estructura de Desglose de Trabajo

Una de las herramientas utilizadas es la EDT (Estructura de desglose del trabajo) para (Project Management Institute, 2008) consiste en la descomposición jerárquica orientada a los entregables del proyecto el cual su salida son paquetes trabajo, de acuerdo a lo anterior y como novedad de la idea de investigación planteada dentro de esta herramienta no se tienen planteado un límite o alcance esta puede ser o muy específica o muy general, lo

cual genera ambigüedad, sin embargo lo más recomendable es realizar una descripción detallada de todos los recursos necesarios para el proyecto.

Esta herramienta tiene un numero restringido de elementos, teóricamente se aconsejan máximo 200, lo cual para proyectos de suministro de servicios de telecomunicaciones podría generar inconvenientes debido a que en algunos casos estos manejan una cantidad mayor de recursos tanto consumibles como no consumibles que puedan estar relacionados con ejecuciones realizadas por un tercero.

Se evidencia la necesidad de estudiar modelos de asignación de recursos consumibles y no consumibles que tengan involucrados los acuerdos de nivel de servicio o más conocido por sus siglas en inglés como ***Service Level Agreements*** **(SLA´S)** entre un proveedor de IT y el cliente.

2.3 MARCO ESPACIAL

De acuerdo con la situación problemática identificada, la investigación está enfocada en llevar a cabo el diseño del modelo de asignación de recursos compartidos consumibles y no consumibles, dicho modelo tendrá su enfoque en los proyectos de suministro de servicios de telefonía, internet y datos, se tomará como caso de estudio una empresa del sector de las telecomunicaciones ubicada en la ciudad de Bogotá D.C.

2.3.1 MARCO TEMPORAL

La presente investigación está enmarcada en la gestión de proyectos de suministro de servicios de internet, telefonía y datos en el sector de las telecomunicaciones, se tomará como base una ventana de tiempo de los últimos 5 años desde el año 2016 hasta la fecha año 2021, lo anterior teniendo una base de tiempo reciente enmarcada en la estructura de los proyectos del sector en mención.

CAPITULO 3

CARACTERIZACIÓN DE FACTORES INFLUYENTES EN LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS COMPARTIDOS EN PROYECTOS DE SUMINISTROS DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

2.1 CARACTERIZACIÓN DESDE LAS PRINCIPALES FASES DEL PROYECTO

En el ciclo de vida de los proyectos de suministro de servicios de telecomunicaciones se puede observar diferentes fases y dentro de ellas factores que intervienen de manera directa o indirecta en la asignación de recursos humanos, equipos, consumibles, entre otros. A continuación, se describen los factores en las diferentes fases del proyecto de acuerdo con lo mencionado por (Project Management Institute, 2021) y que a su vez forman parte del ciclo de vida del proyecto.

Tabla 11.

Factores Influyentes

FASE DE INICIACIÒN	FASE DE PREPARACIÒN Y EJECUCIÒN	FASE DE SEGUIMIENTO	FASE DE CIERRE
• Demoras en actas de inicio • Presupuesto limitado	• Construcción de cronogramas y línea base • Desempeño del recurso	• Solicitud de recurso humano por otros proyectos	• Solicitud de recurso humano para paso de proyecto

• Variación en el alcance • Requisitos Especiales • Demoras en cierres de KO o Kickoff (reunión de inicio del proyecto)	• Entorno social • Restricciones sanitarias y HSE • Retraso en contratación de recurso humano y lead time de equipos • Gestión de riesgos del proyecto	• Proceso de gestión del cambio • Inteligencia emocional del recurso humano	a operación. • Demora en aceptación de criterios por parte del cliente.

Fuente: Autor

2.1.1 FASE DE INICIACIÓN

Demoras en actas de inicio: En este factor se puede evidenciar de manera superficial el propósito por el cual se va a desarrollar el proyecto, en el cual tiene un alcance inicial aproximado, pero no definitivo**,** durante esta fase se realizan sesiones y aproximaciones entre expertos entre los cuales en la mayoría de los casos intervienen ingenieros preventas y profesionales comerciales.

Durante esta fase es probable mencionar un listado de los recursos que se pueden necesitar para realizar el aprovisionamiento de los proyectos, sin embargo, al no cerrarse un acta de inicio no se pueden solicitar, lo anterior, por no tener una firma legal entre las partes que de inicio al proyecto y en el cual se garantice la asignación de un presupuesto.

Presupuesto limitado: Otro de los factores que pueden influir en la asignación de recursos son los presupuestos, los cuales en la mayoría de los casos son ajustados dependiendo el impacto y el costo beneficio que pueda tener el o los proyectos, de acuerdo con lo anterior, los expertos del proyecto tales como: ingenieros especialistas en finanzas y hasta el mismo

gerente de proyecto deben generar estrategias para optimizar el uso efectivo de los recursos financieros logrando que estos alcancen para cubrir la contratación, compra y adquisición de los demás recursos tangibles e intangibles necesarios para cumplir y entregar el proyecto de acuerdo al alcance, costo y calidad exigidos.

Variación en el alcance: Sin lugar a duda uno de los factores que puede afectar directamente la asignación de los recursos de un proyecto del sector de telecomunicaciones en su etapa de iniciación, es la definición del alcance, en esta etapa las aproximaciones de lo que realmente se quiere por parte de un cliente no está del todo ajustado a la posibilidad y realidad, ya sea porque no sea ha detallado y/o delimitado el alcance del proyecto o porque durante el ciclo de vida y en otras etapas se pueden hacer modificaciones, a continuación se referencian algunas de ellas:

Proyectos servicio de Telefonía:

Las siguientes las novedades sobre un servicio ya existente las cuales pueden hacer parte de un proyecto según la necesidad del cliente final.

- Aumento y/o disminución de números público o extensiones.
- Aumento o disminución de sedes, oficinas o locaciones donde el cliente requiere el servicio.
- Modificación de locaciones por otras, por ejemplo, ya no se requiere el servicio en Cali sino en Medellín, etc.
- Locaciones en *stand by* mientras el cliente termina sus arreglos locativos o define su presupuesto.

Aumento de cuadrillas para entregar más sedes en menos tiempo.

Proyectos servicio de Internet:

- Aumento y/o disminución de ancho de banda por solicitud del cliente.

- Identificación de cambios de equipo para soportar el nuevo ancho de banda.
- Locaciones en espera mientras el cliente termina sus arreglos locativos y/o obras civiles.
- Cancelación de servicios por cierre de locaciones del cliente.
- Aumento de cuadrillas para entregar más sedes en menos tiempo.

Proyectos servicio de datos

- Cambios de medio de trasmisión o última milla, al inicialmente factibilizado.
- Aumento o disminución de sedes en las cuales aprovisionar el servicio.
- Aumento o disminución de equipos a instalar de acuerdo con las necesidades identificadas en las primeras visitas de inspección.
- Requerimientos adicionales de obra civil en la infraestructura o locaciones del cliente.
- Sedes no factibles por el medio de trasmisión inicialmente viabilizado y en las cuales se debe buscar una nueva solución técnica.
- Traslado de equipos de comunicación a diferentes sedes de las planeadas inicialmente.

Requisitos Especiales: Este factor puede influir en la asignación de recursos, ya que si lo requisitos se salen del margen disponible ya sea en términos de presupuesto o alcance dicha asignación tendría una variación como: por ejemplo, recurso humano especializado que requiera de contratación externa o equipos de telecomunicaciones no estándar los cuales deban realizar su compra, lo anterior, generando la asignación de un recurso temporal el cual sus características sean más aproximadas a lo que requiere el proyecto. Dicho en otras palabras, ejecutar el proyecto con recursos y soluciones temporales, es decir, entrega de un servicio con un equipo de comunicación homologo y que supla la necesidad temporal del cliente mientras se asigna el equipo que se encuentra en proceso de compra e importación.

Demoras en cierres de reuniones de inicio En el cierre de esta reunión se ajustan y se concilian varios requerimientos con el cliente, lo cuales pueden generar la inmediata asignación de recursos tales como, cuadrillas, equipos, materiales etc., sin embargo, el no hacerlo de manera rápida y oportuna genera que los recursos sean utilizados o asignados en otro proyectos o programas.

2.1.2 FASE DE PREPARACIÒN Y EJECUCIÒN

Construcción de cronogramas y línea base: En la fase de desarrollo uno de los factores que intervienen en la asignación de recurso en proyectos de telecomunicaciones radica en una buena construcción del cronograma y línea base, dado que, dependiendo de esto y de una buena estrategia y metodología utilizada para ello desencadena en el establecimiento de tareas y asignación de recursos.

Desempeño del recurso: Durante el desarrollo y/o implementación del proyecto el desempeño del recurso ya sea humano o material puede generar variabilidad en la sobreasignación de este por ejemplo, equipos materiales defectuosos, desempeño bajo o deserción del recurso humano, entre otras, los cuales generarían el diseño de una nueva estrategia para reemplazar el recurso y cubrir la necesidad, que en la mayoría de los casos se requiere con inmediates teniendo en cuenta que esto es transparente para el cliente final.

Entorno social: Dentro del enfoque de esta investigación un punto importante es la gestión y/o entorno social, el cual es de vital importancia en la asignación de recursos en los proyectos de telecomunicaciones, dado que muchas de estas implementaciones se realizan en zonas rurales a lo largo del territorio nacional generando desarrollo en las comunidades donde se despliega un servicio, el cual puede ser usado directamente por la región o para una empresa con instalaciones en ese territorio, teniendo en cuenta lo anterior, en algunos proyectos se prioriza la contratación de mano de obra local generando empleo y desarrollo para la comunidad, a continuación algunas características importantes:

- Priorización de implementaciones dado el impacto social que puede generar, por ejemplo, servicios de comunicaciones para escuelas y centros educativos de una determinada comunidad versus servicios para una entidad pública.
- Contratación de mano de obra no calificada en la comunidad.
- Contratación de servicios que se puedan requerir durante la fase de desarrollo y los cuales se puedan adquirir a través de la comunidad, por ejemplo: servicios de restaurante, aseo, vigilancia, labores de obra civil, alquiler de vehículos, hospedaje, entre otros.

En la mayoría de los casos cuando los recursos iniciales de un proyecto son limitados una de las estrategias a implementar es la subcontratación con personal de la comunidad donde se llevará a cabo el proyecto, lo anterior generando empleo, desarrollo social, minimizando costos y dando cumplimiento a las actividades del proyecto.

Restricciones sanitarias: Otra de las consideraciones para tener en cuenta en la asignación de los recursos humanos son las restricciones de salud, seguridad en el trabajo y ambiente, los cuales se han fortalecido con la llegada de la pandemia la cual es considerada un riesgo a la hora de realizar algún trabajo, algunas de las consideraciones para tener en cuenta y que pueden generar variabilidad en la asignación de recursos son las siguientes:

- Requisitos de vacunación.
- Exigencia de cursos especializados y certificaciones de HSE.
- Requisitos y certificaciones vigentes de equipos y dotación HSE.

Retraso en contratación de recurso humano y *lead time* de equipos: Durante la fase de desarrollo uno de los factores que pueden influir y retrasar la asignación de recursos son los procesos de adquisición de equipos y contratación de personal, a continuación, se describen algunos de ellos:

Recurso Humano:

- No se logra conseguir el perfil deseado para la necesidad del proyecto.
- No se cumple con los requisitos de estudio requeridos y experiencia exigida en los pliegos del proyecto y lo exigido entre las partes.
- Discrepancias a nivel salarial y contractual que retrasan la contratación afectando el curso del proyecto.

***Lead time* de equipos:**

- Tiempos de llegada largos por parte del proveedor.
- Reprocesos en generación de *solicitudes de compra* y/o solicitudes de pedido hacia el área de compras.
- Desabastecimiento mundial de materias primas, por ejemplo, déficit en la producción de silicio el cual es materia prima fundamental para las componentes de equipos de comunicaciones tales como *routers*, *switches*, microchips, entre otros.
- Procesos logísticos y de transporte lentos.
- Demoras en auditorias de aduana y/o procesos de nacionalización.

Gestión de riesgos del proyecto: Durante la fase de desarrollo uno de los factores para tener en cuenta es la gestión del riesgo del proyecto los cuales pueden afectar directamente la asignación de los recursos, dado que sin una adecuada identificación de los riesgos se puede generar reproceso en la asignación de los recursos o en el peor de los escenarios aumento de costos y desperdicios en mano de obra. Teniendo en cuenta lo anterior, la presente investigación también busca con el modelo de asignación de recursos poder tener en cuenta la variable de gestión del riesgo.

De acuerdo con lo mencionado por la guía de gestión de proyectos PMBOK en su sexta edición (Project Management Institute, Inc, 2017)" el no poder gestionar y controlar los recursos de manera eficiente es una fuente de riesgo para la exitosa finalización del proyecto". Por ejemplo, ver tabla 12.

Tabla 12.

Posibles riesgos generados por una inadecuada asignación de recursos

Posibles Riesgos
No poder asegurar los equipos críticos o la infraestructura a tiempo puede dar lugar a retrasos en la fabricación del producto final.
Ordenar material de baja calidad puede deteriorar la calidad del producto causando una alta tasa de retiros o retrabajo.
Mantener demasiado inventario puede tener como resultado altos costos en las operaciones y reducir el beneficio de la organización. Un nivel de inventario inaceptable bajo, por el contario puede dar lugar a la insatisfacción de la demanda del cliente y reducir el beneficio de la organización.

Fuente. Guía del PMBOK Fundamentos de la Dirección de Proyectos.2017. p.310

2.1.3 FASE DE SEGUIMIENTO

Solicitud de recurso humano por otros proyectos: Durante la fase de seguimiento en la mayoría de los casos los proyectos ya tienen sus recursos asignados, sin embargo, en esta etapa del ciclo de vida la implementación de servicios de telecomunicaciones tiende a ser más estable, razón por la cual su recurso humano en este caso cuadrillas o personal de instalación y mantenimiento pueden ser solicitados por proyectos del mismo programa, es por ello que en este punto se debe implementar una nueva estrategia, metodología, modelo o alguna herramienta de ingeniería para asignar y distribuir los recursos ya existentes, teniendo en cuenta que varios de estos se comparten con otros proyectos. Lo anterior, generando consecuencias en los cronogramas y fechas de compromisos pactadas con los clientes.

Proceso de gestión del cambio: Sin duda alguna y con la exigencia e imprevistos que se pueden presentar en los proyectos, es la referente a la gestión del cambio que no es más que modificaciones en cualquiera de los ámbitos de un proyecto de telecomunicaciones que genera un cambio de estado a lo inicialmente planeado por el gerente o *Project Manager***.**

Una vez detectadas todas las alteraciones y/o modificaciones es importante que sean analizadas a profundidad por todo el equipo del proyecto e involucrando el proceso de gestión de recursos, entre ellos su asignación y distribución.

A continuación, se presentan otros factores que pueden influir directamente en los recursos humanos de un proyecto y en los cuales su asignación, tomado de (Project Management Institute, Inc, 2017). Ver figura 6.

Figura 6.

Factores Influyentes en el Recurso Humano



Fuente. Guía del PMBOK Fundamentos de la Dirección de Proyectos.2017. p.309

Para el PMBOK en su sexta edición “la gestión de los recursos físicos se concentra en la asignación y utilización de los recursos físicos (por ejemplo: materiales, equipos y suministro, necesarios para la exitosa finalización del proyecto de una manera eficiente y eficaz. Con este fin, las organizaciones deberían disponer de datos sobre la demanda de recursos ahora y en futuro razonable (Project Management Institute, Inc, 2017).

Inteligencia emocional del recurso humano: Otro de los factores y no menos importante es el relacionado con la inteligencia emocional (IE), el cual tiene fundamento en el desarrollo del equipo basado en la motivación, la conciencia, las relacionales personales, la manera de tomar y acatar instrucciones, entre otras, y lo cual a la hora de poder asignar estos recursos en las diferentes etapas del proyecto juegan un papel fundamental en la productividad y el éxito de alcanzar los objetivos.

Para (Project Management Institute, 2017) las investigaciones sugieren que los equipos de proyecto que tienen éxito en el desarrollo de la (IE) del equipo o que se convierten en un grupo emocionalmente competente resultan más eficaces. Además, presentan una reducción en la rotación del personal”.

Cabe aclarar que la asignación de los recursos a las tareas de un proyecto en este caso de suministro de servicios de telecomunicaciones finaliza con la toma de una decisión, sin embargo, llegar a este punto no es para nada sencillo de realizar por parte del gerente de proyecto o *Project Manager* que en muchos casos no cuenta o no aplica una herramienta para seleccionar o asignar dichos recursos. A continuación, ver tabla 13 se mencionan algunos criterios para seleccionar el recurso y los cuales pueden influir en su posterior asignación.

Tabla 13.

Criterios de selección y asignación de recursos

Criterio	Descripción
Disponibilidad	Verificar que el recurso esté disponible para realizar el trabajo dentro del marco temporal establecido para el proyecto.
Costo	Verificar si el costo de añadir el recurso tiene cabida dentro del presupuesto establecido para el proyecto.
Capacidad	Verificar si el miembro del equipo proporciona la capacidad necesaria del proyecto.
Experiencia	Verificar si el miembro del equipo posee la experiencia pertinente para contribuir al éxito y los objetivos del proyecto.
Conocimiento	Considerar si el miembro del equipo posee conocimientos relevantes sobre el cliente, la implementación de proyectos similares y los matices del entorno del proyecto.
Habilidades	Establece si algún miembro del equipo posee las habilidades necesarias para usar alguna herramienta dentro del equipo de proyecto.
Actitud	Determina si el miembro del equipo tiene la capacidad de trabajar con otras personas como un equipo cohesionado y aportar en los objetivos del proyecto.
Factores Internacionales	Considera la ubicación geográfica del miembro del equipo, su zona horaria y sus capacidades de comunicación.

Fuente. Guía del PMBOK Fundamentos de la Dirección de Proyectos.2017. p.332

2.1.4 FASE DE CIERRE

Solicitud de recurso humano para paso de proyecto a operación: en muchos casos un proyecto no se considera finalizado en su totalidad si no se ha realizado el paso a la respectiva operación, que no es más que el área que mantendrá y dará soporte al servicio durante los siguientes meses y años por el cual fue contratado.

Uno de los posibles retrasos se puede identificar en la asignación de un recurso humano que reciba todos lo entregables y documentación que se consideran como conocimiento adquirido durante la instalación e implementación, cabe la posibilidad que el personal no esté disponible para recibirlo o no se cuente con este.

Demora en aceptación de criterios por parte del cliente.: durante la finalización del proyecto uno de los factores para volver a asignar recursos obedece a la aceptación de los criterios mínimos por parte del cliente, los cuales garanticen que el proyecto se finaliza y entrega de acuerdo con las necesidades del cliente, en el caso de la no aceptación por parte de este se hace necesario una sobreasignación de algún tipo de recurso lo cual podría generar en términos prácticos un reproceso.

2.2 ASIGNACIÓN DE LOS RECURSOS BASADOS EN EL ANALISIS DE DATOS

Otro de los factores que pueden influir en la asignación de los recursos son las técnicas y/o herramientas de ingeniería usados por el equipo de proyecto.

El gerente de proyecto en la mayorías de los casos asigna y controla los recursos basado en su experiencia, juicio de expertos o lecciones aprendidas en proyectos pasados, sin embargo, puede que no tengan un grado de éxito durante el proyecto o no sean suficientes,

es por ello, que esta investigación busca diseñar un modelo de asignación de recursos que sea fácil de interpretar, implementar y analizar, por otra parte, la guía del PMBOK en su sexta edición menciona las siguientes herramientas y técnicas basadas en el análisis de datos y las cuales pueden ser usadas en los procesos de asignación y control de recursos. Ver tabla 14 (Project Management Institute, 2017).

Tabla 14.

Técnicas y herramientas basadas en análisis de datos

Técnica / Herramienta	Descripción
Análisis de alternativas	Pueden analizar alternativas para seleccionar la mejor resolución para la corrección de las variaciones en la utilización de recursos. Alternativas tales como el pago adicional por horas extra o por recursos adicionales y pueden ser ponderadas contra una entrega con retraso o entregas graduales.
Análisis costo – Beneficio	Este análisis ayuda a determinar la mejor acción correctiva en términos de costo, en el caso de desviaciones del proyecto.
Revisiones de desempeño	Las revisiones del desempeño miden, comparan y analizan la utilización planificada de los recursos con la utilización real de los mismos.
Análisis de tendencia	A medida que avanza el proyecto, el equipo del proyecto puede utilizar el análisis de tendencias, basado en la información del desempeño actual, fin de determinar los recursos necesarios para las próximas etapas del proyecto.

Fuente. Guía del PMBOK Fundamentos de la Dirección de Proyectos.2017. p.356

2.3 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PARA SUMINISTRO DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN PROYECTOS

En los proyectos de suministro de servicios de telecomunicaciones, que en gran parte se caracterizan por tener las siguientes etapas y en las cuales se pueden generar diferentes retrasos en la asignación de los recursos requieren de una descripción especial para identificar puntos clave que pueden ser factor de retrasos vitales en el proceso de esta investigación.

Desde la experiencia en el sector de las telecomunicaciones el proceso común para el suministro de estos servicios, tales como internet, telefonía y datos mantienen una metodología de proyectos que comparten las siguientes etapas, ver tabla 15.

Tabla 15.

Etapas suministro proyecto servicios de telecomunicaciones

Etapa	Descripción	Posibles recursos para asignar
Proceso de negociación y oferta comercial	Proceso en el cual se identifica la necesidad del cliente y esta se trasforma en una oferta comercial para satisfacer su necesidad.	• Ing. Preventa • Consultor comercial
Pre- Factibilidad del proyecto	En esta etapa se realiza una validación inicial técnica y financiera del proyecto versus la oferta comercial.	• Ing. Preventa • Cuadrilla • Ing. Financiero
Factibilidad del proyecto	En esta etapa se define la viabilidad tanto técnica como financiera del proyecto de acuerdo con las condiciones de infraestructura del cliente.	• Ing. Preventa • Cuadrilla • Ing. Financiero • Consultor comercial

Cierre de negociación	Etapa en la cual se cierra la negociación entre cliente y proveedor (ISP)	• Consultor comercial
Cierre de *Kickoff*	Etapa en la cual el equipo de proyecto revisa las condiciones de la implementación (contacto de cliente, equipos a instalar, configuraciones, medio de trasmisión, cierre de alcance inicial y propuesta de cronograma de entrega.	• Gerente de proyecto • Líder técnico • *Controller*
Suministro de última milla (diseño y empalmes)	Etapa en la cual se planean todas las actividades de diseño, ruta en implementación del medio de transmisión, sea fibra óptica, radioenlace, satelital u otro.	• Cuadrilla de tendido • Líder técnico • Gerente de proyecto • *Controller* • Diseñador de red • Fibra • Empalmadora • Conversores de medio
Obras Civiles	Etapa en la que se realizan trabajos de adecuación en infraestructura civil en sedes del cliente.	• Cuadrilla de obra civil • Herramientas
Alistamiento de equipos e infraestructura	Etapa en la cual se reservan o se genera la compra de equipos de telecomunicaciones.	Equipos de red (*router*, *switche*, *acces point*, *firewall*, radio, etc.)
Alistamiento y ejecución de configuraciones	Etapa en la cual se realizan las configuraciones en la red para establecer comunicación entre el servicio que tendrá el cliente y el proveedor de servicio.	Ingeniero de configuración
Entrega de servicio	Etapa en la cual una se cuenta con todos los requisitos nombrados	• Equipos de red • Cuadrilla de instalación

	anteriormente se procede a activar el servicio, realizar pruebas y entrega a cliente.	• Ingeniero de puesta en marcha • Gerente de proyecto • Líder técnico • *Controller*

Fuente: Autor

- Estructurar las fases que permitan identificar los puntos críticos de la asignación de recursos compartidos.
- Diseñar el algoritmo y reglas para la correcta asignación y despacho de recursos compartidos que aseguren el suministro de los servicios de telefonía, internet y datos en los proyectos de telecomunicaciones, bajo el enfoque de *Scheduling* simultáneo.
- Evaluar por medio de técnicas de simulación el funcionamiento e impacto del modelo de asignación de recursos compartidos.
- Diseñar el algoritmo y reglas para la correcta asignación y despacho de recursos compartidos que aseguren el suministro de los servicios de telefonía, internet y datos en los proyectos de telecomunicaciones, bajo el enfoque de *Scheduling* simultáneo.

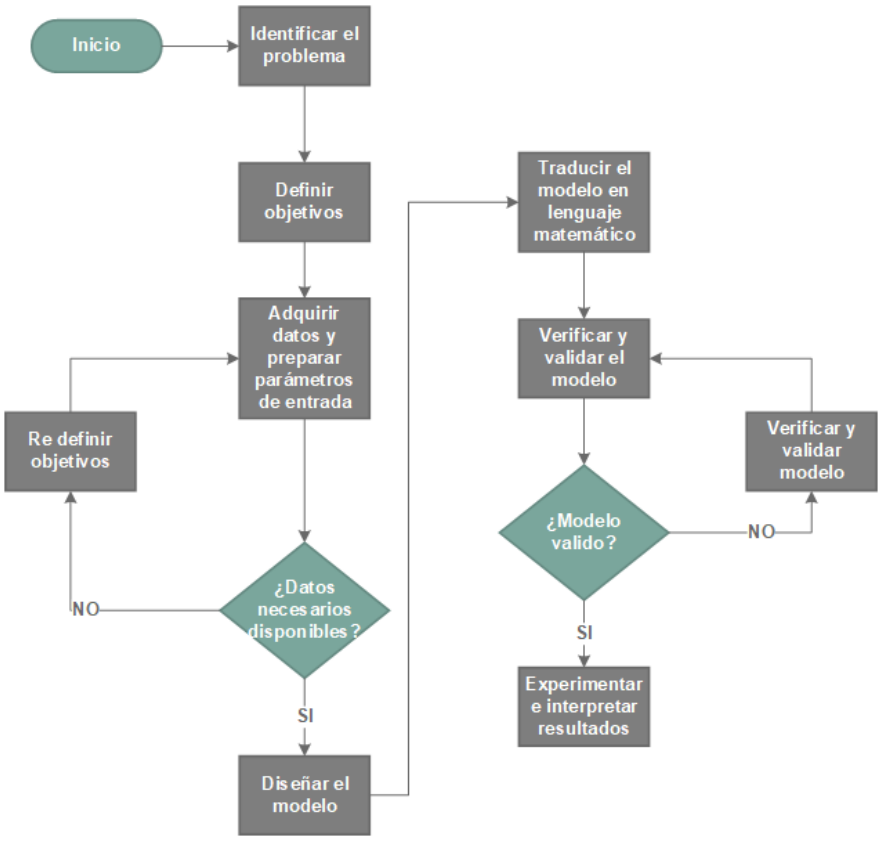
CAPITULO 4

MODELO DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS COMPARTIDOS

A continuación se representa la construcción de la propuesta del modelo matemáticos de asignación de recursos. Para la construcción del modelo se toma como referencia el siguiente proceso de modelación descrito por los autores (Banks, et al, 2001), (Pegden, Shannon, & Sadowsky, 1995).

Figura 7.

Proceso de Modelamiento



Fuente: autores (Banks, et al, 2001), (Pegden, Shannon, & Sadowsky, 1995)

3.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES (ANALISIS DEL SISTEMA)

A continuación se describen los principales componenetes referentes al analisis del sistema desde la perspectiva de un proyecto de suministro de servicios de telecomunicaciones, ver tabla 16.

Tabla 16.

Componentes y análisis del sistema

N.	Componente	Descripción
1.	**Tasa promedio de proyectos en el mes.**	Corresponden al número o la demanda de proyectos que se encuentran en ejecución en sus diferentes fases (Iniciación, planeación, ejecución, seguimiento, control y cierre) en un determinado periodo de tiempo, para el caso de la investigación (1 Mes)
2.	**Tamaño del proyecto (Alcance) ó Cantidad promedio de ordenes de trabajo**	Para el caso en mención este tamaño esta regulado de acuerdo a la cantidad de servicios (datos, internet, telefonia) que se deban aprovisionar dentro del proyecto. Los cuales se caracterizaran para proyectos de telecomunicaciones de la siguiente manera: 0 – 15 Servicios u ordenes: Tamaño pequeño 16 – 30 servicios u ordenes: Tamaño medio 31 – en adelante Tamaño grande
3.	**Tamaño del proyecto (Ingreso mensual o unico)**	Otro de los componentes importantes de un proyecto en el sector telecomunicaciones es el ingreso el cual tambien puede determinar el tamaño del proyecto, para el caso de la investigación se tomaran las siguientes escalas en pesos ($) colombianos. **0 SMLV – 15 SMLV** de ingreso mensual: Tamaño pequeño **15,1 SMLV – 50 SMLV**: Tamaño mediano **51 SMLV – en adelante:** Tamaño grande
4.	**Tiempo promedio de suministro de servicio.**	Corresponde al tiempo promedio de duración del proyecto desde la realización de KO o reunión de inicio de proyecto hasta el cierre y entrega a cliente. La medición depende del cronograma y desgloce de tareas o EDT en dias.
5.	**Cantidad de recurso humano por proyecto**	Corresponde a la cantidad de personas de diversas profesiones que intervinen directamente en la planeación, ejecución, seguimiento y control del proyecto.

6.	**Costo promedio por proyecto e ingreso (Equipos, salarios, configuraciones, desplazamientos).**	Corresponde al valor total del proyecto, costeando todos los recursos aprovisionados. Por ejemplo, costo de los equipos a comprar, salario de personal, configuraciones lógicas para suministrar los servicios, desplazamiento de cuadrillas, etc. Para objeto de la investigación se tomara el costo en moneda o pesos colombiano (Cop $).
7.	**ANS (Acuerdos de nivel de servicio)**	Corresponde al valor en el cual se pacta con el cliente la ejecución, entrega o cumplimiento de un determinado servicio. Estos valores en la mayoría de los casos se definen entre las partes a través de un contrato de servicio. Por ejemplo, un ANS podría ser el suministro de un servicio de internet para un cliente no puede superar los 15 días calendario desde la solicitud del cliente.
8.	**Consultorías técnicas / Capacitaciones (Preventas)**	Corresponde al número de consultorías/ Capacitaciones realizadas durante las fases del proyecto. Teniendo en cuanta que la necesidad técnica de un cliente puede cambiar en el curso o ciclo de vida de un proyecto se hace necesario tener en cuenta las evaluaciones y factibilidades técnicas que se encuentre fuera del estándar de un servicio de internet, datos y telefonía. Por ejemplo, el cliente desea una telefonía local, nacional e internacional integrada a los computadores de los empleados, lo anterior con el objetivo de eliminar los costes de contratación o mensualidad que pueden acarrear tener un teléfono o equipo físico. En ese orden de ideas se requiere de un profesional o consultoría técnica para llevar a cabo la solución y cumplir con la necesidad del cliente.
9.	**Cantidad auditorías internas e interventorías**	Corresponde al número de auditorías e interventorías realizadas durante las fases del proyecto, estas pueden ser de Calidad, legales, comerciales, financieras etc. En proyectos de telecomunicaciones se hacen necesarias dichas auditorias con el objetivo de evaluar el desempeño del proyecto, uso responsable de los recursos económicos, etc.
10.	**Sector económico o social al cual va dirigido el proyecto**	Corresponde al sector en cual se encuentra clasificado el cliente, empresa, institución, u hogar al cual se suministrará los servicios a través de la gestión de proyectos. Para la presente investigación se clasificará de la siguiente manera. **Industrial**: empresas de producción, comercialización, hidrocarburos. **Servicios**: empresas del sector bancario, financiero, turismo, desarrollo de software. **Educativo y Social:** Universidades, colegios públicos, privados, fundaciones, hospitales. **Gobierno**: Empresas públicas del estado.
11.	**Factor riesgo del proyecto**	Durante el ciclo de vida del proyecto de suministros de servicios de telecomunicaciones se pueden presentar algunos riesgos, nombrados a continuación:

	• Falta de personal capacitados para cubrir el proyecto. • Retraso en importación de equipos técnicos (switches, routers, teléfonos, etc) • Factores climáticos extremos que dificulten los trabajos en campo abierto. • Falta de presupuesto para cubrir las necesidades del proyecto. • Renuncia del personal clave de instalación. • Penalizaciones por incumplimientos legales. • Riesgo público que impida la ejecución de los trabajos, por ejemplo, protestas, manifestaciones, etc.

Fuente: Autor

3.2 MEDIDAS DE DESEMPEÑO

A continuación, se presentan las siguientes medidas de desempeño propuestas en la estructuración de modelo de asignación de recursos en proyectos de suministro de servicios de telecomunicaciones, enfocadas en alcance, recursos, costos, servicio, riesgo y variables, dichas medidas son recomendadas y esta en el analista del proyecto usar las que se ajusten a la necesidad del problema.

Alcance:

$$\boldsymbol{P_{\lambda}}: Tasa\ promedio\ de\ llegada\ de\ proyectos\ en\ el\ mes$$

$$\boldsymbol{Pr1}: Un\ proyecto\ \ldots\ \ldots Pr2: Dos\ proyecto\ \ldots\ \ldots Pr3: Tres\ proyectos\ \ldots\ \ldots Prx: X\ proyectos$$

$$\boldsymbol{T_{ots}}: Tamaño\ del\ \ proyecto\ en\ cantidad\ de\ órdenes\ de\ trabajo$$

- $\boldsymbol{T_{Pots}}: Proyecto\ pequeño\ 0 \geq x\ \leq 15\ Servicios$
- $\boldsymbol{T_{Mots}}: Proyecto\ mediano\ 16 \geq x\ \leq 30\ Servicios$
- $\boldsymbol{T_{Gots}}: Proyecto\ grande\ \geq 31\ Servicios$

$$\boldsymbol{IN}: Tamaño\ del\ \ proyecto\ por\ ingreso\ mensual$$

- $\boldsymbol{IN_P}: Proyecto\ pequeño\ 0\ SMLV \geq x\ \leq 15\ SMLV$

- $\boldsymbol{IN_M}$: $Proyecto\ mediano\ 15.1\ SMLV \geq x\ \leq 50\ SMLV$
- $\boldsymbol{IN_G}$: $Proyecto\ grande\ \geq 50\ SMLV$

$\boldsymbol{T_S}$: $Tiempo\ de\ suministro\ de\ servicio$

- $\boldsymbol{T_S = T_{Fin} - T_{Ini}}$
- $\boldsymbol{T_c =}$

  $\boldsymbol{Tiempo\ en\ meses\ en\ el\ cual\ por\ contrato\ se\ prestara\ el\ servicio}$,

$\boldsymbol{D_i}$: $Duración\ de\ la\ actividad\ \ del\ proyecto\ i$

Recursos:

$\boldsymbol{R_H}$: $Cantidad\ de\ recursos\ humano\ por\ actividad$

$\boldsymbol{R_{Equ}}$: $Cantidad\ de\ recursos\ tecnico\ por\ actividad\ (equipos\ de\ comunicaciones)$

$\boldsymbol{R_{Log}}$: $Cantidad\ de\ recursos\ logicos\ por\ actividad\ (configuraciones)$

$\boldsymbol{R_{dt}}$: $Cantidad\ de\ recursos\ logico, humano\ o\ técnico\ disponibles\ en\ un\ determinado\ periodo\ de\ tiempo$

Costos:

$\boldsymbol{C_{Pm}}$: $Costo\ por\ proyecto\ (equipos, salarios, configuraciones, desplazamientos)$

$\boldsymbol{C_{Opx}}$: $Costo\ por\ mantenimientos\ del\ servicio\ del\ proyecto$

Servicio:

$\boldsymbol{ANS}$: $Acuerdo\ de\ nivel\ de\ servicio$

$\boldsymbol{CC}$: $Consultorias\ y\ capacitaciones\ durante\ el\ mes$

$\boldsymbol{A_{ii}}$: $Auditorias\ e\ interventorias\ durante\ el\ mes$

Riesgo:

$\boldsymbol{FR}$: $Factor\ de\ riesgo\ (\%)\ del\ proyecto$

$\boldsymbol{P}$: *Probalidad de ocurrencia del riesgo*

I: *impacto que genera la materialización del riesgo*

FR: *P*I*

Conjunto:

$\boldsymbol{C_r}$: $Conjuntode\ recursos\ por\ tipo\ de\ aprovisionamiento\ (Instalación\ ó\ novedad)$

Variables

$\boldsymbol{Max_p}$: $Tiempo\ Maximo\ de\ duración\ del\ proyecto$

$\boldsymbol{Min_p}$: $Tiempo\ Minimo\ de\ duración\ del\ proyecto$

$\boldsymbol{Fc}$: $Fecha\ de\ compromiso\ de\ la\ orden\ o\ servicio\ del\ proyecto$

$\boldsymbol{LT}$: $Lead\ Time$

$= tiempo\ de\ entrega\ de\ equipos\ por\ parte\ del\ proveedor\ o\ fabricante$

$\boldsymbol{FCre}$: $Fecha\ de\ creación\ de\ la\ orden$

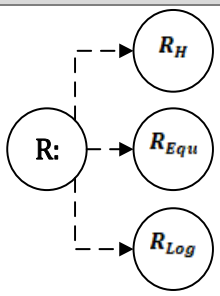
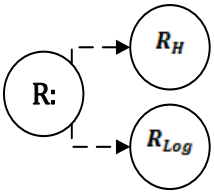
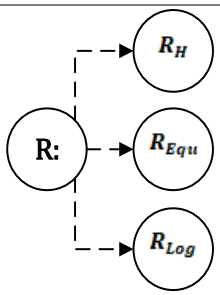
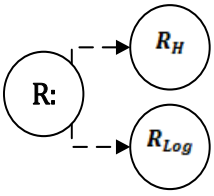
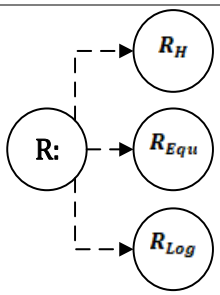
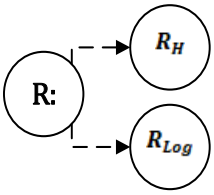
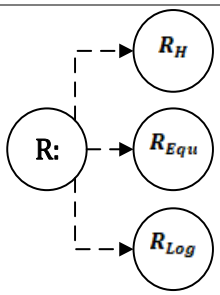
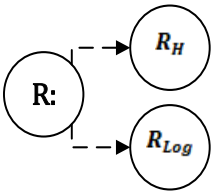
$\boldsymbol{FCrr}$: $Fecha\ de\ cierre\ de\ la\ orden$

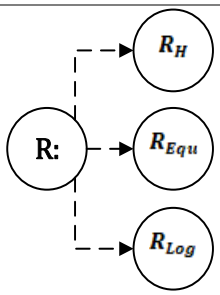
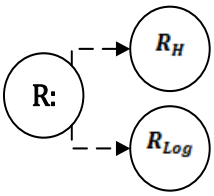
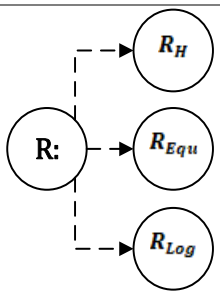
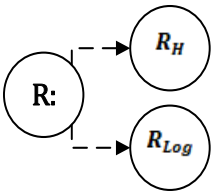
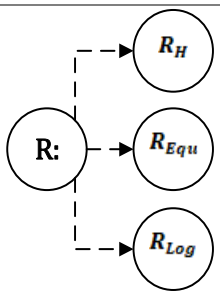
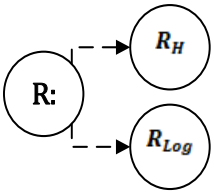
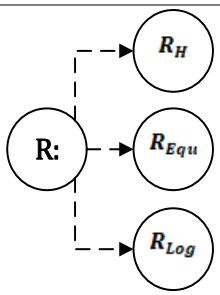
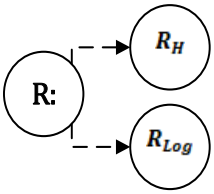
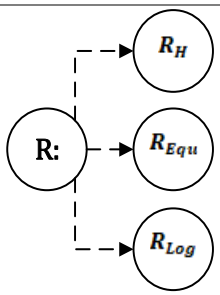
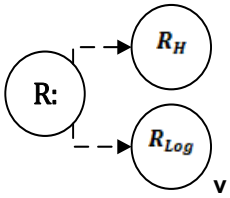
Tipologia de Recursos:

En la siguiente tabla se representa la tipologia de la variable de recursos necesarios por cada tipo de proyecto y servicio en cuanto a instalaciones y novedades en el suministro de un servicio de telecomunicaciones ya sea internet, telefonia y datos.

Tabla 17.

Tipología de Recursos

Tipo de Proyecto	Tipo suministro	Instalaciones	Novedades
Proyecto servicios de datos	Canal Intranet		
	Canal Extranet		
	Lan to Lan (Lan extendida)		
	Lan /Wlan		

Proyecto servicios de Internet	**Banda Ancha**		
	Dedicado		
Proyecto servicios deTelefonia	**PBX**		
	Telefonia fija		
	Sip		

Fuente: Autor

3.3 DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DE VARIABLES INCIDENTES

En la siguiente tabla 13 se describen las variables que inciden en la asignación de recursos en proyectos de suministro de telecomunicaciones.

Tabla 18.

Descripción de variables incidentes

N.	Descripción	Componente
1.	Tasa promedio de proyectos en el mes.	P_λ
2.	Tamaño del proyecto (Alcance) ó Cantidad promedio de ordenes de trabajo	0 – 15 Servicios: Tamaño pequeño 16 – 30 servicios: Tamaño medio 31 – en adelante Tamaño grande
3.	Tamaño del proyecto (Ingreso mensual o unico)	0 SMLV – 15 SMLV de ingreso mensual: Tamaño pequeño 15,1 SMLV – 50 SMLV: Tamaño mediano 51 SMLV – en adelante: Tamaño grande
4.	Tiempo de suministro de servicio.	$FCrr - FCre$
5.	Cantidad de recurso humano por proyecto	$\sum R_H$
6.	Costo promedio por proyecto e ingreso (Equipos, salarios, configuraciones, desplazamientos).	$\frac{\sum IN}{\sum Pr}$ $\frac{\sum C_{Pm} + C_{Opx}}{\sum Pr}$
7.	ANS (Acuerdos de nivel de servicio)	ANS
8.	Consultorías técnicas / Capacitaciones (Preventas)	CC
9.	Cantidad auditorías internas e interventorías	$\sum A_{ii}$
10.	Sector económico o social al cual va dirigido el proyecto	SES
11.	Factor riesgo del proyecto	$FR: P*I$

Fuente: Autor

3.4 REGLAS DE PRIORIDAD PARA LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS EN PROYECTOS DEL SECTOR TELECOMUNICACIONES

A continuación, se describen las reglas de asignación de recursos diseñadas y propuestas para el suministro de servicios en proyectos de telecomunicaciones, ver tabla 14.

Tabla 19.

Descripción reglas de asignación

N.	Regla	Descripción	Notación
1.	SES (Social economic sector)	Asignar recursos a actividades de proyectos los cuales se encuentren dentro de los siguientes sectores economicos, dando prioridad a proyectos con enfoque social. 1. Social 2. Salud 3. Educativo. 4. Agroindustrial 5. Banca y finanzas 6. Manufacturero Demas sectores economicos.	$\mathbf{1}Pr \mid\mid R_H..R_{Equ}..R_{Log}..R_{dt} \mid\mid SES_{max}$ $Social.Salud..Educativo$ …
2.	SP (Social impact)	Asignar recursos a proyectos dando prioridad a los que generen mayor impacto social, por ejemplo: Servicios de comunicaciones para poblaciones vulnerables, población con alguna discapcidad, colegios, jardines, instituciones de ecucación superior, centros de salud y fundaciones, etc..	$\mathbf{1}Pr \mid\mid R_H..R_{Equ}..R_{Log}..R_{dt} \mid\mid SP_{max}$
3.	SS (socioeconomic stratum)	Asignar recursos a proyectos dando prioridad de menor a mayor por estrato socio economico en cual se aprovisionara el servicio: Estrato: (1,2,3….6) Es decir, un proyecto cuyo servicio se aprovisionara en el sur de la capital socualmente y por estrato economico tendria prioridad.	$\mathbf{1}Pr \mid\mid R_H..R_{Equ}..R_{Log}..R_{dt} \mid\mid SP_{max}$ $1…2…3…6$
5.	LL (Local labor)	Asignar recursos a proyectos dando prioridad a aquellos donde se requiera mano de obra local, por ejemplo adquisición de servicios con recurso	$\mathbf{1}Pr \mid\mid R_H..R_{Equ}..R_{Log}..R_{dt} \mid\mid LL_{max}$

		humano de la comunidad donde se suministrara el servicio.	
5.	NWO (Number work orders)	Asignar recursos a proyecto de acuerdo con lacantidad de ordenes de trabajo o servicios	$\mathbf{1Pr}\|\|\boldsymbol{R_H}..\boldsymbol{R_{Equ}}..\boldsymbol{R_{Log}}..\boldsymbol{R_{dt}}\|\|\ Min\ \sum T_{ots}$ • $\boldsymbol{T_{Pots}}$: $Proyecto\ pequeño\ 0 \geq x \leq 15\ Servicios$ • $\boldsymbol{T_{Mots}}$: $Proyecto\ mediano\ 16 \geq x \leq 30\ Servicios$ • $\boldsymbol{T_{Gots}}$: $Proyecto\ grande \geq 31\ Servicios$
6.	BPS< (By project size)	Asignar recursos a proyecto de acuerdo al tamaño de este, en este caso de menor a mayor, lo anterior teniendo como referencia el ingreso mensual o Ingreso de venta.	$\mathbf{1Pr}\|\|\boldsymbol{R_H}..\boldsymbol{R_{Equ}}..\boldsymbol{R_{Log}}..\boldsymbol{R_{dt}}\|\|\ Min\ \sum IN$ • $\boldsymbol{IN_P}$: $Proyecto\ pequeño 0\ SMLV \geq x 15\ SMLV$ • $\boldsymbol{IN_M}$: $Proyecto\ mediano 15\ SMLV 1\ x\ 30\ SMLV$ • $\boldsymbol{IN_G}$: $Proyecto\ grande\ 30\ SMLV$
7.	BPS> (By project size)	Asignar recursos a proyecto de acuerdo al tamaño de este, en este caso de mayor a menor, o anterior teniendo como referencia el ingreso mensual o ongreso de venta.	$\mathbf{1Pr}\|\|\boldsymbol{R_H}..\boldsymbol{R_{Equ}}..\boldsymbol{R_{Log}}..\boldsymbol{R_{dt}}\|\|\ \boldsymbol{Max}\ \sum \boldsymbol{IN}$ • $\boldsymbol{IN_P}$: $Proyecto\ pequeño\ 0\ SMLV \geq x \leq 15\ SMLV$ • $\boldsymbol{IN_M}$: $Proyecto\ mediano\ 15\ SMLV 1\ x \leq 30\ SMLV$ • $\boldsymbol{IN_G}$: $Proyecto\ grande \geq 30{,}1\ SMLV$
8.	HMR (Highest monthly recurring)	Asignar recursos a proyecto de acuerdo al que genere mayo ingreso recurrente mensual.	$\mathbf{1Pr}\|\|\boldsymbol{R_H}..\boldsymbol{R_{Equ}}..\boldsymbol{R_{Log}}..\boldsymbol{R_{dt}}\|\|\ \sum \boldsymbol{IN}.\boldsymbol{T}$
9.	SCDP (Shorter commitment date project)	Asignar recursos a proyecto de acuerdo al proyecto que tenga la menor fecha de compromiso.	$\mathbf{1Pr}\|\|\boldsymbol{R_H}..\boldsymbol{R_{Equ}}..\boldsymbol{R_{Log}}..\boldsymbol{R_{dt}} < \boldsymbol{Fc}$
10.	LT0 (Lead time = 0)	Asignar recurso logico y humano a proyecto que tienen equipos con tiempo de entrega 0, es decir esta disponibles en stock de bodega. Equipos= routers, switches, fibra, etc)	$\mathbf{1Pr}\|\|\boldsymbol{R_H}..\boldsymbol{R_{Equ}}..\boldsymbol{R_{Log}}..\boldsymbol{R_{dt}}\|\|\ \boldsymbol{LT} = \mathbf{0}$
11.	MC (Higher Capex)	Asignar recursos a proyectos con mayor capex de inversión, lo anterior, para entregar en el tiempo mas rapido y anticipar la recuperación de inversión. **Capex**: Costos inversión de infraestructura.	$\mathbf{1Pr}\|\|\boldsymbol{R_H}..\boldsymbol{R_{Equ}}..\boldsymbol{R_{Log}}..\boldsymbol{R_{dt}}\|\|\ \boldsymbol{Max}\ \sum \boldsymbol{C}$
12.	MO (Higher Opex)	Asignar recursos a proyecto con mayor opex, es decir costos de mantenimiento del servicio durante el periodo de contrato del servicio.	$\mathbf{1Pr}\|\|\boldsymbol{R_H}..\boldsymbol{R_{Equ}}..\boldsymbol{R_{Log}}..\boldsymbol{R_{dt}}\|\|\ \boldsymbol{Max}\ \sum \boldsymbol{C_O}$

		Opex: Costos de mantenimiento del servicio	
13.	LSA (Less service agreement)	Asignar recursos a actividades de proyecto con menor SLA o acuerdo de niveles de servicio. SLA: Acuerdo pactado entre empresa suministradora de servicio y cliente para la entrega del servicio. Por ejemplo: un canal de datos deberia entregarse en maximo 20 dias.	$\mathbf{1}Pr\|\|R_H..R_{Equ}..R_{Log}..R_{dt} < ANS$
14.	OCD (Oldest creation date)	Asignar recursos a ordenes de trabajo de proyecto con fecha de creación más antigua.	$\mathbf{1}Pr\|\|R_H..R_{Equ}..R_{Log}..R_{dt} < FCre$
15.	LGP (Local and geographical proximity)	Asignar recursos a ordenes de proyectos que tengan proximidad local y geografica, por ejemplo, asignar tecnico para entregar un servicio en una zona rural en la cual existe cercania para entregar otro servicio de un proyecto diferente.	$\mathbf{1}Pr\|\|R_H..R_{Equ}..R_{Log}..R_{dt} \|\|Min\ LGP$
16.	BPM (By permission management)	Asignar recursos a actividades y/o proyectos donde los permisos de acceso a locaciones se hayan gestionado primero.	$\mathbf{1}Pr\|\|R_H..R_{Equ}..R_{Log}..R_{dt} \|\|Min\ BPM$
18.	HH (Enabling threads)	Asignar recursos a proyectos cuya ultima milla o medio de trasmisión requiera unicamente de habilitación de hilos, es decir no se requiera tender fibra ya que hay existencia de esta en la zona donde se suministrara el servicio.	$\mathbf{1}Pr\|\|HH$
19.	COD (Closest opening date)	Asignar recursos a proyectos con actividades en las cuales las sedes donde se suminitrara o prestara el servicio tiene la fecha de apertura mas cercana. Por ejemplo una instutución de educación primaria la cual ya tiene fecha de ingreso y retorno a clases para los estudiantes.	$\mathbf{1}Pr\|\|R_H..R_{Equ}..R_{Log}..R_{dt} < COD$

Fuente: Autor

3.5 SISTEMA DE REGLAS PARA LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS COMPARTIDOS EN PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES

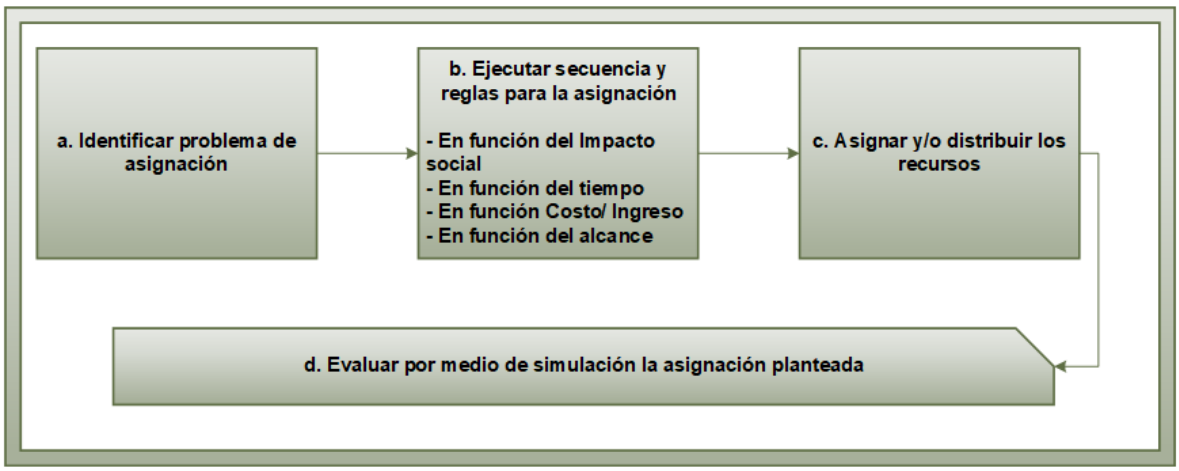
A continuación se presenta el siguiente metodologia para la asignación de recursos teniendo en cuenta un sistema de reglas de prioridad y asignación de recursos en función del impacto social, tiempo, riesgo, ingreso, costo y alcance del proyecto.

3.5.1 METODOLOGIA PROPUESTA

a) Identificar problema de asignación del recurso en el proyecto y realizar una breve descripción.
b) Seguir las reglas descritas en el aparatado “Secuencia y reglas para la asignación de recursos”
c) Asignar y/o distribuir los recursos de acuerdo con la asignación planteada.
d) Evaluar por medio de simulación la asignación planteada.

Figura 8.

Sistema para el uso de reglas en la asignación de recursos



Fuente: Autor

En cuanto a la actividad de identificar el problema de asignación del recurso en el proyecto y realizar una breve descripción.El objetivo es describir el problema de manera muy general que se presenta, incluyendo el recursos en el cual se tiene deficit en el proceso de asignación, por ejemplo.

“El proyecto de instalaciones de canales de conectividad MPLS a nivel nacional se ve retrasado en su cronograma debido a la incorrecta asignación del recursos humano conformado por las cuadrillas de tecnicos que entregan el servicio en las diferentes sedes del cliente, esto generando asignación a ciudades con distancias largas o de poco impacto, dejando de lado las ciudades que requieren el servicio con urgencia de acuerdo al tipo de comunidad que alli reside”

Lo anterior es importante para entrar en contexto e identificar el recurso que requiere de atención y asignación correcta.

3.5.2 ASIGNACIÓN EN FUNCIÓN DEL IMPACTO SOCIAL

A continuación, se describe el procedimiento de reglas para la asignación de recursos en función del impacto social:

1. Identificar y determinar las ordenes de proyectos de acuerdo con la regla **OCD (Oldest creation date)** con la fecha de inicio o creación más temprana y organizarlos de menor a mayor.

2. Establecer un ranking de acuerdo con el paso 1, un ejemplo es como el que se muestra a continuación, ver tabla 20.

Tabla 20. *Aplicación regla OCD (Oldest creación date)*

Proyecto	Orden	Fecha Creación
P2	Orden5	25/12/2018
P1	Orden1	12/07/2021
P2	Orden3	11/11/2022
P1	Orden2	2/12/2022
P2	Orden4	1/01/2023

Fuente: Autor

3. Identificar y determinar las ordenes de proyectos los cuales se encuentren dentro de los siguientes sectores y asignar la puntuación de acuerdo con la siguiente constante, de acuerdo a los sigueintes criterios, ver tabla 21.

Tabla 21. *Puntuación constante sector social económico*

Sector social económico	Valor de la constante
Social	10
Salud	8
Educativo	6
Agroindustrial	4
Banca y finanzas	2
Manufacturero	1

Fuente: Autor

4. Establecer un ranking de mayor a menor de acuerdo con el paso 3, según el ejemplo se puede ver el ranking en la tabla 22.

Tabla 22. *Ranking constante sector económico social*

Proyecto	Orden	Fecha Creación	SSE
P2	Orden3	11/11/2022	10
P1	Orden2	2/12/2022	10
P1	Orden1	12/07/2021	8
P2	Orden5	25/12/2018	6
P2	Orden4	1/01/2023	1

Fuente: Autor

5. De acuerdo con ranking Identificar y determinar las ordenes de proyectos aplicando la regla **SP (Social impact),** es decir los que generen mayor impacto social, por ejemplo un servicio de conectividad para una escuela en una región remota versus un servicio de conectividad para una entidad bancaria en la capital del pais.

6. Una vez realizada la identificación del punto 5 asignar los valores de acuerdo con las siguientes constantes, ver tabla 23.

Tabla 23. *Puntuación constante nivel de impacto*

Nivel de impacto	Valor de la constante
Alto	10
Medio	5
Bajo	1

Fuente: Autor

- **Impacto alto:** servicio utilizado por poblaciones vulnerables, por ejemplo, desplazados por la violencia, hogares comunitarios, jardines infantiles, escuelas rurales y fundaciones.
- **Impacto medio:** servicios utilizado por centro de educación superior y escuelas en ciudades principales, entidades de salud como hospitales e ips.
- **Impacto bajo:** demas poblaciones que no se encuentren en los anteriores grupos.

7. Establecer un ranking de mayor a menor de acuerdo con el paso 6, de acuerdo al ejemplo se puede observar en la tabla 24.

Tabla 24. *Aplicación regla SP (Social impact)*

Proyecto	Orden	Fecha Creación	SSE	SP
P2	Orden3	11/11/2022	10	10
P1	Orden1	12/07/2021	8	10
P1	Orden2	2/12/2022	10	5

P2	Orden5	25/12/2018	6	1
P2	Orden4	1/01/2023	1	1

Fuente: Autor

8. Identificar y determinar las ordenes de proyectos aplicando la regla **SS (socioeconomic stratum)** identificando el estrato socioeconomico en el cual se aprovisionara el servicio y ordenar de menor a mayor estrato.

9. Establecer un ranking según el paso 8. Ver tabla 25.

Tabla 25. *Aplicación regla SS (socioeconómica stratum)*

Proyecto	Orden	Fecha Creación	SSE	SP	SS
P1	Orden1	12/07/2021	8	10	1
P2	Orden3	11/11/2022	10	10	2
P1	Orden2	2/12/2022	10	5	2
P2	Orden5	25/12/2018	6	1	4
P2	Orden4	1/01/2023	1	1	5

Fuente: Autor

10. Identificar y determinar las ordenes de proyectos aplicando la regla **LL (Local labor**) y clasificando como SI o NO, es decir, donde se requiera mano de obra local en la zona donde se suministrara el servicio, esto se puede identificar en el alcance social del proyecto y organizar con la prioridad de los clasificados con “SI”.
    Si = 1
    No = 0

11. Establecer ranking según el paso 10, continuando con el ejemplo se puede ver este en la tabla 26.

Tabla 26. *Aplicación regla LL (Local labor)*

Proyecto	Orden	Fecha Creación	SSE	SP	SS	LL
P1	Orden1	12/07/2021	8	10	1	1
P1	Orden2	2/12/2022	10	5	2	1
P2	Orden3	11/11/2022	10	10	2	0
P2	Orden5	25/12/2018	6	1	4	0
P2	Orden4	1/01/2023	1	1	5	0

Fuente: Autor

12. Identificar las ordenes de proyectos cuyo medio de transmisión o fibra sea existente aplicando la regla **HH (Enabling threads**) y clasifique de acuerdo con: (Si = 1; No = 0).

13. Establecer ranking de acuerdo con el paso 12 y según los datos anteriomente mostrados, ver tabla 27.

Tabla 27. *Aplicación regla HH (Enabling threads)*

Proyecto	Orden	Fecha Creación	SSE	SP	SS	LL	HH
P1	Orden1	12/07/2021	8	10	1	1	1
P2	Orden3	11/11/2022	10	10	2	0	1
P1	Orden2	2/12/2022	10	5	2	1	0
P2	Orden5	25/12/2018	6	1	4	0	0
P2	Orden4	1/01/2023	1	1	5	0	0

Fuente: Autor

14. Realice la sumatoria de los valores obtenidos en cada orden pro cada regla y divida entre la cantidad de reglas aplicadas (promedio).

15. Establecer ranking de acuerdo con paso 14, continuando con el ejemplo de base se mustran los resultados en la tabla 28.

Tabla 28. *Ranking promedio reglas*

Proyecto	Orden	Fecha Creación	SSE	SP	SS	LL	HH	PROMEDIO
P2	Orden3	11/11/2022	10	10	2	0	1	4,60

P1	Orden1	12/07/2021	8	10	1	1	1	4,20
P1	Orden2	2/12/2022	10	5	2	1	0	3,60
P2	Orden5	25/12/2018	6	1	4	0	0	2,20
P2	Orden4	1/01/2023	1	1	5	0	0	1,40

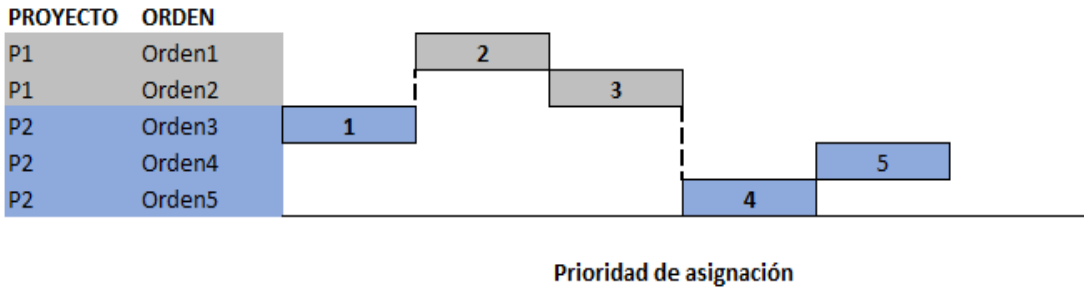
Fuente: Autor

16. Asigne los recursos a la orden del proyecto según el ranking del paso 14. Ver figura 9.

$$Asignación = (3, 1, 2, 5, 4)$$

Figura 9.

Diagrama de asignación de recursos en función del impacto social económico



Fuente: Autor

Con la secuencia anterior se busca priorizar las ordenes de proyectos a los cuales el servicio genere mayor impacto social, teniendo en cuenta la fecha de creación más temprana y criterios de impacto social que puedan beneficiar a dichas comunidades en el uso del servicio suministrado, de igual manera subcontratar los servicios que apliquen con personal de la comunidad y/o región de trabajo.

3.5.3 ASIGNACIÓN EN FUNCIÓN DEL TIEMPO Y FACTOR DE RIESGO

A continuación, se describe el procedimiento de reglas para la asignación de recursos en función del tiempo y factor de riesgo del proyecto:

1. Identifique las ordenes de proyectos según la fecha de inicio o creación más temprana aplicando la regla **OCD (Oldest creation date).** Calcule la diferencia en dias de acuerdo con la fecha actual restando la fecha de creación o inicio y organice de mayor a menor.

$$\boldsymbol{Fhoy - FCre}$$

2. Determinar el ranking según el paso 1. Ver tabla 29.

Tabla 29. *Aplicación regla OCD (Oldest creation date)*

Proyecto	Orden	Fecha Creación	Fecha Compromiso	Fecha Actual	OCD
P2	Orden5	25/12/2018	21/04/2019	22/01/2023	1489
P1	Orden1	12/07/2021	13/12/2021	22/01/2023	559
P2	Orden3	11/11/2022	11/12/2022	22/01/2023	72
P2	Orden4	1/01/2023	4/05/2023	22/01/2023	21
P1	Orden2	2/12/2022	12/01/2023	22/01/2023	51

Fuente: Autor

3. Identifique las ordenes de proyectos según la fecha de compromiso más temprana aplicando la regla **SCDP (Shorter commitment date project),** calcule clacule la diferencia en dias de la fecha actual restando la fecha de compromiso y organice de mayor a menor.

$$\boldsymbol{Fhoy - FC}$$

4. Determinar el ranking según el paso 3. Ver tabla 30.

Tabla 30. *Aplicación regla SCDP (Shorter commitment date project)*

Proyecto	Orden	Fecha Creación	Fecha Compromiso	Fecha Actual	OCD	SCDP
P2	Orden5	25/12/2018	21/04/2019	22/01/2023	1489	1372
P1	Orden1	12/07/2021	13/12/2021	22/01/2023	559	405

P2	Orden3	11/11/2022	11/12/2022	22/01/2023	72	42
P2	Orden4	1/01/2023	4/05/2023	22/01/2023	21	-102
P1	Orden2	2/12/2022	12/01/2023	22/01/2023	51	10

Fuente: Autor

5. Identificar cada orden del proyecto y documentar el tiempo promedio del suministro de servicio, si desea asigne el recurso en función de esto y aplique la regla **LSA (Less service agreement)** organizando de menor a mayor tiempo ver tabla 31 o en caso contrario continue con el paso 6.

Tabla 31. *Aplicación regla LSA (Less service agreement)*

Proyecto	Orden	Fecha Creación	Fecha Compromiso	Fecha Actual	OCD	SCDP	LSA
P2	Orden4	1/01/2023	4/05/2023	22/01/2023	21	-102	10
P2	Orden3	11/11/2022	11/12/2022	22/01/2023	72	42	15
P1	Orden1	12/07/2021	13/12/2021	22/01/2023	559	405	20
P2	Orden5	25/12/2018	21/04/2019	22/01/2023	1489	1372	30
P1	Orden2	2/12/2022	12/01/2023	22/01/2023	51	10	60

Fuente: Autor

6. Si no cuenta con información del acuerdo de servicio aplique la regla **HH (Enabling threads)** al ranking actualy clasifique de acuerdo con: (Si = 1; No = 0). Ver tabla 32.

Tabla 32. *Aplicación regla HH (Enabling threads)*

Proyecto	Orden	Fecha Creación	Fecha Compromiso	Fecha Actual	OCD	SCDP	LSA	HH
P2	Orden5	25/12/2018	21/04/2019	22/01/2023	1489	1372	30	1
P1	Orden1	12/07/2021	13/12/2021	22/01/2023	559	405	20	1
P2	Orden3	11/11/2022	11/12/2022	22/01/2023	72	42	15	0
P2	Orden4	1/01/2023	4/05/2023	22/01/2023	21	-102	10	1
P1	Orden2	2/12/2022	12/01/2023	22/01/2023	51	10	60	0

Fuente: Autor

7. Calcule el factor de riesgo (FR) de acuerdo con lo siguiente:

$$\boldsymbol{FR = P * I}$$

$$\boldsymbol{P = Probabilidad\ de\ materializaci\acute{o}n\ del\ riesgo\ (0 - 1)}$$

$$\boldsymbol{I = Impacto\ (0: menor\ impacto\ a\ 10: Mayor\ impacto)}$$

En la tabla 33 se muestra el calculo del facto de riesgo.

Tabla 33. *Calculo factor de riesgo*

Proyecto	Orden	Fecha Creación	Fecha Compromiso	Fecha Actual	P	I	FR
P2	Orden5	25/12/2018	21/04/2019	22/01/2023	0,65	9	5,85
P1	Orden1	12/07/2021	13/12/2021	22/01/2023	0,3	5	1,5
P1	Orden2	2/12/2022	12/01/2023	22/01/2023	0,7	2	1,4
P2	Orden3	11/11/2022	11/12/2022	22/01/2023	0,45	3	1,35
P2	Orden4	1/01/2023	4/05/2023	22/01/2023	0,1	1	0,1

Fuente: Autor

8. Calcular el factor de asignación y ordene de mayor a menor:

$$FAsg = (OCD + SCDP + HH) - ANS) * FR$$

9. Determinar el ranking según el paso 8 de acuerdo con la orden que tenga el mayor factor de asignación. Ver tabla 34.

Tabla 34. *Ranking por factor de asignación*

Proyecto	Orden	Fecha Creación	Fecha Compromiso	Fecha Actual	P	I	FR	R	FAsg
P2	Orden5	25/12/2018	21/04/2019	22/01/2023	0,65	9	5,85	2832	16567,2
P1	Orden1	12/07/2021	13/12/2021	22/01/2023	0,3	5	1,5	945	1417,5
P2	Orden3	11/11/2022	11/12/2022	22/01/2023	0,45	3	1,35	99	133,65
P1	Orden2	2/12/2022	12/01/2023	22/01/2023	0,7	2	1,4	1	1,4
P2	Orden4	1/01/2023	4/05/2023	22/01/2023	0,1	1	0,1	-90	-9

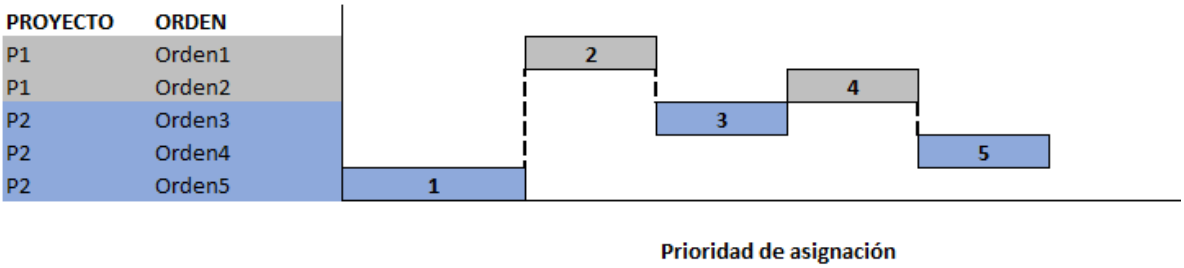
Fuente: Autor

10. . Asigne los recursos a la orden del proyecto según el ranking del paso 9. Ver figura 10.

$$Asignación = (5, 1, 3, 4, 2)$$

Figura 10.

Diagrama de asignación de recursos en función del tiempo y riesgo



Fuente: Autor

Con la anterior secuencia se busca priorizar las ordenes de proyectos cuyas fechas de creación sean las más tempranas, cumpliendo las fechas de compromiso,niveles de servicios ofrecidos al cliente (SLAS) y teniendo el cuenta el riesgo de no entrega del servicio por lo no asignación de recursos.

3.5.4 ASIGNACIÓN EN FUNCIÓN DEL INGRESO Y COSTO

A continuación, se describe el procedimiento de reglas para la asignación de recursos en función del ingreso mensual que el cliente paga por el servicio y el costo de suministrarlo:

1. Identifique las ordenes de proyectos cuyo ingreso mensual sea el más alto ordenado de mayor a menor, aplicando la regla **HMR (Highest monthly recurring).**

2. Determinar el ranking definido según el paso 1. Ver tabla 35.

Tabla 35. *Aplicación regla HMR (Highest monthly recurring)*

Proyecto	Orden		HMR
P1	Orden2	$	6.500.355
P2	Orden3	$	5.102.685
P2	Orden4	$	2.095.047
P2	Orden5	$	883.767
P1	Orden1	$	768.962

Fuente: Autor

3. Identifique las ordenes de proyectos cuyos equipos como routers, switches, aps, telefonos, etc se encuentren disponibles y en stock de la bodega aplicando la regla de prioridad y/o asignación **LT0 (Lead time = 0) y clasifique de acuerdo con: (Si = 1; No = 0).** Ver tabla 36.

Tabla 36. *Aplicación regla LT0 (Lead time = 0)*

Proyecto	Orden		HMR	LT0
P1	Orden2	$	6.500.355	0
P2	Orden3	$	5.102.685	1
P2	Orden4	$	2.095.047	1
P2	Orden5	$	883.767	1
P1	Orden1	$	768.962	0

Fuente: Autor

4. Identifique las ordenes de los proyectos con asignación de capex y documente de acuerdo con lo expuesto en el modelo financiero de cada proyecto (coste de inversión en infraestructura) aplicando la regla **MC (Higher Capex).** Ver tabla 37.

Tabla 37. *Aplicación regla MC (Higher Capex).*

Proyecto	Orden		HMR	LT0		MC
P1	Orden2	$	6.500.355	0	$	11.710.000
P2	Orden3	$	5.102.685	1	$	5.950.171
P2	Orden4	$	2.095.047	1	$	4.100.000

P2	Orden5	$	883.767	1	$	1.555.600
P1	Orden1	$	768.962	0	$	1.125.150

Fuente: Autor

5. Identifique las ordenes de los proyectos con asignación de opex (costo de mantenimiento de infraestructura) y documente el valor del costo de mantenimiento mensual asignado dependiendo el servicio aplicando la regla **MO (Higher Opex).** Ver tabla 38.

Tabla 38. *Aplicación regla MO (Higher Opex)*

Proyecto	Orden		HMR	LT0		MC		MO
P1	Orden2	$	6.500.355	0	$	11.710.000	$	450.999
P2	Orden3	$	5.102.685	1	$	5.950.171	$	550.000
P2	Orden4	$	2.095.047	1	$	4.100.000	$	645.950
P2	Orden5	$	883.767	1	$	1.555.600	$	125.000
P1	Orden1	$	768.962	0	$	1.125.150	$	190.000

Fuente: Autor

6. Documente el periodo de tiempo en meses en el cual se prestara el servicio y en acuerdo con el cliente final. Ver tabla 39.

Tabla 39. *Tiempo en meses de prestación o contratación del servicio (Tc)*

Proyecto	Orden		HMR	LT0		MC		MO	Tc (Meses)
P1	Orden2	$	6.500.355	0	$	11.710.000	$	450.999	12
P2	Orden3	$	5.102.685	1	$	5.950.171	$	550.000	24
P2	Orden4	$	2.095.047	1	$	4.100.000	$	645.950	24
P2	Orden5	$	883.767	1	$	1.555.600	$	125.000	36
P1	Orden1	$	768.962	0	$	1.125.150	$	190.000	60

Fuente: Autor

7. Aplique la siguiente medida y calcule ingreso neto previsto a recibir del servicio durante el periodo de tiempo contratado, ver tabla 40:

$$IngT = (HMR - MO) * T_c) - MC$$

Tabla 40. *Proyección ingreso en periodo contratado para la prestación del servicio*

Proyecto	Orden	HMR	LT0	MC	MO	Tc (Meses)	IngT
P1	Orden2	$ 6.500.355	0	$ 11.710.000	$ 450.999	12	$ 60.882.272
P2	Orden3	$ 5.102.685	1	$ 5.950.171	$ 550.000	24	$ 103.314.269
P2	Orden4	$ 2.095.047	1	$ 4.100.000	$ 645.950	24	$ 30.678.328
P2	Orden5	$ 883.767	1	$ 1.555.600	$ 125.000	36	$ 25.760.012
P1	Orden1	$ 768.962	0	$ 1.125.150	$ 190.000	60	$ 33.612.570

Fuente: Autor

8. Determine ranking de acuerdo con el paso 7 y asigne recursos dando prioridad a las ordenes con LT0=1, es decir, las que tengan equipos en stock. Ver tabla 41 y figura 11.

Tabla 41. *Ranking por LT0 = 1*

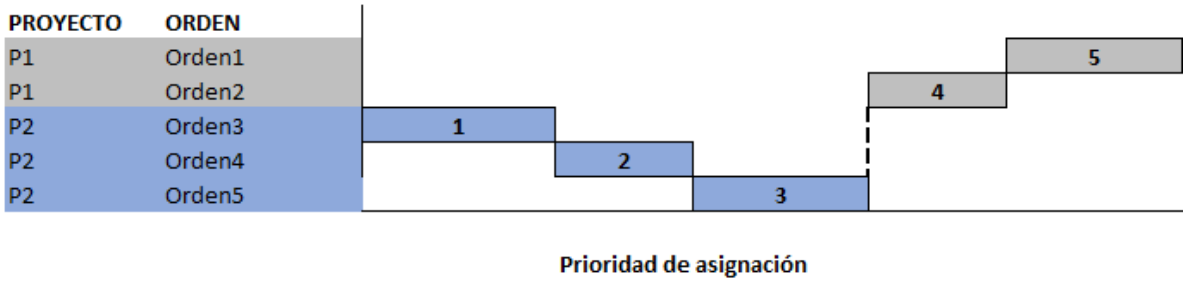
Proyecto	Orden	HMR	LT0	MC	MO	Tc (Meses)	IngT
P2	Orden3	$ 5.102.685	1	$ 5.950.171	$ 550.000	24	$ 103.314.269
P2	Orden4	$ 2.095.047	1	$ 4.100.000	$ 645.950	24	$ 30.678.328
P2	Orden5	$ 883.767	1	$ 1.555.600	$ 125.000	36	$ 25.760.012
P1	Orden2	$ 6.500.355	0	$ 11.710.000	$ 450.999	12	$ 60.882.272
P1	Orden1	$ 768.962	0	$ 1.125.150	$ 190.000	60	$ 33.612.570

Fuente: Autor

$$Asignación = (3, 4, 5, 2, 2)$$

Figura 11.

Diagrama de asignación de recursos en función del Ingreso/ costo



Fuente: Autor

El objetivo de la anterior secuencia es asignar los recursos de tal forma que se asignen a las ordenes de trabajo que generen más rentabilidad a lo largo del periodo en el cual se prestara el serviciol y el cual se pueda anticipar lo más rapido posible, adicional hacer uso efectivo y despacho de los equipos que se encuentren en stock.

3.5.5 ASIGNACIÓN EN FUNCIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

A continuación, se describe el procedimiento de reglas para la asignación de recursos en función del alcance y tamaño del proyecto:

1. Identifique los proyectos cuya sumatoria de sus ordenes de trabajo o servicio sea mayor a 15 aplicando la regla **NWO (Number work orders)** decidiendo priorizar los proyectos medianos y grandes.

2. Identifique los proyectos cuya sumatoria de sus ordenes de trabajo o servicio sea menor a 15 aplicando la regla **NWO (Number work orders)** decidiendo priorizar los proyectos pequeños.

   Para la asignación en mención se tomara como ejemplo asignando de acuerdo con regla **NWO (Number work orders)** priorizando los proyectos pequeños.

   A continuación se relacionan 20 ordenes distribuidas en 4 proyectos. Ver tabla 42.

Tabla 42. *Asignación órdenes a proyectos*

Proyecto	Orden	HMR
P2	Orden3	$ 2.489.829
P1	Orden20	$ 2.431.911
P3	Orden18	$ 2.358.008
P1	Orden13	$ 2.351.928
P1	Orden19	$ 1.984.002

P1	Orden1	$	1.912.244
P3	Orden11	$	1.687.730
P2	Orden15	$	1.654.639
P3	Orden9	$	1.630.136
P2	Orden4	$	1.629.926
P1	Orden2	$	1.579.366
P1	Orden8	$	1.569.356
P3	Orden14	$	878.379
P3	Orden12	$	602.337
P1	Orden7	$	510.397
P3	Orden16	$	482.601
P3	Orden10	$	459.512
P1	Orden6	$	317.712
P1	Orden17	$	164.801
P2	Orden5	$	128.166

Fuente: Autor

3. Determine el ranking de los proyectos según el paso 1 ó 2. Ver tabla 43.

Tabla 43. *Sumatoria de ordenes por proyecto*

Proyecto	Cantidad Orden
P1	9
P3	7
P2	4
Total, general	20

Fuente: Autor

4. Teniendo en cuenta el ranking del paso 2 aplique la regla **BPS> (By project size)** y organice de mayor a menor de acuerdo al tamaño, lo anterior, tomando como referencia la sumatoria de los ingresos de cada orden de proyecto.

5. Determine el ranking de los proyectos según el paso 4. Ver tabla 44.

Tabla 44. *Aplicación regla BPS> (By project size)*

Proyecto	Cant Orden	Suma de HMR
P1	9	$ 12.821.717
P3	7	$ 8.098.703
P2	4	$ 5.902.560
Total, general	20	$ 26.822.980

Fuente: Autor

6. Teniendo en cuenta el ranking del paso 4 aplique la regla **HH (Enabling threads)**.

7. Relice sumatoria de ordenes cuyo valor de HH sea igual a 1 y dividir por el total de las ordenes del proyecto.

8. Determine ranking de ordenes por cada proyecto de acuerdo con el paso 7. Ver tabla 45.

Tabla 45. Ranking cálculo de %HH

Proyecto	Cant Orden	Suma de HMR	Suma de HH	% HH
P1	9	$ 12.821.717	3	33,33%
P3	7	$ 8.098.703	5	71,34%
P2	4	$ 5.902.560	2	50,00%
Total, general	**20**	**$ 26.822.980**	**10**	

Fuente: Autor

9. Asigne los recursos según el ranking del paso 8 iniciando por las ordenes del proyecto con mayor % HH y las cuales tengan HH=1.

10. Asigne los recursos a las ordenes restantes tomando como prioridad las de mayor a menor ingreso mensual hasta finalizar la cantidad de ordenes de los proyectos en evaluación. Ver tabla 46 y fugura 12.

Tabla 46. *Tabla general de asignación de recursos*

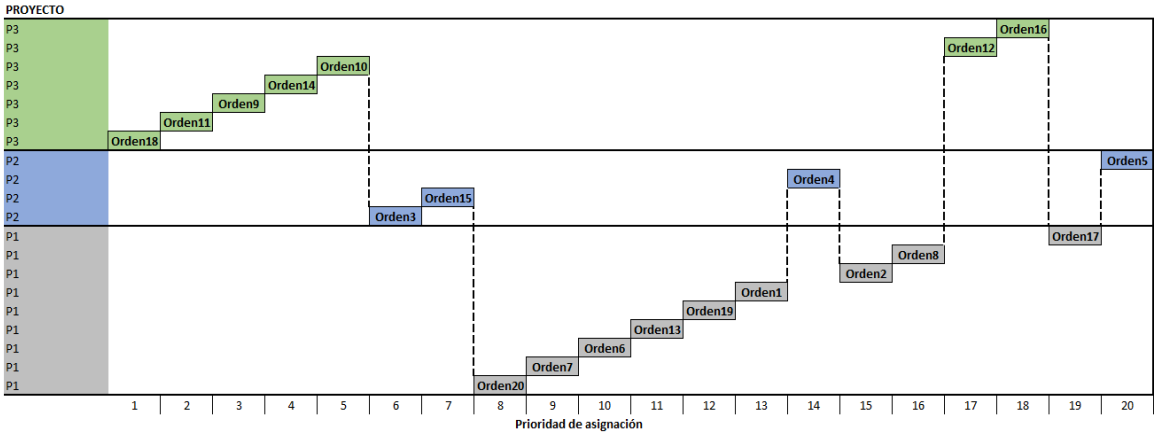
Proyecto	Orden		HMR	HH	1. ORDEN ASIG. (HH)	2. ORDEN ASIG. HMR
P2	Orden3	$	2.489.829	1	6	
P1	Orden20	$	2.431.911	1	8	
P3	Orden18	$	2.358.008	1	1	
P1	Orden13	$	2.351.928	0		11
P1	Orden19	$	1.984.002	0		12
P1	Orden1	$	1.912.244	0		13
P3	Orden11	$	1.687.730	1	2	
P2	Orden15	$	1.654.639	1	7	
P3	Orden9	$	1.630.136	1	3	
P2	Orden4	$	1.629.926	0		14
P1	Orden2	$	1.579.366	0		15
P1	Orden8	$	1.569.356	0		16
P3	Orden14	$	878.379	1	4	
P3	Orden12	$	602.337	0		17
P1	Orden7	$	510.397	1	9	
P3	Orden16	$	482.601	0		18
P3	Orden10	$	459.512	1	5	
P1	Orden6	$	317.712	1	10	
P1	Orden17	$	164.801	0		19
P2	Orden5	$	128.166	0		20

Fuente: Autor

La anterior secuencia tiene como objetivo asignar los recursos a los proyectos más grandes qyue generen más ingreso teniendo en cuenta los servicios que cuentan con ultima milla o medio de transmisión disponible, es decir, hilo de fibra, canla satelital u otro medio disponible en la sede de cliente, lo anterior, disminuyendo el cronograma de entrega teniendo y cuenta que la fibra o medio de trasmisión hace parte de la ruta critica de las ordenes del proyecto.

Figura 12.

Diagrama de asignación de recursos en función del alcance de los proyectos



Fuente: Autor

3.5.6 FLUJOGRAMA GENERAL PARA USO DE REGLAS DE PRIORIDAD Y ASIGNACIÓN DE RECURSOS

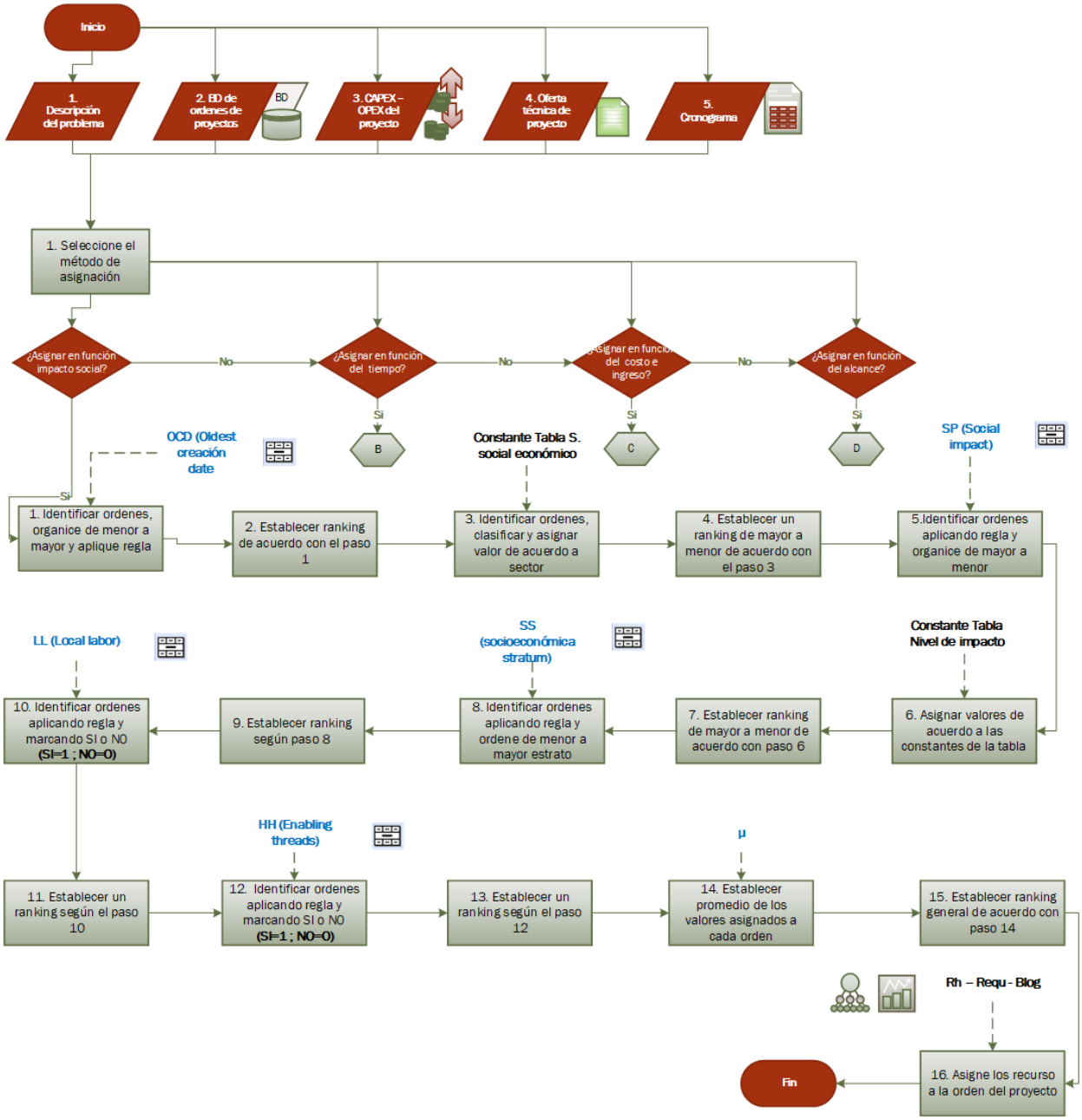
Los siguientes flujogramas describen los algoritmos del uso de reglas de prioridad y asignación de recursos en función del impacto social, tiempo, riesgo, ingreso, costo y alcance del proyecto. Ver figuras 13 a 16.

El siguiente algoritmo muestra la secuencia de pasos para aplicar las reglas propuestas y asignar los recursos en función del impacto social y las características definidas dentro de esta asignación. Ver figura 13.

En función del Impacto Social

Figura 13.

Algoritmo para Asignar Recursos en Función del Impacto Social



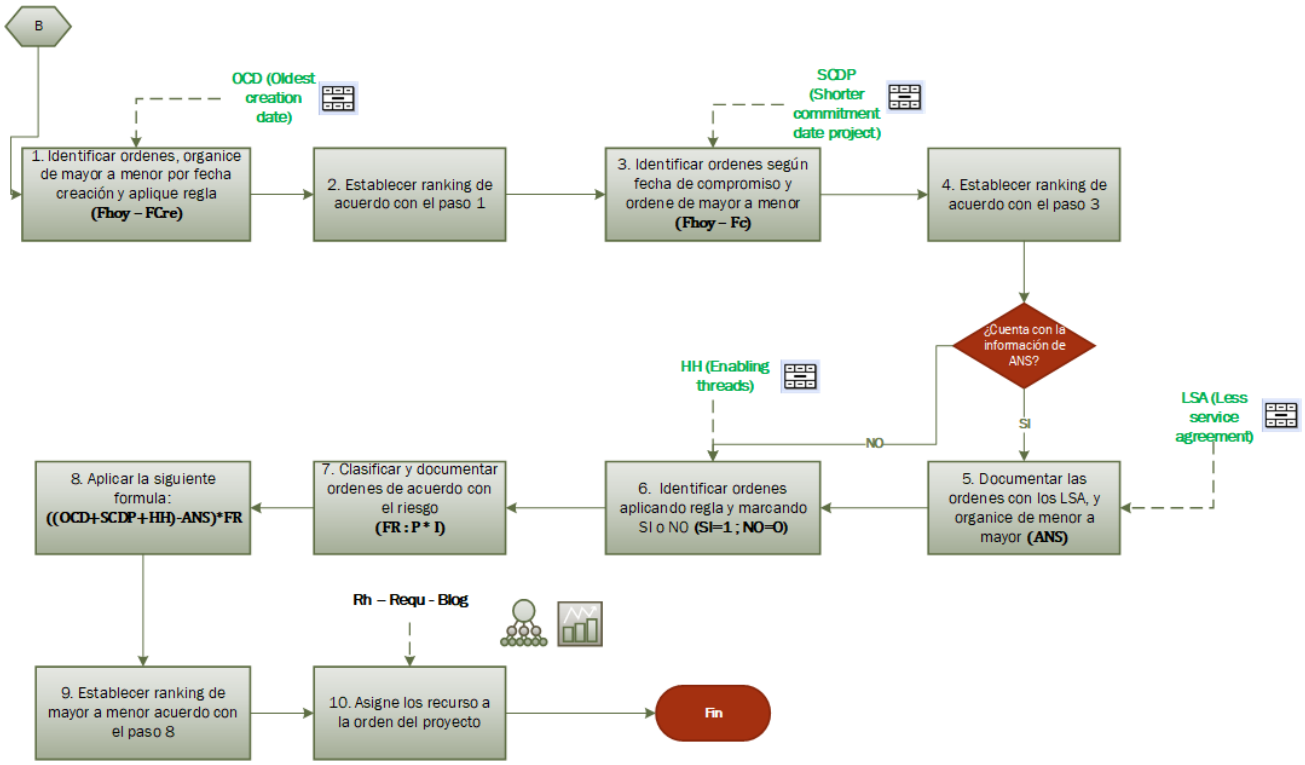
Fuente: Autor

En función del Tiempo y el Riesgo

El siguiente algoritmo muestra la secuencia de pasos para aplicar las reglas propuestas y asignar los recursos en función del tiempo e índice de riesgo. Ver figura 14.

Figura 14.

Algoritmo para asignar recursos en función del tiempo y factor de riesgo



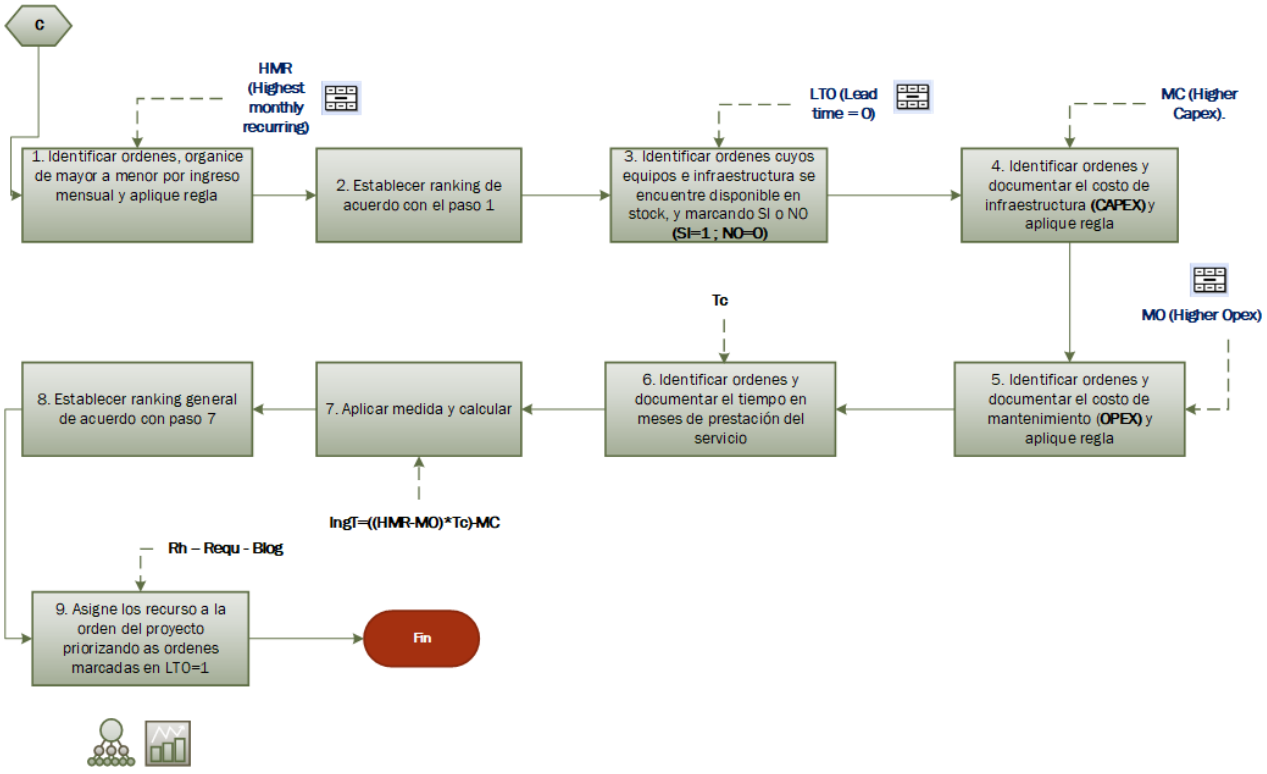
Fuente: Autor

En función del Ingreso y el Costo

El siguiente algoritmo muestra la secuencia de pasos para aplicar las reglas propuestas y asignar los recursos en función del ingreso generado por el proyecto y los costos requeridos para su ejecución. Ver figura 15.

Figura 15.

Algoritmo para asignar recursos en función del ingreso y costo



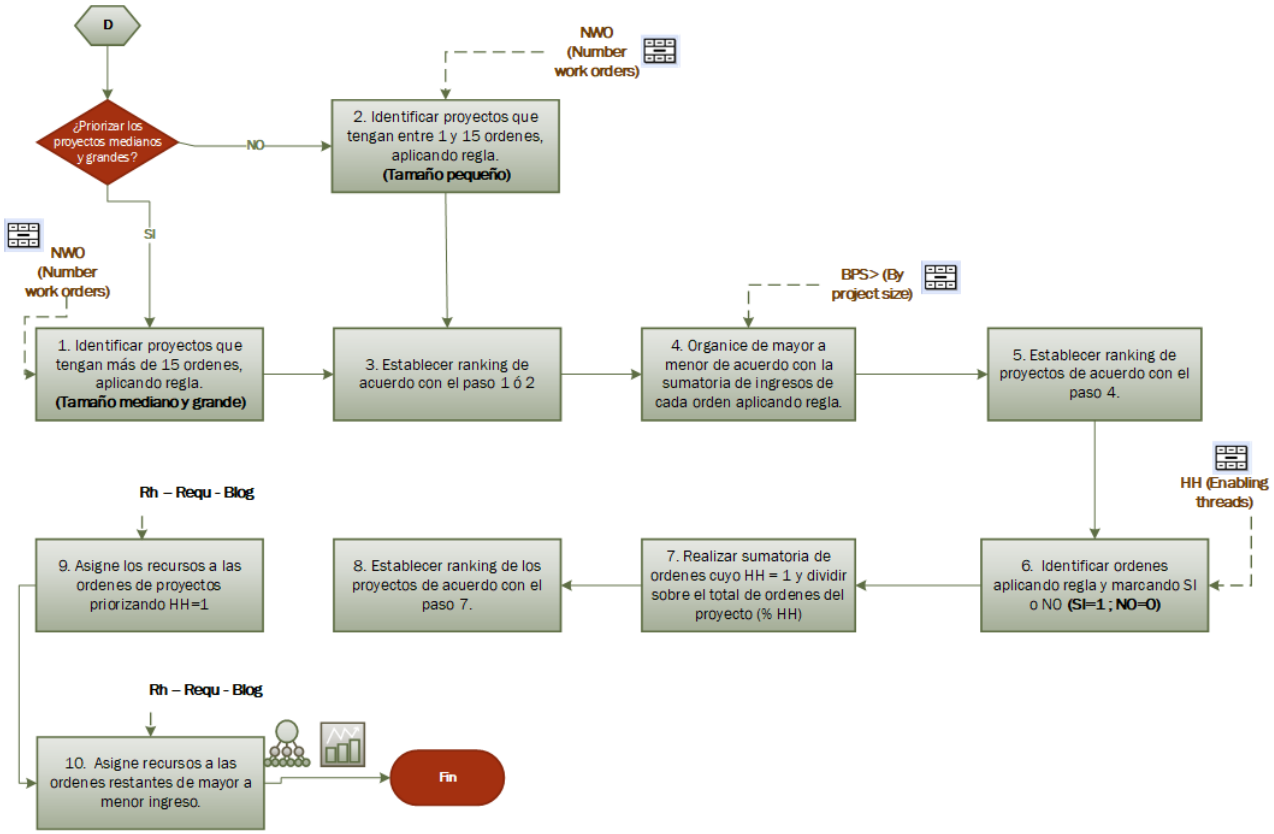
Fuente: Autor

En función del Alcance

El siguiente algoritmo muestra la secuencia de pasos para aplicar las reglas propuestas y asignar los recursos en función del alcance del proyecto en términos de cantidad de ordenes o valor de ingreso generado por este. Ver figura 16.

Figura 16.

Algoritmo para asignar recursos en función del alcance del proyecto



Fuente: Autor

3.5.7 EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO E IMPACTO DEL MODELO DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS POR MEDIO DE TECNICAS DE SIMULACIÓN

En la etapa de evaluación del modelo de asignación de recursos se contemplan las siguientes estapas a tener en cuenta durante el proceso de recopilación, tratamiento y analisis de información.

FASE 1 Recopilación de información

A continuación, se realiza una descripción de la cantidad de proyectos por órdenes de proyecto lo anterior como entrada inicial para las variables de estudio.

Teniendo en cuenta lo siguiente se realiza la clasificación tanto por cantidad de ordenes como recurrente:

$\boldsymbol{T_{ots}}$: $Tamaño\ del\ \ proyecto\ en\ cantidad\ de\ ordenes\ de\ trabajo$

- $\boldsymbol{T_{Pots}}$: $Proyecto\ pequeño\ 0 \geq x\ \leq 15\ Servicios$
- $\boldsymbol{T_{Mots}}$: $Proyecto\ mediano\ 16 \geq x\ \leq 30\ Servicios$
- $\boldsymbol{T_{Gots}}$: $Proyecto\ grande\ \geq 31\ Servicios$

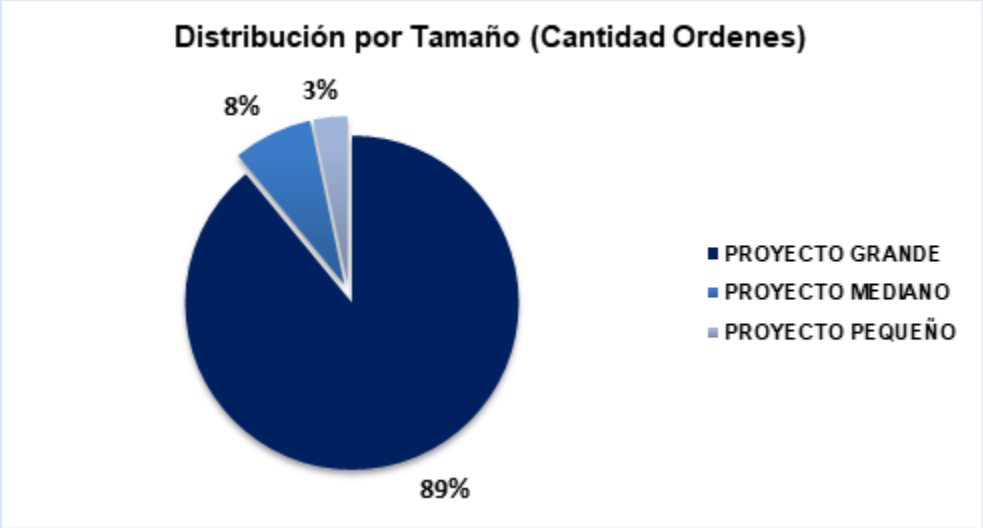
Tabla 47. *Clasificación por tamaño*

Tamaño Proyecto (Cant. ordenes)	Cantidad de Ordenes	% Cant de ordenes
Proyecto Grande	12971	89,62%
Proyecto Mediano	1048	7,24%
Proyecto Pequeño	455	3,14%
Total, general	**14474**	**100,00%**

Fuente: autor

Figura 17.

Distribución por tamaño de proyecto



Fuente: Autor

De acuerdo con lo anterior, 40 proyectos correspondiente al 89,62% cuentan cada uno con más de 31 servicios por suministrar y son clasificados como proyectos grandes.

15 proyectos correspondiente al 7,24% cuentan cada uno entre 16 y 30 servicios por suministrar y son clasificados como proyectos medianos.

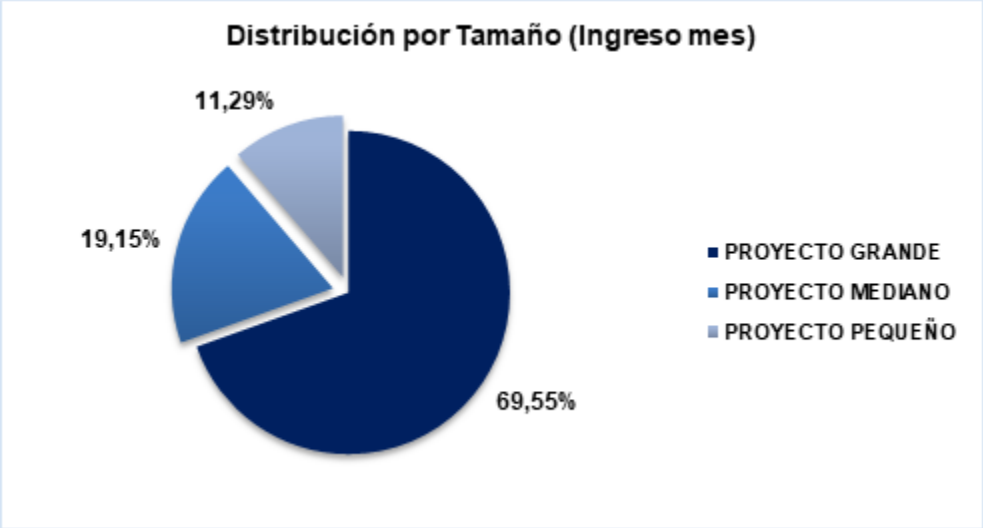
81 proyectos correspondiente al 3,14% cuentan cada uno con menos de 16 servicios por suministrar y son clasificados como proyectos pequeños.

$$\boldsymbol{IN}: Tamaño\ del\ \ proyecto\ por\ ingreso\ mensual$$

- $\boldsymbol{IN_P}: Proyecto\ pequeño\ \ 0 \geq x\ \leq 15\ SMLV$
- $\boldsymbol{IN_M}: Proyecto\ mediano\ 15.1\ SMLV \geq x\ \leq 50\ SLMLV$
- $\boldsymbol{IN_G}: Proyecto\ grande\ \geq 50\ SMLV$

Figura 18.

Distribución por tamaño (Ingreso mes)



Fuente: Autor

De acuerdo con lo anterior, 17 proyectos correspondiente al 69,55% generan cada uno un ingreso recurrente mayor a 50 SMLV y se encuentran clasificados entre los proyectos grandes.

20 proyectos correspondiente al 19,15% generan cada uno entre 15,1 y 50 SMLV de ingreso recurrente y se encuentran clasificados entre los proyectos mendianos.

100 proyectos correspondiente al 11,29% generan cada uno entre 0.1 y 15 SMLV de ingreso recurrente y se encuentran clasificados entre los proyectos pequeños.

Variables de Entrada

A continuación, se determinan las variables de entrada para aplicar el modelo de simulación Montecarlo como método de prueba para los enfoques de asignación propuestos (Social, ingreso – costo y riesgo) versus la asignación natural de los proyectos que para este caso es FIFO (First in first out).

Teniendo en cuenta el tratamiento de información de la muestra tomada en la cual algunos datos son confidenciales se determinan las siguientes variables de entrada y su probabilidad estimada de ocurrencia para evaluación del modelo con sus diferentes enfoques de asignación versus la asignación FIFO la cual es la más utilizada en la asignación de recursos para el aprovisionamiento de servicios de teleocmunicaciones.

En la tabla 48 se muestran las probabildiades de ingreso de proyectos por tamaño y alcance, pequeño, mediano y grande de cuerdo con lso intervalos definidos en el modelo.

Tabla 48. Probabilidad por tamaño de proyecto

Tamaño	Probabilidad
Pequeño	0,1
Mediano	0,6
Grande	0,3

Fuente: Autor

A continuación, se muestra la probabilidad de ingreso de ordenes de proyecto por detemrinado cliente, ver tabla 49.

Tabla 49. Probabilidad por cliente

Cliente	Probabilidad
CL-001	0,36
CL-011	0,24
CL-019	0,04
CL-021	0,04
CL-036	0,04
CL-041	0,04
CL-119	0,24

Fuente: Autor

En la tabla 50 se muestra la probabilidad de ingreso de órdenes de proyecto para cliente o que se encuentran en los siguientes sectores económicos.

Tabla 50. Probabilidad por Sector Económico

Sector	Probabilidad
Agroindustrial	0,16
Banca y Finanzas	0,12
Educativo	0,2
Manufacturero	0,2
Salud	0,16
Social	0,16

Fuente: Autor

En la siguiente tabla se muestran las probabilidades del impacto que generara el aprovisionamiento de un servicio en determinado sector y/o comunidad. Ver tabla 51.

Tabla 51. Probabilidad por impacto

Impacto	Probabilidad
Bajo	0,35
Medio	0,45
Alto	0,2

Fuente: Autor

A continuación, en la tabla 52 se muestran las probabilidades de que una orden de proyecto tenga habilitación de hilos o medio de trasmisión existente el cual agilice la entrega de un servicio, esta variable de entrada es de vital importancia dentro de todos los enfoques de asignación propuestos.

Tabla 52. Probabilidad por Hilos Existentes

Habilitación Hilos	Probabilidad
No	0,4
Si	0,6

Fuente: Autor

En la tabla 53 se muestra la probabilidad de entrega de órdenes de proyecto de acuerdo con los niveles de servicio pactados con cliente, en este caso se relacionan los siguientes en términos de días para cumplir con la entrega de un servicio.

Tabla 53. Probabilidad por SLA

Acuerdo Servicio (SLA) días	Probabilidad
10	0,25
15	0,35
20	0,15
30	0,1
45	0,1
60	0,05

Fuente: Autor

A continuación, se muestra la probabilidad de ocurrencia del impacto que puede generar un determinado riesgo que se asume o no se identifica dentro del aprovisionamiento de un proyecto. Ver tabla 54, esta variable es de alta importancia en la asignación bajo el enfoque de gestión del riesgo.

Tabla 54. Probabilidad por Nivel de Impacto

Impacto	Probabilidad
1	0,4
3	0,25
5	0,15
7	0,1
9	0,1

Fuente: Autor

En la tabla 55 se muestra las variables referentes a la cantidad de ordenes que pueden ingresar y que conforman un proyecto y de acuerdo con la cantidad se clasificarían en pequeño, media y grande bajo el enfoque de asignación por alcance.

Tabla 55. Cantidad de Ordenes Asignadas

Número de Ordenes	
11	15
16	25
26	40

Fuente: Autor

A continuación, se muestra la probabilidad de ingreso de órdenes de trabajo, se toma el año 2022, sin embargo, podría ser cualquier otro año. Ver tabla 56.

Tabla 56. Probabilidad de Ingreso de Órdenes de Proyecto por Año

Año	Probabilidad
2022	0,4
2023	0,4
2024	0,2

Fuente: Autor

La tabla 57 muestra la probabilidad de ocurrencia de que ingrese una orden de proyecto en la cual el servicio se aprovisiones en cada uno de los siguientes estratos socioeconómicos, esta variable es usada para la asignación bajo el enfoque social.

Tabla 57. Probabilidad de Ingreso de Ordenes por Estrato Socioeconómico

Estrato	Probabilidad
Uno	0,1
Dos	0,3
Tres	0,2
Cuatro	0,2
Cinco	0,2

Fuente: Autor

En la tabla 58 se muestra la probabilidad de ocurrencia de uso de mano de obra local en comunidades donde se aprovisiona el servicio, esta variable tiene relevancia en la asignación bajo el enfoque social.

Tabla 58. Probabilidad de uso de Mano de Obra Local

Labor Local	Probabilidad
No	0,4
Si	0,6

Fuente: Autor

En la tabla 59 se muestra la probabilidad que se garantice el aprovisionamiento en los proyectos de suministro de telecomunicaciones.

Tabla 59. Probabilidad de Garantía

Aprovisionamiento Garantía	Probabilidad
No	0,48
Si	0,52

Fuente: Autor

A continuación, en la tabla 60 se muestra la probabilidad de riesgo materializado en las ordenes de proyecto y el cual genere retraso en la entrega y cumplimiento de esta.

Tabla 60. Probabilidad de Riesgo

Riesgo	Probabilidad
0,1	0,15
0,2	0,25
0,3	0,2
0,4	0,15
0,5	0,1
0,6	0,08
0,7	0,07

Fuente: Autor

Modelo de simulación, variables de salida y resultados.

El modelo de simulación usado para la prueba es el de MONTECARLO el cual predice diferentes resultados de un escenario propuesto y el cual depende las variables de entrada y su probabilidad, Dicho modelo estima diferentes corridas o simulaciones.

A continuación, se muestran 10 corridas de simulación en las cuales se pretender realizar la prueba de la asignación real de órdenes de proyecto versus los enfoques de asignación (social, Ingreso -costo y riesgo) determinados bajo las diferentes reglas de asignación propuestas descritas en los capítulos anteriores.

En este caso, la prueba para comparar el modelo está basado en el ingreso acumulado que generan las ordenes de proyectos de acuerdo con su prioridad y orden de asignación y que en los servicios de telecomunicaciones son de vital importancia adelantarlos en el tiempo y generar anticipación de ingresos a la entidad o compañía encargada de suministrar estos servicios de telecomunicaciones.

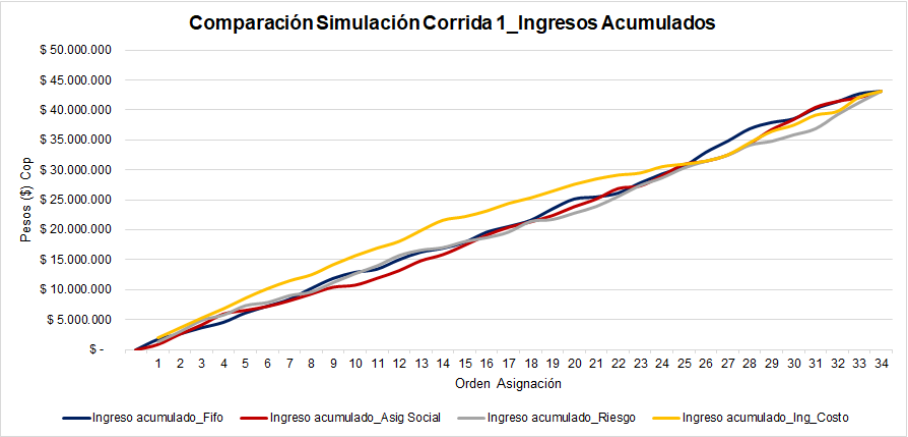
En la figura 19 se puede observar el resultado de la corrida 1 de simulación la cual representa los valores acumulados de ingreso de 34 órdenes de proyecto con los algoritmos propuesto de asignación bajo los enfoques en función del impacto social, tiempo/ riesgo e Ingreso/ costo versus asignación FIFO (*first in - first out*).

En los siguientes resultados se pretende comparar en cuál de los algoritmos de asignación se logra anticipar los ingresos mensuales que genera el aprovisionamiento de un servicio de telecomunicaciones a través de una orden de proyecto versus el orden de asignación de recursos en cada orden, se aclara que se toman valores estimados de ingreso del servicio.

En la figura 19 se puede evidenciar que el algoritmo de asignación bajo el enfoque de **Ingreso – Costo** genera un mejor comportamiento, si el objetivo es anticipar los ingresos mediante la asignación de recursos, por ejemplo, en la asignación del orden 14 a 22 se observa ingreso acumulado mayor que los demás algoritmos.

Figura 19.

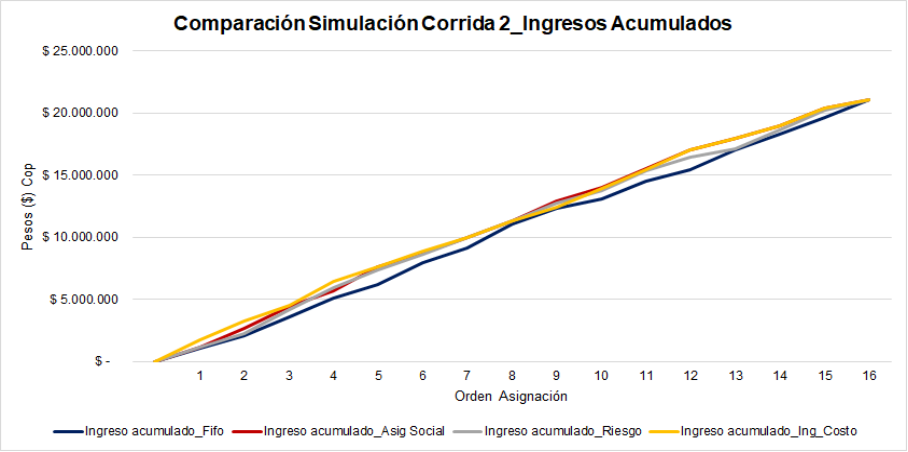
Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 1



En la figura 20 podemos observar en que en el orden 8 y 9 el algoritmo bajo el enfoque de asignación social genera un mejor comportamiento por encima de los demás, el cual además de tener como prioridad las variables socioeconómicas de las comunidades o poblaciones también genera un adelanto del ingreso mensual.

Figura 20.

Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 2



Para el caso de la corrida 3 en la figura 21 se puede observar que en el orden de asignación 11 al 17 los algoritmos propuestos (Social, riesgo - tiempo e ingreso - costo) tienen un mejor comportamiento que la asignación natural FIFO la cual es común para asignar recursos en el sector de telecomunicaciones.

En la figura 22 se evidencia que a partir del orden de asignación 18 al 24 el algoritmo ingreso costo y de asignación social tienen mejor comportamiento que los demás.

Figura 21.

Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 3

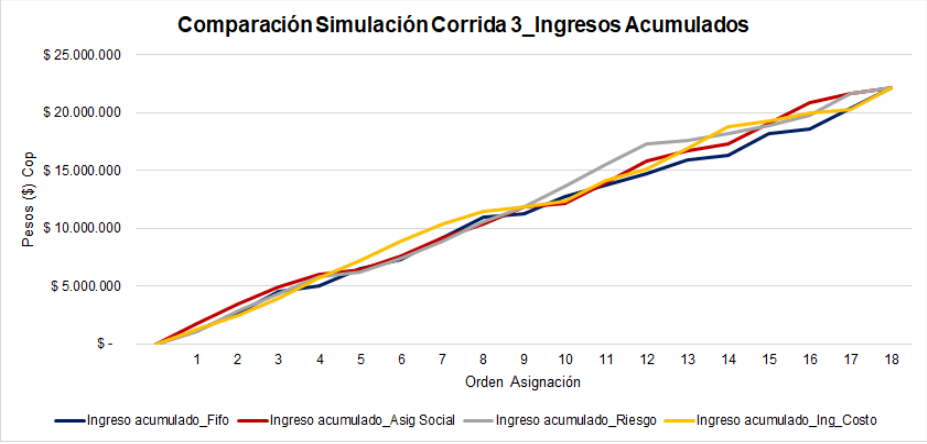
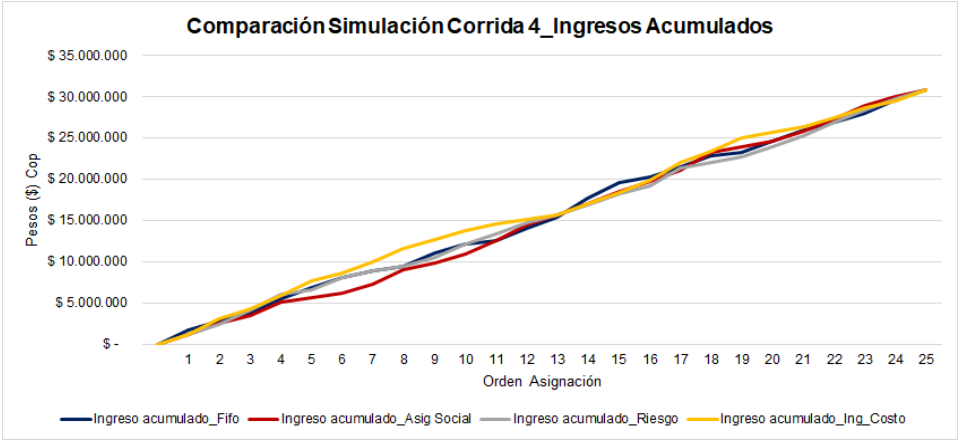


Figura 22.

Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 4



A continuación, en la simulación 5 se puede observar que el orden de asignación que generan los algoritmos del 6 al 31 bajo los enfoques propuestos tienen un mejor comportamiento en el adelanto de ingresos que el FIFO.

En la Corrida de simulación 6 bajo la asignación del algoritmo bajo enfoque social se observa un mejor comportamiento en el orden 16 y 17 comparado con los demás algoritmos. Ver figura 24.

Figura 23.

Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO – Corrida 5

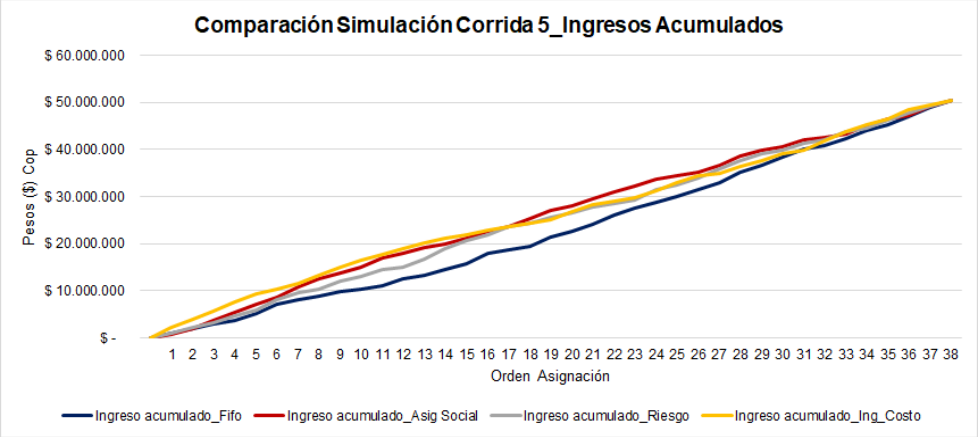
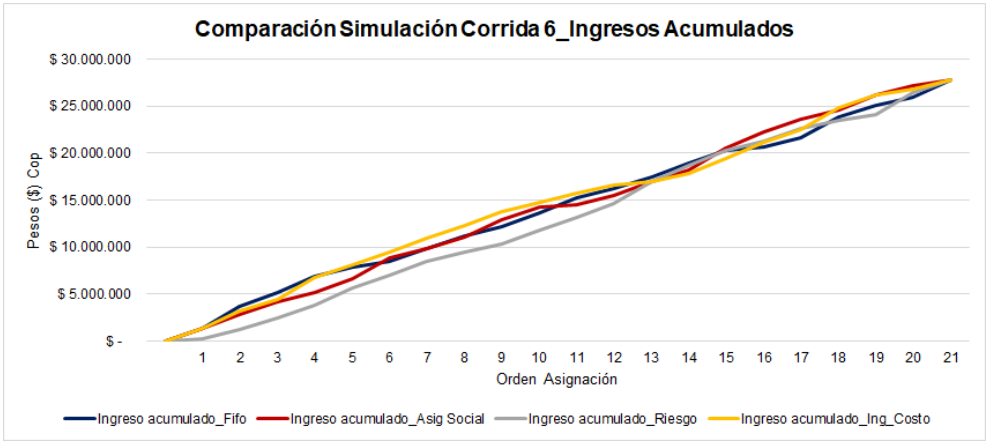


Figura 24.

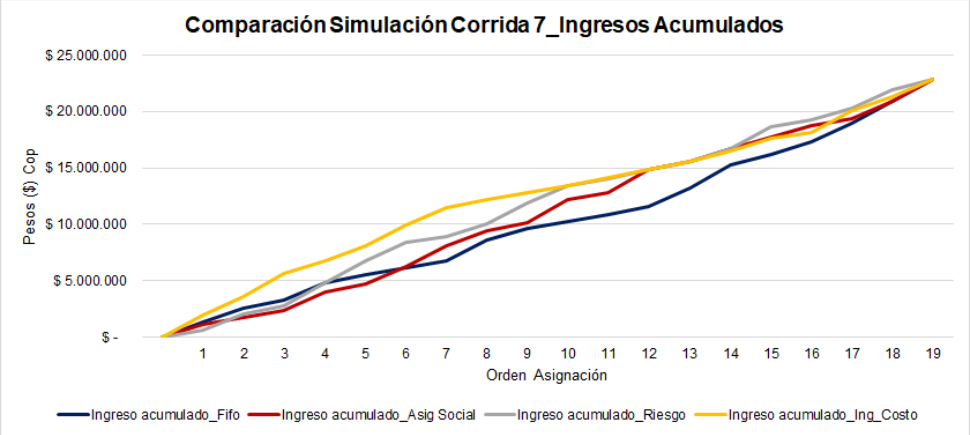
Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO – Corrida 6



En la figura 25 se puede observar que le rendimiento de asignación de los algoritmos propuestos tienen mejor comportamiento que el FIFO durante la asignación del orden 7 al 17.

Figura 25.

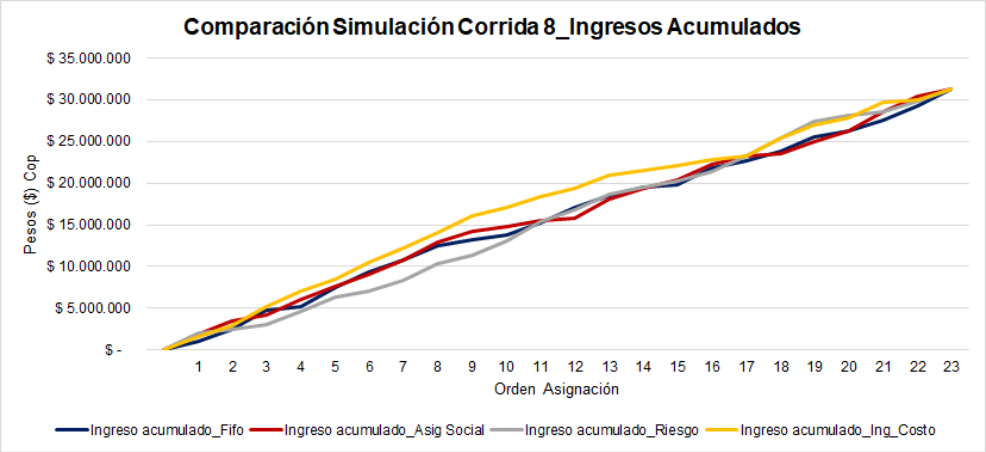
Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 7



En la figura 26 durante todas las asignaciones se observa un mejor comportamiento del algoritmo ingreso-costo y riesgo-tiempo sobre el FIFO y social.

Figura 26.

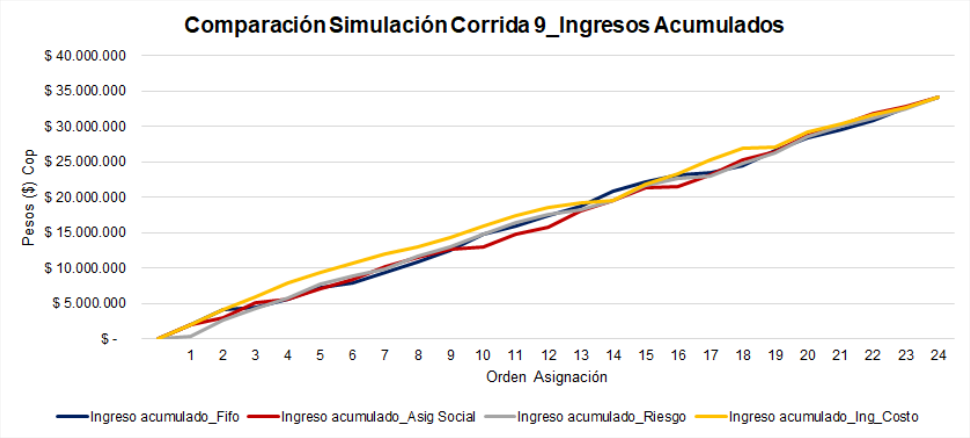
Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 8



A continuación, se observa que en la corrida 9 el algoritmo de asignación bajo el enfoque costo presenta mejor rendimiento en el orden de asignación descrito. Ver Figura 27.

Figura 27.

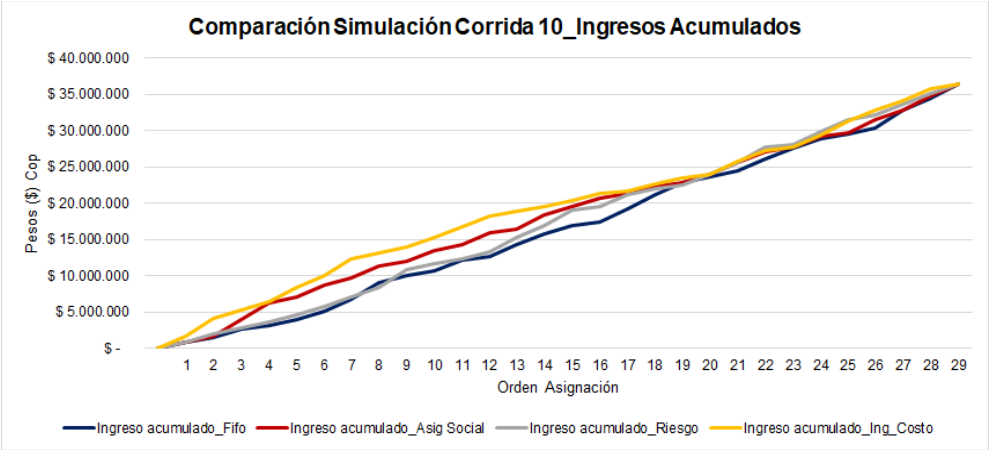
Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO – Corrida 9



En la figura 28, se puede observar que los algoritmos propuestos generan tienen un mejor comportamiento en la asignación de recursos teniendo en cuenta como medida de desempeño y objetivo el adelanto de los ingresos que se reciben por cada orden de proyecto, se puede observar mejores resultados acumulados desde el orden 1 al 19 por encima de la asignación natural FIFO.

Figura 28.

Comparación Algoritmos propuestos versus Prioridad FIFO - Corrida 10



Teniendo en cuenta lo anterior, se observa en las diferentes simulaciones un mejor rendimiento en el funcionamiento de asignación de recursos de los algoritmos propuestos bajo los enfoques de Ingreso - costo, social y riesgo - tiempo versus la asignación natural FIFO.

De acuerdo con el análisis y la simulación anterior, se realiza la evaluación en pro de las reglas de cada algoritmo y se observa que además de tener una prioridad en las características sociales de las comunidades, disminución del riesgo, rentabilidad, también aportan en el adelanto de los ingresos generando impacto financiero si se tiene en cuenta que por cada servicio aprovisionado el cliente inicia a facturar una vez se haya finalizado la entrega de la orden.

CAPITULO 5

5.1 CONCLUSIONES

En este proyecto de investigación se diseñó un modelo compuesto de algoritmos y un sistema de reglas para la asignación de recursos compartidos en proyectos del sector de las telecomunicaciones, el cual logra establecer procedimientos claros en la asignación de estos bajo 4 enfoques fundamentales: **I)** asignación en función del impacto social, **II)** asignación en función del tiempo y factor de riesgo el cual asegura los tiempos de entrega y compromisos contractuales, identificando el factor de riesgo y minimizando su impacto. **III)** ingreso - costo enfocando esfuerzos en el adelanto de ingresos y disminución de costes de operación e inventario y finalmente **IV)** alcance del proyecto. Lo anterior, encaminado al cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Una de las funciones principales de la asignación es la enfocada en el impacto social, la cual genera una prioridad de asignación basada características de la comunidad y las condiciones de vida socioeconómicas de la población que usara el servicio final.

En términos específicos, en la presente investigación se identificaron los factores influyentes de asignación de los recursos humanos, lógicos, equipos e infraestructura durante las fases de iniciación, preparación, ejecución, seguimiento y cierre en el ciclo de vida de un proyecto de telecomunicaciones para el suministro de servicios de telefonía, internet y datos.

Se identificaron los puntos críticos y factores influyentes en la asignación de los recursos durante cada una de las fases del proyecto, tales como, fase de iniciación: demora en los cierres de *Kickoff*, presupuestos limitados y variaciones en el alcance. En la fase de preparación y ejecución factores como construcción de cronogramas, desempeño del recurso humano, entorno social, contratación, rotación del personal, disponibilidad de equipos y gestión de riesgos y finalmente en la fase de cierre factores como: solicitud de personal para otros proyectos y demora en los criterios de aceptación por parte del cliente.

Se diseño un algoritmo que establece un procedimiento para asignar recursos de acuerdo con un conjunto de reglas en función del impacto social, el cual tiene como prioridad identificar y tener en cuenta las características propias de la comunidad y las condiciones de vida socioeconómicas de dicha población donde se desarrollará el proyecto y se prestará el servicio, en el cual, se prioriza el sector y estrato socioeconómico, el nivel de impacto que tendrá el servicio y el uso de mano de obra local en las actividades del proyecto.

Se diseño un algoritmo que establece un procedimiento claro y preciso para asignar recursos basado en un conjunto de reglas en función del tiempo y factor de riesgo, en el cual se priorizan las ordenes de proyecto con fechas de creación antiguas, fechas de compromiso de entrega del servicio, nivel o acuerdos de servicio pactados con el cliente, medios de transmisión existentes y gestión del riesgo en términos de probabilidad de ocurrencia e impacto.

Se diseño un algoritmo que establece un procedimiento para asignar recursos basado en un conjunto de reglas en función del ingreso y costo generado por el proyecto, el cual prioriza la asignación teniendo en cuenta el ingreso mensual generado por el servicio, la inversión en infraestructura (*CAPEX*), los costos de mantener y dar soporte al servicio a lo

largo del tiempo (*OPEX)*, el *lead time* de equipos y la rentabilidad del proyecto y servicio suministrado.

Se diseño un algoritmo que establece un procedimiento para asignar recursos basado en un conjunto de reglas en función del alcance del proyecto, el cual tiene en cuenta la cantidad de ordenes generadas en el sistema y el tamaño del proyecto en términos de ingresos generados.

Se evalúa por medio de técnica de simulación Montecarlo el comportamiento del modelo bajo los enfoques propuestos, social, tiempo, riesgo, ingreso, de acuerdo con los resultados y análisis evidenciados se concluye desde la medida de desempeño de ingreso que el modelo aparte de priorizar cada criterio logra generar un adelanto de ingresos versus la asignación tradicional FIFO, en términos concretos y desde el sector de telecomunicaciones este adelanto genera un impacto positivo en la rentabilidad del proyecto y recuperación de la inversión en el tiempo.

5.2 PRINCIPALES APORTES AL CAMPO DE CONOCIMIENTO

La presente investigación logra aportar desde los siguientes puntos de vista:

Desde el ámbito de los resultados teóricos genero nuevo conocimiento y aporto 4 algoritmos y procedimientos claros basados en un sistema y conjunto de 18 reglas para la asignación y despacho de recursos en los proyectos de telecomunicaciones, lo anterior, como herramienta de apoyo en la toma de decisiones, la cual puede ser usada por las organizaciones y lideres, tales como, gerente, administrador, director, *controller's* del proyecto, entre otros.

De la misma manera, aporta material teórico de alto impacto para nuevos enfoques e investigaciones, el cual puede ser consultado y usado por académicos, investigadores y empresas propias del sector de las telecomunicaciones u otros sectores que consideren adaptar a sus necesidades y problemas de asignación el modelo propuesto.

Desde el ámbito e impacto social aporta un modelo de asignación de recursos que beneficia y prioriza los sectores más vulnerables, generando la transformación digital de comunidades menos favorecidas.

5.3 RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El presente proyecto de investigación puede desencadenar trabajos en varias líneas de investigación tales como:

Aplicación de las reglas de asignación y despacho en otras organizaciones y sectores económicos, por ejemplo, aplicación de reglas en el sector Logistico, de construcción, fabricación, desarrollo de software, entre otros.

Por otra parte, se podrían proponer nuevos enfoques diferentes a los descritos o la combinación de estos con el objetivo de fortalecer la asignación, por ejemplo, desde el punto de vista del sector energético, condiciones ambientales, condiciones legales y/o políticas organizacionales y gubernamentales.

Finalmente, los algoritmos propuestos se podrían diseñar y desarrollar en software o aplicaciones digitales que faciliten la asignación y la toma de decisiones por parte del equipo de proyecto en el menor tiempo posible, así mismo, un cálculo en la proyección de resultados que este pueda generar para el control y seguimiento del proyecto.

REFERENCIAS

Alcaraz, J., & Maroto, C. (2001). Un algoritmo genético robusto para la asignación de recursos en la programación de proyectos. (Springer, Ed.) *Annals of Operations Research, 102*(1-4), 83-109. doi:https://doi-org.bdigital.udistrital.edu.co/10.1023/A:1010949931021

Ampuero, M. A., & Peña, M. G. (2010). *UN SISTEMA DE SOPORTE A LA DECISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS HUMANOS A EQUIPOS DE PROYECTOS DE SOFTWARE*. Recuperado el 5 de 9 de 2021, de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3076897.pdf

Anwar, Z., Bibi, N., & Ahsan, A. (2013). Expertise based skill management model for effective project resource allocation under stress in software industry of Pakistan. En IEEExplore (Ed.), *International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering* (págs. 509-513). Xi'an: IEEExplore. doi:10.1109 / ICIII.2013.6702986

Arias Bareño, E. O. (7 de Marzo de 2020). Integración de Lean, Design Thinking y Agile en la gestión de proyectos. *Signos, Investigación en Sistemas de Gestión*, 161-174. doi:https://doi.org/10.15332/24631140.5942

Ballestín González, F. &. (2002). *Nuevos métodos de resolución del problema de secuenciación de proyectos con recursos limitados.* València: Universitat de València: Tesis Doctoral.

Balouka, N., & Cohen, I. (2021). A robust optimization approach for the multi-mode resource-constrained project scheduling problem. *European Journal of Operational Research, 291*(0377-2217), 457-470. doi:https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.09.052

Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., & Mazzuto, G. (2017). Timed coloured petri nets and project management applications. *Proceedings of the Summer School Francesco Turco*

(págs. 251-256). Palermo: AIDI - Italian Association of Industrial Operations Professors.

Boctor, F. F. (1996). A new and efficient heuristic for scheduling projects with resource restrictions and multiple execution modes. *European Journal of Operational Researc*, 349-361.

Bouleimen, K., & Lecocq, H. (2003). A new efficient simulated annealing algorithm for the resource-constrained project scheduling problem and its multiple mode version. *European Journal of Operational Research*, 268-281.

Cameiro, L., Silva, A., & Alencar, L. (16-19 de Diciembre de 2018). Scrum Agile Project Management Methodology Application for Workflow Management: A Case Study. *IEEE Xplore*. doi:https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607356

Canonico, P. &. (2010). *Getting control of multi-project organizations: Combining contingent control mechanisms.* International Journal of Project Management.

Carvalho, M., & Rabechini Jr, R. (2011). Fundamentos em Gestão de Projetos. Atlas.

Carvalho, Marioca;. (2013). An Overview of the literature on Technology Roadmapping (TRM): Contributions and Trends Technol. *Forecast. Soc. Change*, 132.

Celkevicius, R., & Russo, R. F. (2018). An integrated model for allocation and leveling of human resources in IT projects. (E. G. Ltd., Ed.) *International Journal of Managing Projects in Business*(17538378). doi:10.1108 / IJMPB-09-2016-0074

Chen, A. H.-L., Lian, Y. C., & Padilla, J. D. (2017). Using discrete Differential Evolution and entropy to solve the MRCPSP. *2017 IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2017 - Proceedings* (págs. 2437-2442). Donostia: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. doi:https://doi-org.bdigital.udistrital.edu.co/10.1109/CEC.2017.7969600

Chen, J., Yun, C., & Wang, Z. (2009). Multi-dimensional Model Method for the Human Resource Allocation in Multiproject. *4*, 364-366. doi:https://doi-org.bdigital.udistrital.edu.co/10.1109/ICIII.2009.547

Chiang, H. Y., & Lin, M. B. (2020). A Decision Model for Human Resource Allocation in Project Management of Software Development. (IEEE, Ed.) *IEEE Access, 8*, 38073 - 38081. doi:https://doi-org.bdigital.udistrital.edu.co/10.1109/ACCESS.2020.2975829

Contraloría General de la república. (2017). *Los OCAD y la gestión por proyectos.* Contraloría General de la república, Cundinamarca, Bogotá. Obtenido de https://www.uexternado.edu.co/wp-content/uploads/2018/04/ocad.pdf

Dalcher, D. (2012). The nature of project management: A reflection on The Anatomy of Major Projects. *International Journal of Managing Projects in Business*.

Demeulemeester, E., & Herroelen, W. (2002). *PROJECT SCHEDULING A Research Handbook.* Boston : Kluwer Academic Publishers.

Dvir, D., Shenhar, A., & Levy, O. (2009). Project Success: A Multidimensional Strategic Concept. Long Range Planning, Vol. 34.

Edwards, P. J. (2009). Managing Project Uncertainty. *International Journal of Managing Projects in Business*.

Ellatar, S., & Mohamed, S. (2009). Towards Developing an Improved Methodololy for Evaluating Performance and Achieving Success in Construction Projects. Scientific Research and Essay, Vol 4. n. 6, June.

Fu, C., & Wang, H. (1996). Fuzzy resource allocations in project management when insufficient resources are considered. *Actas del Simposio Asian Fuzzy Systems* (págs. 290-295). Kenting: IEEE. doi:https://doi-org.bdigital.udistrital.edu.co/10.1109/AFSS.1996.583615

Gómez, Y. C., & González, A. H. (2006). *HERRAMIENTAS AUTOMATIZADAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS*. Recuperado el 5 de 9 de 2021, de http://redalyc.org/articulo.oa?id=360433561006

González Redondo, M. J. (2013). La Lógica Fuzzy y su Aplicación en la Limitación de Recursos . *Escuela Técnica Superior Ingenieria de Edificación*, 5.

Gonzalez, L., Kalenatic, D., & Moreno, K. (2012). *Metodología integral y dinámica aplicada a la programación y control de proyectos.* Revista Facultad de Ingenieria.

Guerrero Chanduvi, D. (Marzo de 2018). TIPOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS. *Universidad de Piura*, 26.

Hillier, F., & Lieberman, G. (2014). *Introducción a la Investigación de Operaciones.* McGraw Hill.

Ibañez, J. M. (2016). EVALUAR EL IMPACTO DEL USO DE REGLAS DE PRIORIDAD PARA LA SECUENCIACIÓN DE RECURSOS Y ACTIVIDADES EN LA DURACIÓN GLOBAL DE MÚLTIPLES PROYECTOS DE CONVENIO DE OBRA. CASO DE DISTRIBUIDOR DE ENERGÍA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ. *Universidad Dsitrital "Francisco Jose de Caldas"*, 6.

Infante, C. (2010). *Guía para la presentación de proyectos de investigación.* Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Jerbrant, A. (2013). Organising project based companies: Mnagement, control and execution of project- based industrial operatiions. *International Journal of Managing Projects in Bussines*, 12.

Katz, R. (2010). ICT Impact on development: a Latin American perspective on meeting the economic challenges.

Kerzner, H. (2011). Gerenciamento de Projetos: Uma Abordagem Sistêmica Para Planejamento, traduzido por João Gama e Joyce Prado. São Paulo: Blucher.

Kieling, E. J., Rodrigues, F. C., & Filippetto, A. (2019). Smartalloc: A model based on Machine Learning for human resource allocation in projects. *Proceedings of the 25th Brazillian Symposium on Multimedia and the Web, WebMedia 2019* (págs. 365 - 368). Rio de Janeiro: Association for Computing Machinery, Inc. doi:10.1145/3323503.3360643

Kieling, E. J., Rodrigues, F. C., Filippetto, A., & Barbosa, J. L. (2021). Human resource allocation in projects: A systematic mapping study. (I. Publishers, Ed.) *International Journal of Business Information Systems, 37*(37), 505-521. doi:10.1504/ijbis.2021.116999

Klein, R. (2000). *Scheduling of resource-constrained projects.* research/computer cience interfaces series.

Klerides, E., & Hadjiconstantinou, E. (2010). A decomposition-based stochastic programming approach for the project scheduling problem under time/cost trade-off settings and uncertain durations. *Computers & Operations Research*(0305-0548), 2131-2140. doi:https://doi.org/10.1016/j.cor.2010.03.002

Kolisch, R., & Padman, R. (2001). An integrated survey of deterministic project Scheduling. *Omega the international journal of management Science*.

Lakshmi, T. C., & Ramakrishna, R. A. (2015). Resource allocation in project scheduling application of AHP. (R. I. Publications, Ed.) *International Journal of Applied Engineering Research, 10*, 20403-20414. Recuperado el 16 de Septiembre de 2021

Lester, E. (2017). *Project Management, Planning and Control* (Septima ed., Vol. 7 Edition). (B. Guerin, Ed.) United Kingdom, United Kingdom, United Kingdom: Elsevier Butterworth Heinemann. Recuperado el 5 de Septiembre de 2020, de https://books.google.com.co/books?id=17_kDAAAQBAJ&pg=PA1&lpg=PA1&dq=-5).+doi:+https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102020-3.00001-2&source=bl&ots=TPyopPh4RG&sig=ACfU3U0aHrh9UCVtP70yDtBny4C0vOF9Sw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjy-8XTiOnyAhXmSzABHWh0BbwQ6AF6BAgCEAM#v=

Leung, J.-T. (2004). *Handbook of SCHEDULING - Algorithms, Models, and Performance Analysis.* (J. Y.-T. Leung, Ed.) New York, United States of America: Chapman and Hall/CRC.

Leus, R., & Herroelen, W. (2004). Stability and resource allocation in project planning. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers), 36*, 667-682. doi:DOI: 10.1080 / 07408170490447348

Machado, F. J., & Martens, C. D. (2014). PROJECT MANAGEMENT SUCCESS: A BIBLIOMETRIC ANALISYS . *Revista de Gestão e Projetos - GeP*, 30.

Madadi, M., & Iranmanesh, H. (2012). *A management oriented approach to reduce a project duration and its risk (variability).* European Journal of Operational Research, 219(3), 751–761. http://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.01.006.

Markou, C., Koulinas, G. K., & Vavatsikos, A. P. (Enero de 2017). Project resources scheduling and leveling using Multi-Attribute Decision Models: Models implementation and case study. (Elsevier, Ed.) *Expert Systems with Applications*, 160-169. doi:https://doi-org.bdigital.udistrital.edu.co/10.1016/j.eswa.2017.01.035

Markus Hällgren, A. N. (2012). Relevance lost! A critical review of project management standardization. *International Journal of Managing Projects in Business*.

Martinez, E., & Escudey, M. (1997). Evaluación y decisión multicríterio: reflexiones y experiencias. *Universidad Santiago de Chile*.

Mendez Giraldo, G. (2011). *Programación de tareas SCHEDULING* (Primera ed., Vol. 1). Bogotá: Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico - CIDC Universidad Distirtal Francisco Jose de Caldas.

Ministerio de Ciencia Tecnologia e Innovación. (2020). *Minciencias.* Obtenido de Minciencias: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/guia_formulacion_proyectos.pdf

Mori, M., & Tseng, C. C. (1997). A genetic algorithm for multi-mode resource constrained project scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 134-141.

Morris|, P. W. (2010). Research and the future of project management. *International Journal of Managing Projects in Business*.

Patterson, J. H., Talbot, F. B., Slowinski, R., & Weglarz, J. (1990). Computational experience with a backtracking algorithm for solving a general class of precedence and resource-constrained scheduling problems. *European Journal of Operational Research*, 68-79.

Pinedo, M. (2012). *Scheduling Theory, Algorithms, and Systems* (Third ed.). New York, New York, United States of America: Springer. doi:0.1007/978-0-387-78935-4

PMI, Project Management Institute. (2013). A guide to the project management body of knowledge 5th. Sao Paulo.

Project Management Institute. (2008). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge.* PMBOK Guide). Management (Vol. 1).

Project Management Institute. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos sexta edición* (Vol. 6). (I. Project Management Institute, Ed.) Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.

Project Management Institute. (2021). *El estándar para la dirección de proyectos e Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) Séptima edición* (Vol. 7). (P. M. Institute, Ed.) Pennsylvania, Newtown Square, United States: Project Management Institute.

Project Management Institute, Inc. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) Sexta edición* (6 ed.). (P. M. Institute, Ed.) Pennsylvania, Newtown Square, United States: Project Management Institute. Recuperado el 5 de septiembre de 2021

Radujković, M., & Sjekavica, M. (19-22 de June de 2017). Project Management Success Factors. *ScienceDirect*, 1-9. doi:https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.048

Ramírez Luz, R. (2017). *Gestión de proyectos de instalaciones de telecomunicaciones* (Paraninfo ed., Vol. Volumen 1). (C. Lara Carmona, Ed.) Madrid, España: Paraninfo. Recuperado el 5 de septiembre de 2021, de https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=NV9IDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=gestion+de+proyectos&ots=pYv0bIpeAn&sig=EQlEGfJ64CWgkbxyyGsTn0UyHcc&redir_esc=y#v=onepage&q=gestion%20de%20proyectos&f=false

Ramlogan, R. N., & Goulter, I. C. (1989). Mixed integer model for resource allocation in project management. (I. Gordon and Breack Science Publishers, Ed.) *Engineering Optimization, 15*(2), 97-111. doi:10.1080/03052158908941145

Reeves, C. R. (1996). Métodos de búsqueda heurística: una revisión. *Operational Research-Keynote Papers , Operational Research Society*, 122-149.

Restrepo Jimeno, M., & González , L. (2013). Modelo de asignación de recursos en proyectos de ayuda humanitaria, usando Gray Kidd y dinámica de sistemas. (U. d. Sabana, Ed.) *Labotim*, 8. Obtenido de http://www.labotim.cos.ufrj.br/CLAIO/025_claioxviicsmioiii201_submission_94.pdf

Rios, R. O. (2013). *MODELOS MATEMÁTICOS.* España Granada: UNIVERSIDAD DE GRANADA.

Rueda, F., & Gonzalez, L. (2009). Modelo para la Medición del impacto de la Variabilidad en Recursos Renovables para la Gestión de Proyectos. *Memorias Del 7o Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas*.

Samset, K., & Volden, G. H. (Febrero de 2016). Front-end defini-tion of projects: Ten paradoxes and some reflections regarding project management and project gover-nance. *International Journal of Project Management, 34*, 297-313. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.014

Santosh, B., Mihalis, M. G., Sabyasachee, M., & Ahmadreza, T. (Julio de 2020). Multidimensional resource allocation for freight transportation project planning and decision making. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 95-110. doi:https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.04.017.

Scott, C., Jefferson, T., & Jorjani, S. (2008). Geometric programming models for multiple resource allocation in project management. *International Journal of Operations and Quantitative Management*, 177-192.

Shohet, I. M., & Perelstein, E. (2004). Decision support model for the allocation of resources in rehabilitation projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 249-257. doi:10.10610733

Sonke, H. (1999). *Project Scheduling under Limited Resources. Models, Methods, and Applications.* Bielefeld: Springer - Verlag Berlin Heidelberg Gmbh.

Sprecher, A., Drexl, A., & Hartmann. (1998). Multi-mode resource-constrained project scheduling by a simple, general and powerful sequencing algorithm. *European Journal of Operational Research*, 431-450.

Turnquist, M. A., & Nozick, L. K. (March de 2004). A Nonlinear Optimization Model of Time and Resource Allocation Decisions in Projects With Uncertainty. (EMJ, Ed.) *EMJ - Engineering Management Journal, 16*, 40-49. doi:10.1080/10429247.2004.11415237

United Nations. (2010). Information Economy Report. *ConferenceonTradeandDevelopment.*

Vairam, S., Selladurai, K., & Raja, A. (2015). Bacterial foraging algorithm for resource constrained project scheduling. (R. I. Publications, Ed.) *International Journal of Applied Engineering Research, 10*(49), 606-611. Recuperado el 16 de Septiembre de 2021

Van, P., & Vanboucke, M. (2010). A genetic algorithm for the preemptive and non-preemptive multi-mode resource-constrained project scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 409-418.

Vergara Portela , R. (2006). *Desaroolo de los procesos de planeación y programación en el sector manufacturero de la PYME En Bogotá.* Bogotá: Universidad Libre.

Walker, D. H. (2009). About this issue – perceptions of project management in traditionally non-PM. *International Journal of Managing Projects in Business*.

Wang, D., Li, H., & Lu, Y. (2021). Factores que afectan los costos de transacción en megaproyectos: un análisis comparativo cualitativo. (E. P. Limited, Ed.) *Revista internacional de gestión de proyectos empresariales, 14*(6), 1245-1269. doi:https://doi.org/10.1108/IJMPB-08-2020-0267

White, A. S. (2011). *A control system project development model derived from System Dynamics.* International Journal of Project Management.

Wit, A. (1988). Measurement of Project Success. International Journal of Project Management.

Xu, D., Ye, Y., Lu, Y., & Deng, S. (2010). A Two-stage Stochastic Programming Model for Resource Allocation. En I. Xplore (Ed.), *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (págs. 656-660). Macao: IEEE. doi:https://doi-org.bdigital.udistrital.edu.co/10.1109/IEEM.2010.5674530

Yuan, Y., Ye, S., Lin, L., & Gen, M. (2021). Multi-objective multi-mode resource-constrained project scheduling with fuzzy activity durations in prefabricated building construction. *Computers & Industrial Engineering, 158*(0360-8352,), 1-16. doi:https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107316.

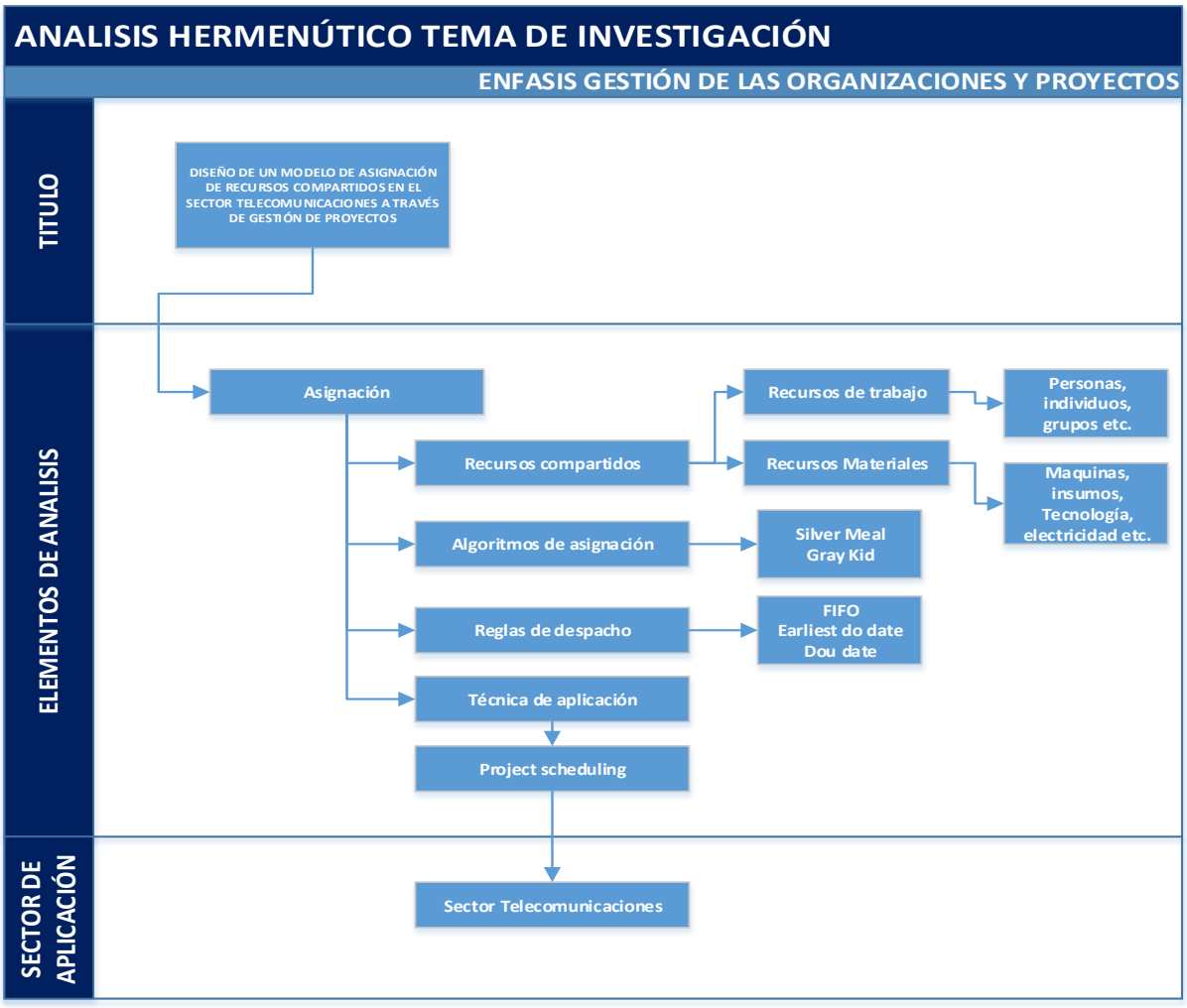
Zhiyu Feng, F., & Westerfield, M. M. (2021). Dynamic resource allocation with hidden volatility. *Journal of Financial Economics, 140*(0304-405X), 560-581. doi:https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2020.12.006.

ANEXOS

A continuación, se presenta el siguiente análisis hermenéutico ver Figura I, lo anterior, resaltando los elementos clave que pueden ser utilizados en la investigación.

Anexo Figura I

Análisis Hermenéutico tema de Investigación



Fuente: Autor

Diseño de un modelo de asignación de recursos compartidos en el sector de las telecomunicaciones a través de gestión de proyectos

Con base en la gestión de vacíos estructurales y de conocimiento, se realiza una descripción referente a diferentes aspectos como referenciación exploración, descubrimiento, planificación estratégica, ejecución seguimiento y control, lo anterior, para los procesos de Gestión de alcance y Gestión del tiempo ver Anexo Tabla I al III.

Anexo Tabla I

Proceso de Gestión de los Vacíos Estructurales y de Conocimiento

PROCESO DE GESTIÓN DE LOS VACIOS ESTRUCTURALES Y DE CONOCIMIENTO					
AREAS PARA TENER EN CUENTA	**INICIACIÓN**	**REFERENCIACIÓN EXPLORACIÓN Y DESCUBRIMIENTO**	**PLANIFICACIÓN ESTRATEGICA DE LA TESIS**	**EJECUCIÓN SEGUIMIENTO Y CONTROL**	**FIN**
Gestión de la posibilidad de desarrollo de la investigación	1. Inicialmente se tiene la idea de investigación planteada y la estructura aún no ha sido aprobada por el consejo encargado	1. Aún se encuentra en proceso investigar de manera más profunda los referentes relacionados en la temática, se hace necesario profundizar en	1. El proyecto de investigación aún se encuentra en fase de exploración y no se tiene oficialmente una línea base con	• N/A (El proyecto se encentra en la fase de exploración documenta aún no se inicia.	• Pte.

	de la universidad. 2. Los avances que se tienen inicialmente respecto al problema de investigación están enmarcados en la necesidad de innovar y]/o generar un modelo que permitan atacar la raíz del problema que se enmarca en la falta de planeación y	referentes relacionados con *Project Scheduling* (Administración de proyectos) 2. La focalización del tema de investigación referente a la investigación cruzada está estructurada de la siguiente forma: (Proyectos *Project Scheduling* Técnicas de asignación Recursos consumibles y	actividades específicas en tiempo. 2. De acuerdo con los entregables pactados el artículo se encuentra en proceso debía a que aún se encuentra en curso el estado del arte. 3. El proyecto es factible en términos de alcance y tiempo, ya que existe el		

	asignación de los recursos limitados y en algunos casos compartidos para la gestión y administración de proyectos en el sector telecomunicaciones. 3. Uno de los principales vacíos que existen entre el problema y la solución, son primero	no consumibles Algoritmos de asignación Reglas de despacho Sector. Telecomunica-ciones 3. Los posibles problemas que se podrían detectar en el espacio teórico – Práctico son los siguientes: • **Nivel Teórico:** Sincronización de los modelos existentes con las variables de estudio.	conocimiento del sistema de aplicación (Sector telecomunicaciones). 4. Fuentes primarias: Estudios de caso, revistas de investigación relacionados con *Project Scheduling*, libros de metodología de gestión de proyectos (Ej. PMBOK) relacionadas con la línea		

	la falta de información de modelos que involucren la asignación de recursos compartidos y a su vez contemplen variables como niveles de servicio y SLAS, % de riesgo y satisfacción de cliente, no se evidencia que haya integración de dichos factores en	• **Nivel Práctico:** Recopilación de información referente de la compañía (Seguridad de información) 4. Existe sin duda un problema de carácter científico y de conocimiento que sirva como herramienta de análisis y toma de decisiones para empresas del sector que tercerizan sus servicios. 5. Los vacíos que se pueden	de investigación . Fuentes secundarias: Tesis de maestría, Artículos de modelos de análisis de asignación recursos, información sintetizada. Fuentes terciarias: Bases de datos y Guías de algoritmos de asignación.		

	un mismo modelo.	detectar del problema científico es la falta de información reciente, modelos relacionados con los niveles de servicio al cliente y quien a su vez estos estén integrados. Otro riesgo es el manejo de información confidencial de la compañía. Solución del problema por			

		medio de otras técnicas. • Aún se encuentra en cursos la búsqueda de nuevos relevantes y documentos relacionados con el tema de investigación.			

Fuente: Autor

Anexo Tabla II

Proceso de Gestión de los Vacíos Estructurales y de Conocimiento (Gestión del Alcance)

PROCESO DE GESTIÓN DE LOS VACIOS ESTRUCTURALES Y DE CONOCIMIENTO (GESTIÓN DEL ALCANCE)					
AREAS PARA TENER EN CUENTA	**INICIACIÓN**	**REFERENCIACIÓN EXPLORACIÓN Y DESCUBRIMIENTO**	**PLANIFICACIÓN ESTRATEGICA**	**EJECUCIÓN SEGUIMIENTO Y CONTROL**	**FIN**
Gestión del alcance	1. El cumplimiento del perfil de la idea de investigación se logrará a través de: • Seguimiento estricto del cronograma de actividades. • Acompañami-ento directo y	1. Los niveles de referenciaría son los siguientes: • Guía de administración y gestión de proyectos de ingeniería PMBOK • *Project Scheduling*.	1. Estructuras mínimas del tema de investigación: • Observación del sistema en el cual se presenta el problema. • Descripción de la problemática y sus posibles consecuencias. • Delimitación del alcance de	1. Los objetivos están planteados de tal forma en que se puedan cumplir en una escala de tiempo de 2 años a	Pendiente

	constante con el tutor de investigación. • Aplicación de cada una de las técnicas y enfoques aprendidos en los módulos de seminario de investigación. • Experimenta-ción y prueba del modelo • Retroalimenta-ciones de grupos de investigación y expertos en el área. 2. El posible planteamiento	• PMI. • Procesos estocásticos. • artículos de investigación científica relacionados con los modelos existentes.	problema a intervenir. • Investigación de posibles soluciones existentes y vacíos de conocimiento. • Comparación de modelos de asignación de recursos consumibles y no consumibles en la administración de proyectos de telecomunicacione s. • Diseño del modelo. • Prueba del modelo.	partir de la fecha como máximo.	

	es el diseño de un modelo de asignación de recursos compartidos basado en *Project Scheduling* combinado con reglas de asignación como (Great Kidd y silver meal). 3. Las escuelas de pensamiento que permitirán tener una mejor argumentación		2. Definición de alcances y productos: • El alcance estará hasta el diseño y la prueba del modelo en un proyecto específico. • El producto final será un insumo teórico del planteamiento del modelo de asignación de recursos.		

	en cuanto a la idea son: • PMI (Project Management Institute).				

Fuente: Autor

Anexo Tabla III

Proceso de Gestión de los Vacíos Estructurales y de Conocimiento (Gestión del Tiempo)

PROCESO DE GESTIÓN NDE LOS VACIOS ESTRUCTURALES Y DE CONOCIMIENTO (GESTIÓN DEL TIEMPO)					
AREAS PARA TENER EN CUENTA	**INICIACIÓN**	**REFERENCIACIÓN EXPLORACIÓN Y DESCUBRIMIENTO**	**PLANIFICACIÓN ESTRATEGICA**	**EJECUCIÓN SEGUIMIENTO Y CONTROL**	**FIN**
• **Gestión del tiempo**	1. La decisión preliminar de los tiempos está enmarcada en las siguientes	1. Tiempo destinado por cada componente: • Construcción del estado del arte: (6 meses)	Proyecto en fase de exploración.	Proyecto en fase de exploración.	Proyecto en fase de exploración.

	etapas de manera general: • Q4 - 2021 (Elaboración y presentación de anteproyecto de investigación) • Q1 – 2022 (Presentación de artículo de estado del arte) corrección de observaciones. • Q2, Q3, 2022 Ejecución, validación y prueba del modelo. • Q4 – 2022	• Elaboración del artículo del estado del arte (20 Días) • Diseño de modelo (3 meses) • Validación y prueba del modelo (6 meses).			

	Presentación final				

Fuente: Autor

PROCESO DE GESTIÓN NDE LOS VACIOS ESTRUCTURALES Y DE CONOCIMIENTO					
AREAS PARA TENER EN CUENTA	**INICIACIÓN**	**REFERENCIACIÓN EXPLORACIÓN Y DESCUBRIMIENTO**	**PLANIFICACIÓN ESTRATEGICA**	**EJECUCIÓN SEGUIMIENTO Y CONTROL**	**FIN**
• **Gestión de los vacíos y del problema científico**	1. Antecedentes tácticos y teóricos del problema: • A nivel organizacional se ha detectado que la inadecuada planificación de la gestión de los recursos de un proyecto genera	1. ¿existe suficiente información? • La información existente está basada en modelos de programación línea, no línea. • Información de técnicas basadas	1. ¿Cómo se explicará el problema? • El problema será explicado de acuerdo con la experiencia vivida, los impactos	Proyecto en fase de referenciación y planificación	Proyecto en fase de referencia-ción y planificació n

	problemas de servicio al cliente final, afectando los acuerdos de servicio y generando entregas fuera de tiempo. • A nivel teórico existen antecedentes de solución y asignación de recursos, pero no están relacionados ni a los factores de riesgo, niveles de servicio y reglas de despacho. 2. Justificación (¿Por qué?) la investigación se realiza porque se	en metodología de proyectos (*Project Scheduling*) • Reglas de asignación de recursos – Reglas de despacho (Algoritmos Silver Meal – Great Kidd) 2. Hipótesis de solución • Por medio del diseño de un modelo de asignación de recursos consumibles y no consumibles para proyectos de telecomunicaciones que comparten	generados a nivel operacional y las políticas de cumplimiento en el sector telecomunicaciones. 2. La verificación del modelo se realizará a partir de técnicas como: • Técnicas de simulación • Caso práctico (dependiendo el tiempo		

	observa la necesidad de planificar de manera adecuada la asignación de recursos consumibles y no consumibles en los proyectos de servicios de telecomunicaciones. ¿Para qué? La investigación se realiza para generar conocimiento a nivel teórico a través de un modelo de asignación que permita realizar de manera adecuada dicha asignación y mejorar los niveles	recursos, dicho modelo ayudara a mejorar los tiempos de gestión, cumplir con los niveles de servicio pactados con el cliente y evitar desfases en la ejecución del proyecto.	que se requiera se evaluara la viabilidad).		

	de cumplimiento y servicio hacia los clientes. 3. Determinación de los factores que inciden en la planificación, ejecución y asignación de los recursos consumibles y no consumibles en proyectos de suministro de servicios en el sector de las telecomunicaciones.				

Fuente: Autor