

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Estudio de tiempos para optimizar y actualizar los estándares de las actividades de ejecución de obras en el área de instalación de redes del Proceso de Implementación de la Red Acceso Fijo en el Instituto Costarricense de Electricidad, durante el primer cuatrimestre del año 2023”

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA
OPTAR POR GRADO DE
BACHILLERATO EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL

ESTUDIANTE: CARLOS FERNANDO QUESADA MONTOYA

TUTOR: ING. JORGE ROVIRA GUZMÁN

Mayo, 2023

Acta de aprobación

CARTA DEL TUTOR

San José, 30 de mayo, 2023.

Señores:
Ingeniería Industrial
UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

Estimados señores:

El estudiante, **CARLOS FERNANDO QUESADA MONTOYA**, cédula de identidad número **1-1452-0620**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: **“Estudio de tiempos para optimizar y actualizar los estándares de las actividades de ejecución de obras en el área de Instalación de redes del Proceso de Implementación de la Red Acceso Fijo en el Instituto Costarricense de Electricidad, durante el primer cuatrimestre del año 2023”**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de **BACHILLERATO** en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		98%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente, **JORGE FRANCISCO ROVIRA GUZMAN**
Firmado digitalmente por
 JORGE FRANCISCO
 ROVIRA GUZMAN (FIRMA)
 Fecha: 2023.05.30
 09:05:40 -06'00'

Nombre: Jorge Rovira Guzmán
Cédula identidad 1-0749-0253
Carné Colegio Profesional N: II-29011

Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo Carlos Fernando Quesada Montoya, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1 1452 0620 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado:

Estudio de tiempos para optimizar y actualizar los estándares de las actividades de ejecución de obras en el área de Instalación de redes del Proceso de Implementación de la Red Acceso Fijo en el Instituto Costarricense de Electricidad, durante el primer cuatrimestre del año 2023, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 22 días del mes de mayo del año dos mil veintitrés.


Firma del estudiante

Cédula: 1 1452 0620

Carta de Lector

CARTA DE LECTOR

Universidad Hispanoamericana

Escuela de Ingeniería Industrial

Estimados Señores

El estudiante CARLOS FERNANDO QUESADA MONTOYA, cédula 1-1452-0620, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "Estudio de tiempos para optimizar y actualizar los estándares de las actividades de ejecución de obras en el área de instalación de redes del Proceso de Implementación de la Red Acceso Fijo en el Instituto Costarricense de Electricidad, durante el primer cuatrimestre del año 2023", el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

**FRANKLIN ENRIQUE
CARVAJAL
CORDERO (FIRMA)**

Firmado digitalmente por
FRANKLIN ENRIQUE
CARVAJAL CORDERO (FIRMA)
Fecha: 2023.08.03 07:07:24
-06'00'

Firma:

Ing. Franklin Carvajal Cordero, M.IOP.

Cédula 7-0143-0830

Autorización del CENIT

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

San José, 03 de agosto de 2023

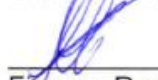
Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Carlos Fernando Quesada Montoya con número de identificación 1 1452 0620 autor (a) del trabajo de graduación titulado Estudio de tiempos para optimizar y actualizar los estándares de las actividades de ejecución de obras en el área de instalación de redes del Proceso de Implementación de la Red Acceso Fijo en el Instituto Costarricense de Electricidad, durante el primer cuatrimestre del año 2023, presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial; (NO) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,


1452 0620
Firma y Documento de Identidad

Dedicatoria

A mis padres por siempre creer mi desarrollo y motivarme a concluir esta etapa.

A las personas que me apoyaron de diferentes maneras a lograr esta meta.

A las diferentes situaciones que he pasado, ya que fueron motivo del poder continuar.

*Y por supuesto a mi bebita que durante este proceso me dieron la noticia que viene
de camino.*

Agradecimientos

A Dios por darme la oportunidad de realizar este proyecto.

A las personas más cercanas que formaron parte de este proceso.

A la Universidad Hispanoamericana y su personal, sobre todo a mi tutor Jorge Rovira

Guzmán, por su acompañamiento y excelente seguimiento.

Tabla de contenido

<i>Acta de aprobación</i>	2
<i>Declaración Jurada</i>	3
<i>Carta de Lector</i>	4
<i>Autorización del CENIT</i>	5
<i>Dedicatoria</i>	6
<i>Agradecimientos</i>	7
<i>Índice de Figuras</i>	13
<i>Índice de gráficos</i>	14
<i>Índice de tablas</i>	15
<i>Anexos</i>	16
<i>Acrónimos y siglas</i>	17
<i>Capítulo I. Introducción</i>	19
1.1 Descripción general del proyecto	20
1.2 Identificación de la empresa o institución	21
1.2.1 Descripción general de la organización	23
1.2.1.1 Misión.....	24
1.2.1.2 Visión	24
1.2.1.3 Valores.....	24
1.2.1.4 Puestos	31
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución.....	32
1.3 Planteamiento del problema.....	40
1.3.1 Definición y medición del problema.....	40
1.3.2 Justificación del proyecto.....	43
1.4 Objetivos del proyecto.....	44

1.4.1	Objetivo general.....	44
1.4.2	Objetivos específicos	44
1.5	Alcances y limitaciones	45
1.5.1	Alcances	45
1.5.2	Limitaciones.....	45
<i>Capítulo II. Marco teórico</i>		<i>46</i>
2.1	Marco conceptual general relativo a la carrera.....	47
2.1.1	Estadística.....	47
2.1.2	Focus group	48
2.1.3	Entrevistas y encuestas.....	49
2.1.4	Diagrama de Ishikawa	50
2.1.5	Diagrama de Pareto	51
2.1.6	Diagramas de flujo	53
2.1.7	Diagrama de flujo vertical o Cursograma.....	54
2.1.8	Metodología de las 5's	57
2.1.8.1	Seiri - Clarificar	57
2.1.8.2	Seiton - Ordenar	58
2.1.8.3	Seiso - Limpiar.....	59
2.1.8.4	Seiketsu - Estandarizar	60
2.1.8.5	Shitsuke - Disciplina.....	61
2.1.9	Lluvia de ideas	63
2.1.10	Estudio de tiempos.....	64
2.1.11	5 Por que's.....	65
2.1.12	Diagrama de Gantt.....	66
2.2	Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto	67

	10
2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto	70
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes	71
<i>Capítulo III. Metodología de trabajo</i>	<i>74</i>
3.1 Metodología para la definición del problema	75
3.1.1 Diagrama del proceso	76
3.1.2 Focus group y entrevista	77
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto	79
3.2.1 Enfoque cuantitativo	79
3.2.2 Análisis Estadístico	80
3.2.3 Diagrama de Flujo	81
3.2.4 Diagrama Ishikawa.....	82
3.2.5 Diagrama Pareto	82
3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio	82
3.3.1 Lluvia de ideas	83
3.3.2 Análisis 5 “por qué”	83
3.3.3 5’s	84
3.4 Metodología para la implementación del proyecto.....	84
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados	88
<i>Capítulo IV. ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ.....</i>	<i>90</i>
4.1 Definir	91
4.1.1 Descripción del proceso actual.....	91
4.1.2 Focus group	92
4.1.3 Entrevistas	92
4.1.4 Flujo actual del proceso.....	96

4.2 Medir	97
4.2.1 Cursograma de actividades actual.....	98
4.2.2 Análisis Estadístico	100
4.2.3 Estudio de tiempos.....	101
4.2.3.1 Determinación del tiempo Observado	102
4.2.3.2 Determinación del tiempo Normal	103
4.2.3.3 Determinación del tiempo Estándar	104
4.3 Analizar.....	109
4.3.1 Lluvia de ideas	109
4.3.2 5 “Por qué”	110
4.3.3 Diagrama Ishikawa.....	111
4.3.4 Diagrama de Pareto	114
4.3.5 5' S.....	117
4.3.5.1 Seiri - Clarificar	117
4.3.5.2 Seiton - Ordenar	117
4.3.5.3 Seiso - Limpiar.....	117
4.3.5.4 Seiketsu - Estandarizar	117
4.3.5.5 Shitsuke - Disciplina.....	118
4.4 DMAIC	118
4.5 Conclusiones del diagnóstico.....	120
<i>Capítulo V. Diseño e implementación de la solución</i>	<i>122</i>
5.1 Soluciones Propuestas	124
5.1.1 Mejora en los tiempos de tareas de ejecución	124
5.1.1.1 Instalación de poste	124

5.1.1.2 Vestir poste.....	124
5.1.2 Mejora de los tiempos mediante las 5´s	130
5.1.3 Mejora en la toma de tiempos en el campo	131
5.2 Costos y beneficios de implementación	133
5.2.1 Costos y beneficios de la propuesta 1	133
5.2.2 Costos y beneficios de la propuesta 2	135
5.2.3 Costos y beneficios de la propuesta 3	137
<i>Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones</i>	<i>138</i>
6.1 Conclusiones	139
6.2 Recomendaciones	141
<i>Capítulo VII. Bibliografía</i>	<i>143</i>
<i>Capítulo VIII. Anexos</i>	<i>148</i>

Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama general del ICE	23
Figura 2. Organigrama Dirección construcción	26
Figura 3. Organigrama Implementación de la Red de Acceso Fijo	27
Figura 4. Diagrama Red de Telecomunicaciones	41
Figura 5. Presupuesto SIPRE.....	42
Figura 6. Resumen de gastos de Obras en SAP	43
Figura 7. Formula muestreo estadístico de la población finita	48
Figura 8. Esquema diagrama Ishikawa.....	51
Figura 9. Ejemplo diagrama de Pareto	52
Figura 10. Simbología de diagramas de flujo.....	53
Figura 11. Simbología ASME (American Society of Mechanical Engineers).....	55
Figura 12. Ejemplo de diagrama de flujo vertical o cursograma.....	56
Figura 13. Metodología 5´s.....	57
Figura 14. Tormenta de ideas.....	64
Figura 15. 5 porqués	66
Figura 16. Etapas del DMAIC	68
Figura 17. Bitácora de Focus group.....	78
Figura 18. Entrevista	79
Figura 19. Diagrama de Gantt	87
Figura 20. Diagrama de flujo completo	96
Figura 21. Cursograma actual	99
Figura 22. Lluvia de ideas.....	109
Figura 23. Diagrama Ishikawa	111
Figura 24. Cursograma propuesto	128
Figura 25. Diseño distribuidor de materiales y herramientas	131

Figura 26. Informe de estudio de tiempos.....	132
--	-----

Índice de gráficos

Gráfico 1. Gráfica de indicador 1 IRAF.....	33
Gráfico 2. Gráfica comparativa 2021-2022 indicador 1.....	34
Gráfico 3. Gráfica de indicador 2.....	34
Gráfico 4. Gráfica comparativa 2021-2022 indicador 2.....	35
Gráfico 5. Subórdenes Ejecutadas en el 2022.....	38
Gráfico 6. Gráfico de resultado de las opiniones de las entrevistas (Cantidad de actividades a ejecutar).....	94
Gráfico 7. Gráfico de resultado de entrevista (Mejoras consideradas).....	95
Gráfico 8. Pareto de las causas principales del problema.....	116

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Reporte de Horas Mensual Personal con puesto de trabajo en SAP al Proceso IRAF IV Trimestre 2022</i>	32
Tabla 2. <i>Cantidad Total de Medidas asignadas al Proceso IRAF IV Trimestre 2022.</i>	35
Tabla 3. <i>Cantidad Total de Medidas comparadas entre 2021 y 2022 asignadas al Proceso IRAF IV Trimestre 2022</i>	36
Tabla 4. <i>Cantidad Total de subórdenes asignadas al Proceso IRAF IV Trimestre 2022</i>	37
Tabla 5. <i>Cantidad Total de subórdenes asignadas al Proceso IRAF IV Trimestre 2022</i>	37
Tabla 6. <i>Unidades macro del área de instalación de redes del año 2022</i>	39
Tabla 7. <i>Resumen de obras ejecutadas por el área de instalación de redes del año 2022</i>	40
Tabla 8. <i>Unidades de planta instalación de redes</i>	42
Tabla 9. <i>Metodología para la definición del problema</i>	76
Tabla 10. <i>Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto</i>	80
Tabla 11. <i>Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio</i>	83
Tabla 12. <i>Metodología para la implementación del proyecto</i>	85
Tabla 13. <i>Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados</i>	88
Tabla 14. <i>Actividades de la instalación de redes</i>	97
Tabla 15. <i>Tareas de la instalación de redes</i>	102
Tabla 16. <i>Tabla de Factor de calificación</i>	103
Tabla 17. <i>Tabla de suplementos (OIT)</i>	105
Tabla 18. <i>Tabla de valoración de suplementos</i>	106

Tabla 19. <i>Tabla de estudio de tiempo</i>	108
Tabla 20. <i>Ejercicio 5 “por qué”</i>	110
Tabla 21. <i>Tabla de causas y frecuencias dadas</i>	114
Tabla 22. <i>Tabla de causas y frecuencias ordenadas</i>	115
Tabla 23. <i>DMAIC CAPÍTULO IV</i>	119
Tabla 24. <i>Limitaciones y propuestas de solución</i>	123
Tabla 25. <i>Duración de la actividad de Vestir poste</i>	125
Tabla 26. <i>Nuevo planeamiento de la actividad de Vestir poste</i>	126
Tabla 27. <i>Tareas actuales vs propuestas</i>	126
Tabla 28. <i>Análisis actividades actuales vs propuestas</i>	129
Tabla 29. <i>Beneficios en costos de horas hombre por técnico</i>	134
Tabla 30. <i>Beneficios en costos de horas hombre por cuadrilla</i>	134
Tabla 31. <i>Costos de Horas hombre</i>	135
Tabla 32. <i>Costos de materiales y Horas hombre invertidas</i>	136
Tabla 33. <i>Resumen costo/beneficio de cada propuesta</i>	137

Anexos

Anexo #1: <i>Bitácora de focus group jefaturas y encargados</i>	149
Anexo #2: <i>Bitácora de focus group jefaturas</i>	150
Anexo #3: <i>Datos generales de la encuesta aplicada</i>	151
Anexo #4: <i>Antes y después de las 5´s</i>	152

Acrónimos y siglas

ASME (American Society of Mechanical Engineers) Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

DC (Dirección Construcción).

DMAIC (Definir, Medir, Actuar, Mejorar y Controlar. Es una herramienta de la metodología Six Sigma para desarrollo de proyectos de mejora).

ERP (Software de planificación de recursos empresariales).

ICE (Instituto Costarricense de Electricidad).

IEC (International Electrotechnical Commission).

IRAF (Implementación de la red de acceso fijo).

ISO (International Organization for Standardization).

KROP (kilómetro de red óptica).

KRSA (Kilómetro red secundaria cobre).

NKAO (kilómetro de acometida óptica instalada).

LAMETRO (Laboratorio de Metrología).

SAP (Systemanalyse Programmentwicklung).

SGD (Sistema de Gestión de Documentos).

SICOB (Sistema de Control de Obras).

SIPRE (Sistema de Presupuestación).

Triple-play (Servicios de voz, Internet y televisión).

Windchill (Product Lifecycle Management).

Capítulo I. Introducción

1.1 Descripción general del proyecto

El siguiente proyecto de investigación se realizará en el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), empresa estatal inmersa en la industria de la electricidad y de las infotelecomunicaciones, particularmente en el área llamada instalación de redes de nueva generación la cual pertenece a una de las cinco subáreas del proceso de Implementación de Red de Acceso Fijo, este proyecto tiene como fin la actualización de los estándares utilizados para la presupuestación de las obras de planta externa, dicha actualización permitirá a la Organización minimizar el contraste entre los costos presupuestados y los gastos reales en que incurre la ejecución de los trabajos. Este contraste previamente ha sido detectado por las jefaturas inmediatas, por lo que se ve la oportunidad de mejora para resolver dicho problema, con lo que se espera poder tener datos más oportunos y precisos, que darán más confiabilidad a la información que se extraiga del sistema de presupuestación (SIPRE).

Además, permitirá cerrar brechas debido a que actualmente se han detectado grandes diferencias entre los costos reales necesarios para la ejecución de obras realizadas por el área de instalación de redes y los presupuestados que se dan previamente a la ejecución de estos, reflejando mediante ambos costos los contrastes que se tienen, por lo que se indica que el problema principal son la desactualización de los estándares usados en el sistema de presupuestación (SIPRE) que tienen la función de reflejar los costos presupuestados.

Esto permite una mejor confiabilidad a la hora de emitir los presupuestos, tanto para los trabajos que se ejecutan cotidianamente como para los presupuestos que se realizan para generar factibilidades. Asimismo, se hace necesario dicha actualización debido a la gran cantidad de tiempo que estos estándares no se han podido actualizarse debido a que se ha dado prioridad a otras solicitudes.

El enfoque del proyecto será sobre las unidades macro con las que se presupuestan las actividades ejecutadas en el área de instalación de redes en planta externa. Por lo tanto, se promoverá la optimización de operaciones y procesos, para mejorar los tiempos efectivos y estándares de las operaciones que se ejecutan, mejorando así los tiempos de los estándares para que estos reflejen una mejora en los montos presupuestados y poder tener datos más oportunos y precisos, por lo que se dará más seguridad a la información que se extraiga del sistema de presupuestación (SIPRE).

1.2 Identificación de la empresa o institución

Grupo ICE es una corporación de empresas públicas dedicada a ofrecer servicios de electricidad e infocomunicaciones a los habitantes de Costa Rica.

Es un grupo con gran capacidad en infraestructura, desarrollo tecnológico, capital humano altamente calificado, así como responsabilidad social y ambiental que se refleja en todas las grandes obras que ha desarrollado a lo largo de los años.

A través del ICE (Sectores Electricidad y Telecomunicaciones) y sus empresas: Radiográfica Costarricense S.A. (RACSA), Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. (CNFL), y Cablevisión se aporta a la sociedad costarricense progreso con sentido económico y social. La naturaleza de sus actividades es fundamental para el desarrollo integral del país, por lo que todos los proyectos de inversión tienen también como eje fundamental la protección del medio ambiente, contribuyendo con ello a la calidad de vida y al desarrollo sostenible. (*ICE – Dirección De Agua, s. f.*)

El Instituto Costarricense de Electricidad nació el 8 de abril de 1949, mediante el Decreto-ley N.º 449, con el mandato de aprovechar el recurso hídrico, de manera eficiente y responsable, para la electrificación del país.

Desde su fundación, la cobertura y la calidad del servicio eléctrico pasó de un 14% a 99,4% del territorio nacional.

Su matriz eléctrica aprovecha el vapor de la tierra, el viento, la energía solar y la biomasa. Asimismo, se enfoca en el desarrollo de redes inteligentes y la movilidad eléctrica.

Dado el éxito en la electrificación, en 1963 se le asigna la administración y desarrollo de las telecomunicaciones.

Desde entonces, ha incorporado innovaciones, como la telefonía fija y pública, el servicio de fax, internet y la telefonía móvil.

Hoy, se consolida en soluciones convergentes alineadas a la Revolución 4.0.

En materia de red de telecomunicaciones, al ser robusta y confiable, le ha permitido al país convertirse en un atractivo punto para que grandes empresas de tecnología, salud y otros campos desarrollen sus negocios.

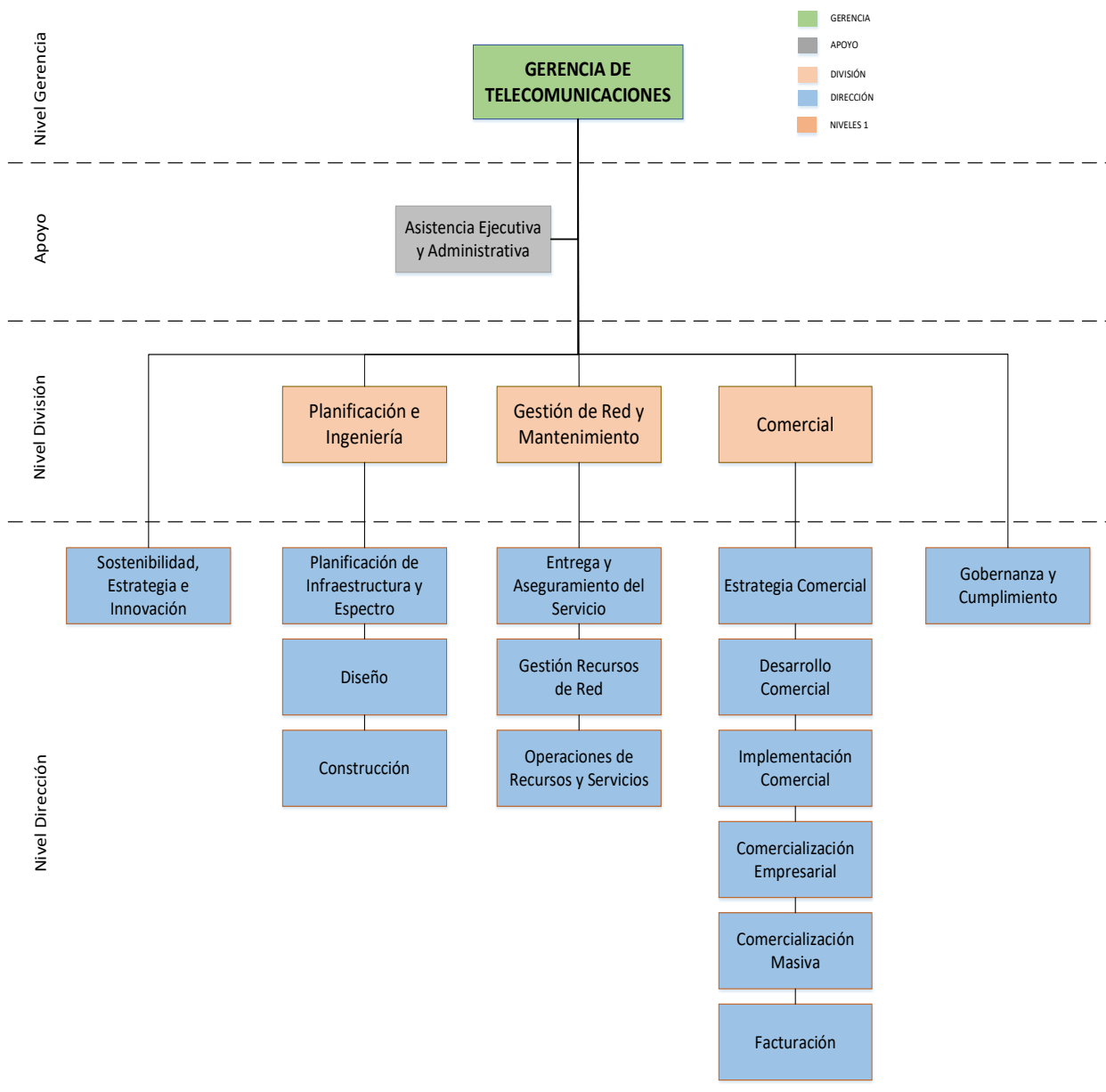
Similar a lo que sucedió con la electricidad durante la primera mitad del siglo XX; movimientos sociales presionaron por mejorar el acceso y la calidad a las telecomunicaciones. Esto desencadenó que, en 1963, se le asignara al ICE la operación y desarrollo de este sector.

Desde entonces, hubo una mejora sustancial en la cobertura y acceso a estos servicios. Si bien, la explosión de internet, la telefonía vía IP y las aplicaciones de mensajería han contraído la demanda de líneas fijas, el ICE continúa siendo protagonista de la comunicación en el país.

1.2.1 Descripción general de la organización

A continuación, se muestra el organigrama institucional del ICE, en el mismo se incluye solo la sección de la gerencia de telecomunicaciones.

Figura 1. Organigrama general del ICE



Fuente: División Planificación e Ingeniería

1.2.1.1 Misión

Mejorar la calidad de vida de la sociedad costarricense, contribuyendo al desarrollo sostenible del país con soluciones de energía, infocomunicaciones e ingeniería, de manera eficiente, inclusiva y solidaria. (www.grupoice.com, 2021)

1.2.1.2 Visión

El Grupo ICE, ágil, transparente, motor de desarrollo de la sociedad costarricense con presencia internacional, liderará y será referente en la transformación digital y en el desarrollo de soluciones integrales, innovadoras y oportunas en energía, infocomunicaciones e ingeniería. (www.grupoice.com, 2021)

1.2.1.3 Valores

Integridad

- Trabajar con transparencia, probidad, lealtad, justicia, confiabilidad, honestidad y respeto.
- Ser consecuente entre lo que se dice y lo que se hace.
- Respetar la normativa del Grupo ICE.
- Empoderar a los colaboradores bajo los ideales de honestidad, responsabilidad, respeto y diversidad.

Compromiso

- Satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes internos y externos.
- Propiciar el desarrollo sostenible del país.
- Aportar a la calidad de vida de las personas.
- Respetar el ambiente.
- Realizar el trabajo conforme a los objetivos del Grupo ICE.
- Fomentar una nueva generación de líderes.
- Trabajar en equipo.

Excelencia

- Aplicar las mejores prácticas.

- Atender al cliente interno y externo.
- Desarrollar el talento humano.
- Gestionar adecuadamente los recursos del ICE.
- Desarrollar e implementar las mejores soluciones.

Innovación

- Plantear soluciones que generen valor en las líneas de negocio.
- Propiciar el emprendedurismo empresarial.
- Buscar enfoques tecnológicos nuevos y rentables.
- Consolidar una cultura empresarial enfocada al logro.

Agilidad

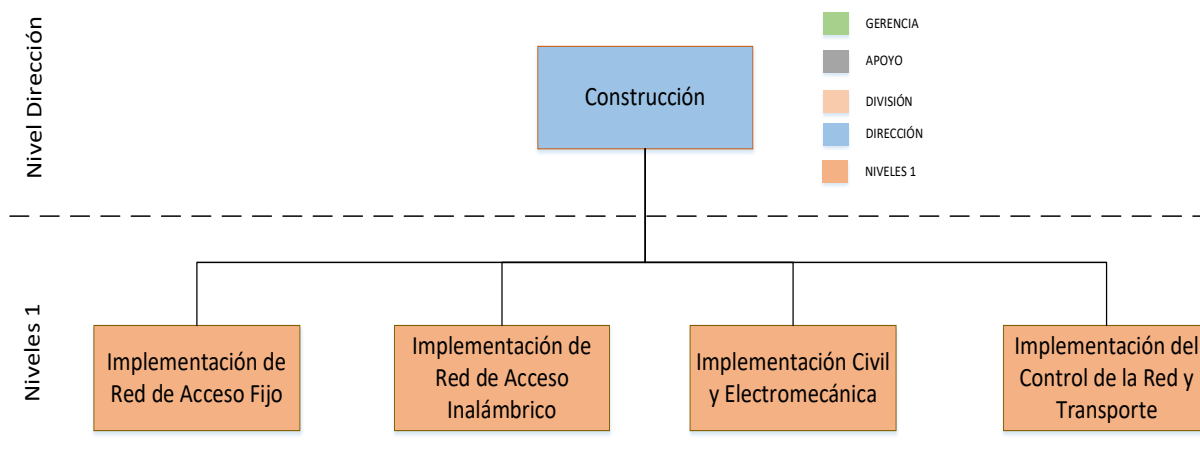
- Dar soluciones oportunas a los clientes.
- Gestionar adecuadamente el cambio.
- Adoptar nuevos modelos de negocio.
- Desarrollar negocios de índole global.
- Propiciar una buena comunicación hacia lo interno y externo.
- Tomar decisiones oportunas y correctas.

Dirección Construcción

En cuanto a la dirección a la que pertenece el área de estudio, está compuesta por 2 áreas staff: Gestión de la Dirección y el laboratorio de metrología (LAMETRO), adicionalmente cuenta con 4 procesos de Niveles 1 a saber:

- Implementación Control de la Red de Transporte.
- Implementación de la Red de Acceso Fijo.
- Implementación de la Red de Acceso Inalámbrica.
- Implementación de la Infraestructura Civil y Electromecánica.

Figura 2. Organigrama Dirección construcción



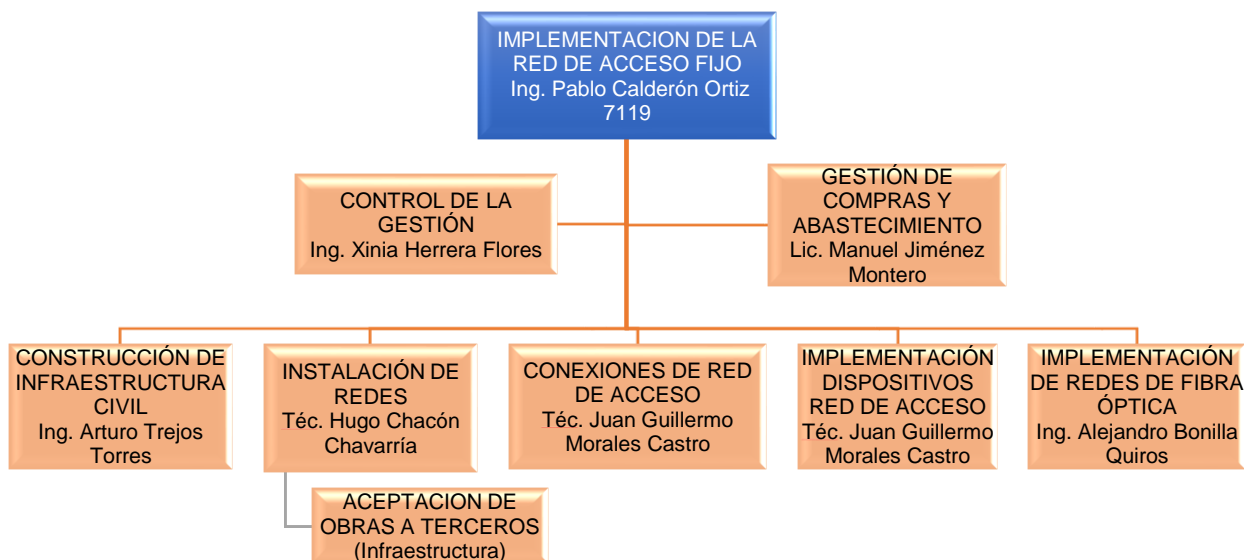
Fuente: División Planificación e Ingeniería

Proceso de Implementación de la red de acceso fijo

A nivel del área de estudio, tenemos que el proceso de implementación de la red de acceso fijo está compuesto por un grupo de apoyo (staff) del Nivel 1 y 7 áreas o subprocesos de Nivel 2, las cuales juntas tienen un total de 434 recursos que se compone de la siguiente manera:

- Staff del Proceso (4 recursos).
- Control de la Gestión (19 recursos).
- Gestión de Compras y Abastecimiento (4 recursos).
- Construcción Infraestructura Civil (117 recursos).
- Conexiones de Red (95 recursos).
- Implementación Redes Acceso Fibra Óptica (51 recursos).
- Implementación Dispositivos Red de Acceso (32 recursos).
- Instalación de Redes (112 recursos).

Figura 3. Organigrama Implementación de la Red de Acceso Fijo



Fuente: División Planificación e Ingeniería

Objetivo: Responsable de construir, instalar, inspeccionar, desmontar y realizar las pruebas de la infraestructura de la red de acceso fija, para los proyectos de infraestructura, de mejoras de red y de ventas, soluciones de negocio, de acuerdo con las necesidades del Negocio de Telecomunicaciones, asegurando la calidad, la disponibilidad oportuna y costos competitivos.

El funcionario responsable del grupo de trabajo es Pablo Calderón Ortiz y las responsabilidades del proceso son las siguientes:

- Construir y/o instalar la infraestructura de la red fija, de acuerdo con las necesidades de infraestructura del Negocio de Telecomunicaciones de forma oportuna, al menor costo y en cumplimiento de las normas técnicas.
- Efectuar la entrega operativa de la red fija, para asegurar la calidad de la infraestructura entregada (aplicación de los protocolos).
- Supervisar y certificar (aplicación de protocolos) a terceros para asegurar la

calidad de la infraestructura de las redes de acceso fijo, acorde con los términos contractuales.

- Instalar temporalmente infraestructura de acceso fijo para la atención de eventos masivos.
- Desmantelar redes de cobre y fibra óptica.
- Desmontar equipos de acceso fijo en desuso, demolición de infraestructura.
- Velar por el cumplimiento de la normativa nacional, institucional e internacional relacionada con las actividades del área.
- Planificar, liberar y notificar las órdenes de trabajo requeridas para cumplir con las soluciones y proyectos de gasto o inversión.
- Planificar el presupuesto del área, así como solicitar la contratación de bienes y servicios, mediante solicitudes de pedido de abastecimiento al área responsable.
- Gestionar la disponibilidad de recursos para la compra de bienes y servicios cuando lo amerite con previa autorización del área respectiva.
- Velar por el uso correcto y mantenimiento adecuado de los recursos humanos, financieros, tecnológicos y compras por fondos de trabajo, para la instalación de infraestructura de acceso fijo.
- Colaborar en la implementación de los planes de acción para atender los hallazgos de los entes fiscalizadores.
- Cumplir con los programas de calibración de instrumentos y equipos de medición.
- Brindar insumos para la liquidación de las cuentas contables de las obras.

Las salidas o entregables son las siguientes:

- Infraestructura de la red de acceso fijo, de acuerdo con las necesidades de infraestructura del Sector de Telecomunicaciones de forma oportuna, al menor costo y en cumplimiento con las normas técnicas.
- Supervisión y certificación (Pruebas de aceptación de acuerdo con los protocolos) a terceros para asegurar la calidad de la infraestructura de las redes de acceso fijo, acorde con los términos contractuales.
- Instalaciones temporales de infraestructura de acceso fijo para la atención de eventos masivos.
- Desmantelamiento de redes de cobre y fibra óptica. Desmontaje equipos de acceso fijo en desuso. Demolición de infraestructura.

- Información actualizada en los sistemas de gestión.
- Planes de acción implementados para atender los hallazgos de los entes fiscalizadores.
- Informe de capitalización de los activos en construcción.
- Informe mensual de Indicadores del proceso mediante la metodología “Actividades Diarias de Trabajo” (ADT3G).
- Informe de Gestión de Riegos.
- Informe de Rendición de Cuentas.

Instalación de Redes. Nivel 2 (112 recursos)

El proceso Nivel 2 Instalación de Redes de Nueva Generación está compuesto por 2 Niveles 3 (inspectores) con el mismo nombre del nivel 2, objetivo, responsabilidades y salidas.

Objetivo: Instalar, optimizar y recuperar la red de acceso fijo, mediante la instalación de cables de cobre y fibra óptica, incluyendo su inspección; para satisfacer la demanda de los clientes en soluciones residencial y empresarial.

El funcionario responsable del grupo de trabajo es Hugo Chacón Chavarría y las responsabilidades del área son las siguientes:

- Realizar la instalación de cables de cobre y fibra óptica para redes de acceso fijo.
- Recuperación de redes de cobre para servicios triple-play.
- Ejecutar habilitación de reservas.
- Reacomodos y relocalizaciones de cables para redes.
- Reubicación y liberación de postes.
- Retirar redes en desuso (desmantelamiento).
- Ejecutar la instalación de acometidas de fibra óptica.
- Certificar la infraestructura de las redes de acceso fijo (Pruebas de aceptación de acuerdo con los protocolos) construida por terceros para asegurar su calidad.
- Cierre de códigos de obras a través del sistema de control de obras.

- Instalación de infraestructura de acceso fijo para la atención de eventos temporales.
- Velar por el cumplimiento de la normativa nacional, institucional e internacional relacionada con las actividades del área.
- Administrar y optimizar los recursos humanos, financieros, tecnológicos y materiales, para la instalación de infraestructura de acceso fijo.
- Actualizar la información en los sistemas de gestión para la toma de decisiones (acciones correctivas).
- Colaborar en la implementación de los planes de acción para atender los hallazgos de los entes fiscalizadores.
- Cumplir con los programas de calibración de instrumentos y equipos de medición.
- Mantener comunicación constante con los directores de Proyectos.
- Brindar la información para la liquidación contable de las obras.
- Confeccionar informes a solicitud de la jefatura.
- Efectuar giras de supervisión a diferentes zonas del país donde se ejecutan las obras.
- Realizar compras para atención de imprevistos o repuestos para maquinaria por medio de ARIBA (Plataforma para la gestión de compras).

Las salidas o entregables son las siguientes:

- Redes instaladas y capaces de interconectarse a distintos sistemas de telecomunicaciones.
- Redes de cobre preparadas y habilitadas para operar en redes.
- Pares de reserva habilitados en cables de cobre.
- Redes optimizadas mediante acciones tendientes al reacomodo de cableado telefónico, el desmantelamiento de redes y la liberación de postes existentes.
- Informes de gestión del área.

1.2.1.4 Puestos

TÉCNICO EN TELECOMUNICACIONES 2 TET2

Tiene como función la ejecución de labores técnicas de instalación, reubicación, puesta en marcha y mantenimiento de equipos y sistemas. Evaluación, análisis y control de calidad, seguridad y funcionamiento de equipos y plataformas. Ejecución de labores del plan de adquisiciones de materiales y compras.

TÉCNICO EN TELECOMUNICACIONES 3 TET3

Tiene como función la dirección, coordinación, supervisión, administración y ejecución de labores técnicas relacionadas con centros de gestión, programas de obras, plataformas que soportan los equipos, sistemas y redes del SNT (Sistema nacional de telecomunicaciones). Análisis, inspección, coordinación, recomendación, mantenimiento y gestión de la calidad en la aceptación de infraestructura y puesta en marcha e instalación de equipos, plataformas, sistemas y servicios relacionados con el plan de adquisiciones.

Plan de trabajo a nivel de cuadrilla;

- Ir a la central de la localidad y enlistar todos los cables y enlaces internos de fibra óptica.
- Categorizar el cable por tipo, ya sea feeder, distribución, primarios ópticos, enlaces entre centrales y enlaces internos.
- Realizar la reconstrucción de información de cada uno de los cables ópticos.
- Generación un archivo con la ruta de los cables, la cantidad de fibras y empalmes, así como la ubicación de los clientes.
- Se genera un diagrama unifilar de conexión.
- Se genera la tabla resumen con la información de cables y anillos que contiene cada localidad.
- Se hace un levantamiento detallado de todos los elementos que conlleva la ruta de cada cable óptico, tales como: la posteria, las arquetas y cámaras y la

naturaleza de estos (si es necesario hacer croquis de las rutas, metrajes y demás referencias que se puedan encontrar).

- Entrega de información levantada en sitio a los compañeros encargados de la carga digital de en el sistema correspondiente.

1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución

El Proceso Implementación de la Red de Acceso Fijo pertenece a la DC - división de Planificación e Ingeniería. Las actividades principales del Proceso consisten en: Instalar, inspeccionar, desmontar y realizar las pruebas de la infraestructura de la red de acceso fija para los proyectos de expansión y/o modernización de la infraestructura. De acuerdo con las necesidades del sector de Telecomunicaciones, asegurando la calidad, en forma oportuna y costo competitivo.

Indicador desempeño de recursos

La siguiente tabla muestra el reporte de los puestos de trabajo en el periodo en estudio. Como se observa en la tabla, se ha procurado mes a mes que las áreas del proceso realicen una distribución correcta de las horas de cada funcionario con el fin de evitar inconsistencias y alcanzar los parámetros requeridos.

Tabla 1. Reporte de Horas Mensual Personal con puesto de trabajo en SAP al Proceso IRAF IV Trimestre 2022

PROCESO	OCT	NOV	DIC	TOTAL
IRAF	66614.2	70506.9	73289.6	210410.7

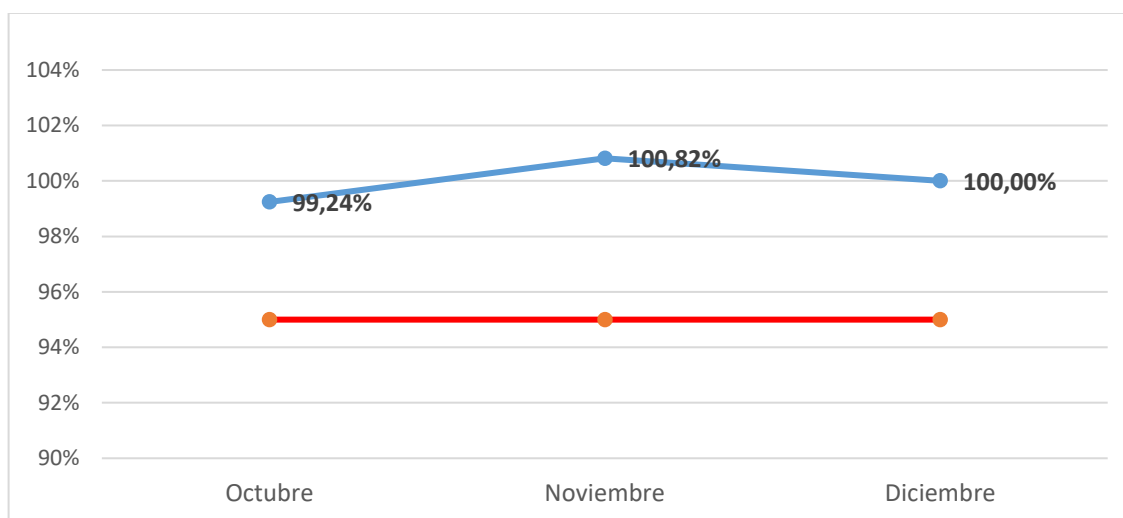
Fuente: (Soporte CS UI, 2022)

Indicadores de gestión:

Cumplimiento de ejecución de órdenes emitidas por el Proceso Implementación de la Red de Acceso Fijo, lo que corresponde al porcentaje de órdenes de ejecución atendidas a tiempo (incluye la cola de pendientes).

Este indicador corresponde a subórdenes ejecutadas de acuerdo con lo planificado durante el período en estudio, el gráfico siguiente muestra el comportamiento durante los meses de octubre a diciembre 2022.

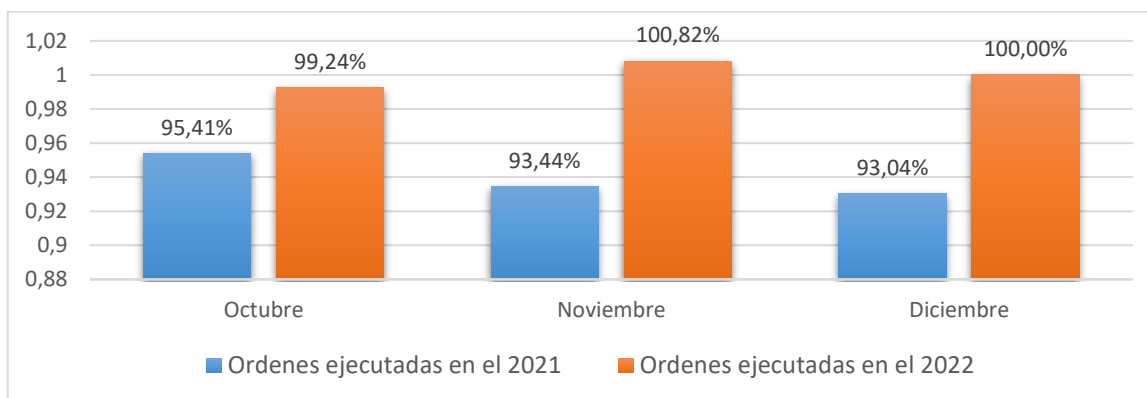
Gráfico 1. Gráfica de indicador 1 IRAF



Fuente: (IRAF, 2022)

Comparando los valores de este indicador obtenidos en el mismo período del año 2021, se determina que se alcanza el valor de ejecución acumulado establecido como meta anual. En el gráfico 2 se muestra el comportamiento de este indicador para el IV trimestre de los años 2021 y 2022.

Gráfico 2. Gráfica comparativa 2021-2022 indicador 1

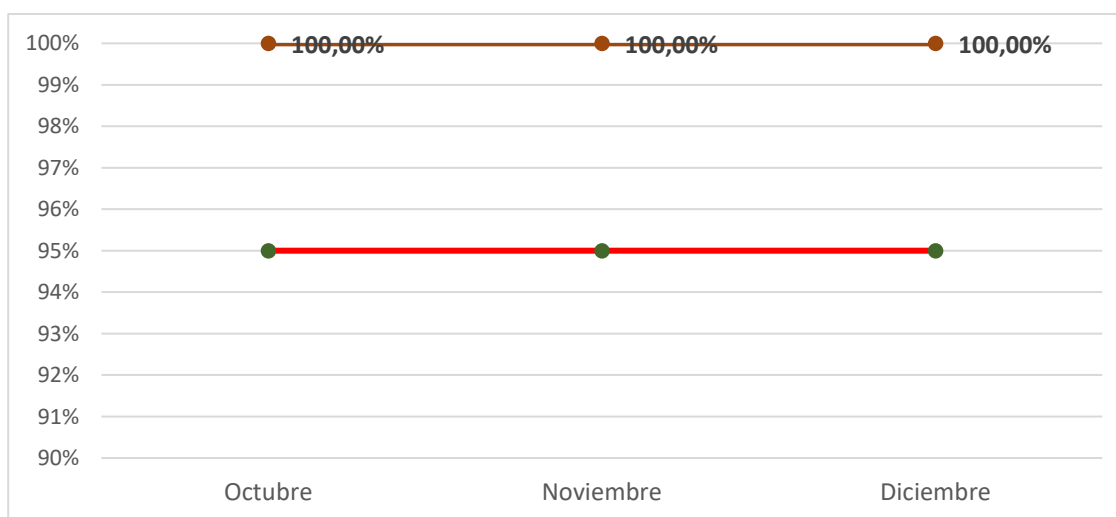


Fuente: (IRAF, 2022)

Porcentaje de devolución de soluciones ofrecidas por los Procesos que integran la División Planificación e Ingeniería

Para el indicador dos se realiza el estudio de los trabajos rechazados (subórdenes) de acuerdo con las entregas que se realizan las áreas del Proceso al SICOB (Sistema Control de Obras).

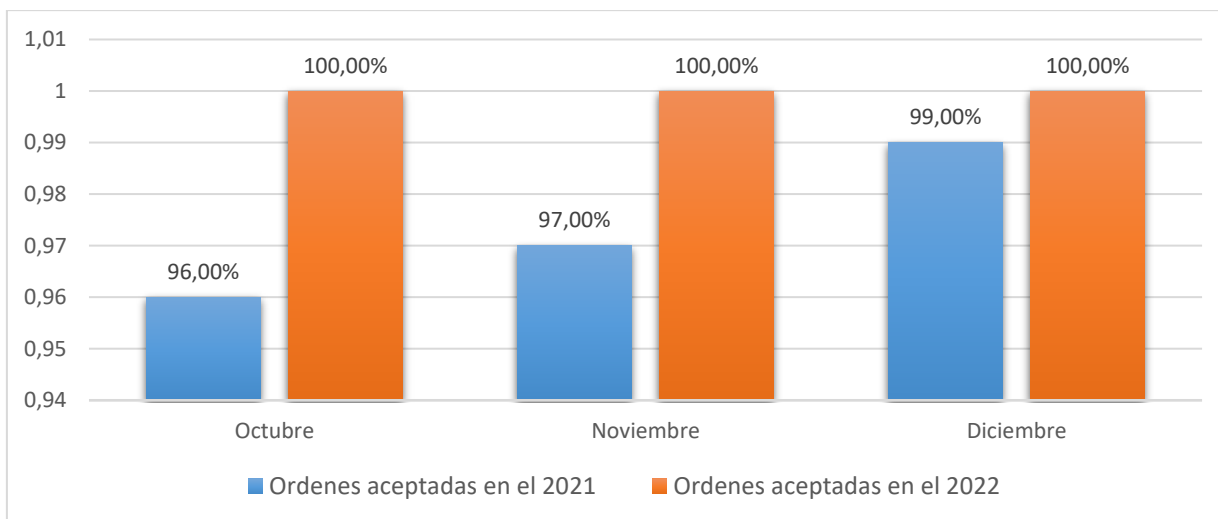
Gráfico 3. Gráfica de indicador 2



Fuente: (IRAF, 2022)

Comparando los valores de este indicador obtenidos en el mismo período del año 2021, se determina que, se alcanza el valor de ejecución acumulado establecido como meta anual. En el gráfico 4 se muestra el comportamiento de este indicador para el IV trimestre de los años 2021 y 2022.

Gráfico 4. Gráfica comparativa 2021-2022 indicador 2



Fuente: (IRAF, 2022)

En la tabla 2 se muestra la asignación de medidas en el IV Trimestre 2022.

Tabla 2. Cantidad Total de Medidas asignadas al Proceso IRAF IV Trimestre 2022

Proceso Generador	Medidas asignadas por mes de ingreso de aviso			Total por Proceso
	OCT	NOV	DIC	
IRAF	170	145	117	432

Fuente: (IRAF, 2022)

Comparando la cantidad de medidas asignadas en el mismo periodo en los años 2021 y 2022, se determina una variación interanual acumulada del -32.39%, lo que representa un total de 207 medidas menos de las asignadas en el año 2021. En la tabla 3 se muestra la variación interanual total del al Proceso IRAF con base en la información descargada del SAP.

Tabla 3. Cantidad Total de Medidas comparadas entre 2021 y 2022 asignadas al Proceso IRAF IV Trimestre 2022

Medidas Asignadas mes de ingreso de Aviso años 2021-2022			
Mes	2021	2022	Variación Interanual
Octubre	245	170	-30.61%
Noviembre	236	145	-38.56%
Diciembre	158	117	-25.95%
Total	639	432	-32.39%

Fuente: (IRAF, 2022)

Causas más frecuentes de devolución de medidas;

- Diseño requiere modificaciones por diferencias entre lo diseñado y el sitio de trabajo.
- Diseños y notas no son cargados o se encuentran mal cargados en las diferentes plataformas y sistemas (SITTEL, Windchill o SGD).
- No se cuenta con la UMA requerida o corresponde a otro predio.
- Medidas que no fueron necesarias o ya fueron atendidas con otras medidas.
- Medidas atendidas por personal de la zona.
- El gestor de requerimientos solicitó no atender la medida.
- Medidas que no corresponden al proceso.
- Falta de respuesta por parte de los interesados.
- No se puede ejecutar los trabajos por falta de materiales.
- Se requiere obras adicionales fuera del alcance inicial.

Total de subórdenes generadas en el proceso

Durante ese mismo período se generaron un total de 734 subórdenes, siendo el mes de noviembre el que concentra la mayor cantidad de subórdenes creadas con 295. La tabla 4 muestra la distribución por mes. Para definir el mes se toma como referencia la fecha de entrada, debido a que es cuando la orden se abre para ser pasada a las áreas ejecutoras.

Tabla 4. Cantidad Total de subórdenes asignadas al Proceso IRAF IV Trimestre 2022

Proceso Generador	Creación de subórdenes por mes de creación			Total por Proceso
	OCT	NOV	DIC	
IRAF	243	295	196	734

Fuente: (IRAF, 2022)

Comparando la cantidad total acumulada de subórdenes creadas en el mismo periodo de los años 2021 y 2022, se determina una variación interanual acumulada total del -12.31%, lo que representa un total de 103 subórdenes menos de las creadas en el año 2021 en el mismo periodo. En la tabla 5 se muestra la variación interanual total del al Proceso IRAF con base en la información descargada del SAP.

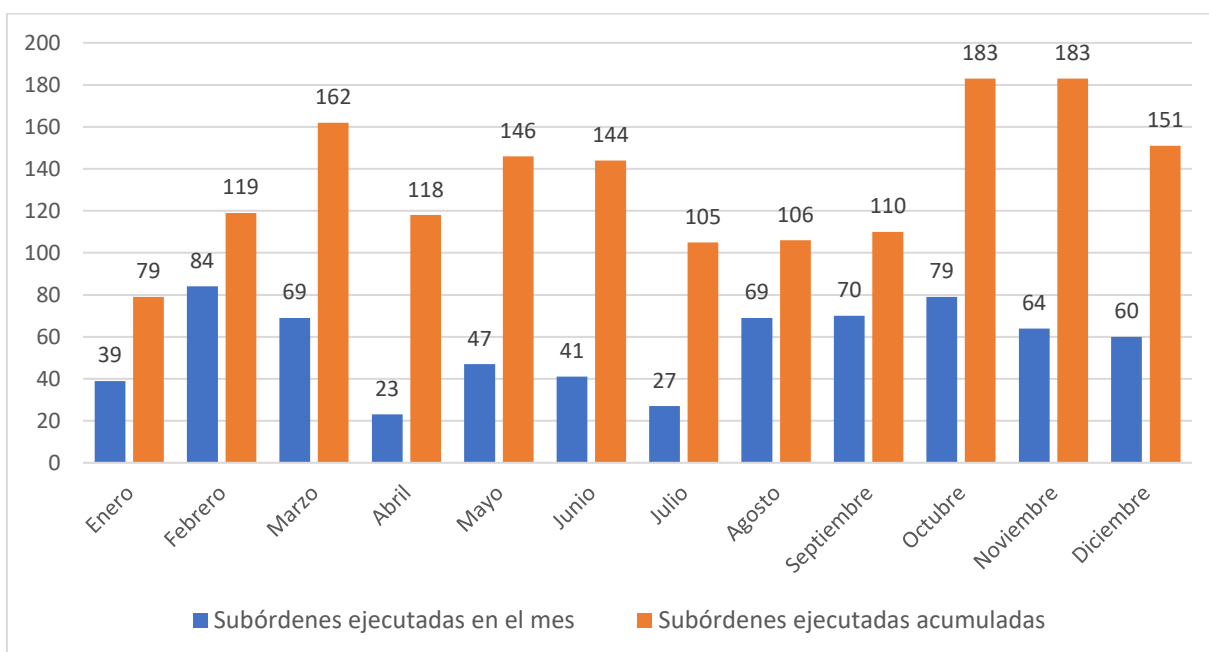
Tabla 5. Cantidad Total de subórdenes asignadas al Proceso IRAF IV Trimestre 2022

Subórdenes Asignadas mes de ingreso de Aviso años 2021 -			
Mes	2022		
	2021	2022	Variación Interanual
Octubre	271	243	-10.33%
Noviembre	354	295	-16.66%
Diciembre	212	196	-7.55%
Total	837	734	-12.31%

Fuente: (IRAF, 2022)

Subórdenes ejecutadas

El siguiente es un resumen de subórdenes ejecutadas durante cada mes, las mismas corresponden tanto a las planificadas que son las que entraron en el mes de estudio y se ejecutaron en el mismo mes, como a las acumuladas que se refiere a las que ingresaron en meses anteriores y se ejecutaron en el mes de estudio.

Gráfico 5. Subórdenes Ejecutadas en el 2022

Fuente: (IRAF, 2022)

Área de instalación de redes

Propiamente en el área de instalación de redes que pertenece a IRAF se establece de uso obligatorio de un manual para la implementación de la infraestructura, que requiera la instalación de cualquier elemento en dichas redes, esto destinado a todo el personal del ICE y terceros contratados. En el caso de que se deba utilizar otro tipo de dispositivo vigente en el mercado, que no esté contemplado dicho manual, se debe aportar un certificado de un laboratorio acreditado con la norma ISO/IEC 17025:2005 que evalúe y certifique las descripciones técnicas de los elementos según sus manuales técnicos y especificaciones de oferta.

Cabe indicar que las especificaciones técnicas, pruebas y materiales, deben ser avalados por las áreas técnicas respectivas y laboratorios de consulta según criterio del ICE.

A continuación se muestran un resumen de las macrounidades ejecutadas durante cada mes del año 2022.

Tabla 6. Unidades macro del área de instalación de redes del año 2022

Mes	KROP (kilómetro de red óptica)	NKAO (kilómetro de acometida óptica instalada)	KRSA (kilómetro de red secundaria cobre)	Postes instalados	Desmantelado de fibra óptica	Desmantelado de postes
Enero	6,795	-	4,105	5	8	112
Febrero	49,464	-	4,35	55	47,107	67
Marzo	46,45	-	17,432	24	47,307	-
Abril	34,134	-	2,75	23	0,49	-
Mayo	43,114	12,7	7,853	12	15,711	19
Junio	68,973	-	10,994	105	15,9	-
Julio	72,309	-	4	14	46,799	88
Agosto	63,359	-	1,45	9	59,8	-
Setiembre	79,899	1,6	1,445	42	63,623	-
Octubre	115,294	-	-	13	8,515	-
Noviembre	126,091	3,45	1,377	13	24,76	115
Diciembre	36,566	-	-	22	5,15	-
Totales	742,45	17,75	55,76	337,00	343,16	401,00

Fuente: (IRAF, 2022)

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las obras que fueron ejecutadas con éxito en el 2022 por parte del área de instalación de redes y resaltadas las del último trimestre de ese año.

Tabla 7. Resumen de obras ejecutadas por el área de instalación de redes del año 2022

Mes	Obras finalizadas en el 2022
Enero	11
Febrero	42
Marzo	27
Abril	15
Mayo	30
Junio	32
Julio	27
Agosto	27
Septiembre	37
Octubre	41
Noviembre	25
Diciembre	35
TOTAL	349

Fuente: (IRAF, 2022)

1.3 Planteamiento del problema

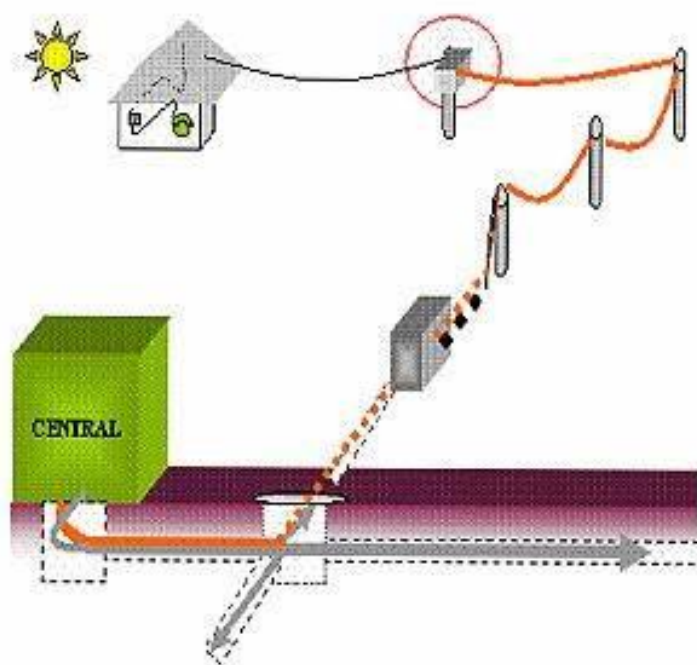
Para planteamiento del problema en este proyecto, por parte de las jefaturas previamente se han detectado grandes diferencias entre los costos reales y los costos presupuestados de la ejecución de las obras de planta externa del área de instalación de redes, los cuales se ven registrados en el sistema oficial SAP. Adicional a este dato se tiene que los costos presupuestados que se calculan previamente a la ejecución de las obras son los que están causando el contraste entre estas cantidades, ya que estos se calculan mediante los estándares usados en el sistema de presupuestación (SIPRE). Por lo tanto, se tiene la oportunidad de mejora de la actualización de estos estándares utilizados debido a que es considerable el tiempo que ha transcurrido desde la última vez que se realizó.

1.3.1 Definición y medición del problema

El problema principalmente se da en las diferencias de los montos de mano de obra viáticos, materiales, equipo y transporte que generan la herramienta de presupuestación

(SIPRE), los cuales son montos estimados para las obras de inversión y gasto que se dan en el proceso IRAF, asimismo estos montos son necesarios para factibilidades previas a la ejecución de algún proyecto u solución. Estos montos, en comparación con los montos reales de cada una de las soluciones ya finiquitadas, representan grandes diferencias, reflejando mediante los costos los contrastes que se tienen conforme a los estándares utilizados en el sistema de presupuestación (SIPRE). Y de acá surge la oportunidad de la actualización de los estándares empleados en el sistema que permita una mejor confiabilidad de los datos presupuestados debido a que es considerable el tiempo que ha transcurrido desde la última vez que se realizó una actualización de los estándares.

Figura 4. Diagrama Red de Telecomunicaciones



Fuente: Manual para la instalación de cables de fibra óptica

A continuación, se muestra un ejemplo de la presupuestación de una obra de instalación de red de fibra óptica.

En la tabla 8 se puede mostrar las unidades de planta generales utilizadas para realizar el presupuesto en SIPRE.

Tabla 8. Unidades de planta instalación de redes

UNIDADES DE PLANTA, EQUIPO, TRANSPORTE Y MAQUINARIA			
Código	Descripción	Unidad	Cant.
TC0310	Vestir poste de concreto 12 Metros (*)	U	12
TC3402	Desramar 1 metro	M	250
TC4003	Visita inspección a obras	U	1
TC4108	Cable 12 fibras ópticas ADSS (Aéreo) Punteado (*)	M	360
TC4110	Cable 48 fibras ópticas ADSS (Aéreo) Punteado (*)	M	942
TC4114	Confección de rollos reserva aéreo (*)	U	4
TRANSPORTE	Camión grande 4x2	-	1
MAQUINARIA	Motosierra Telescópica	-	1
TRANSPORTE	Pick-up Doble Cabina 4X4	-	1

Fuente: Manual para la instalación de cables de fibra óptica

En la figura 5 se muestra los rubros presupuestados como resultado de la herramienta de presupuestación (SIPRE):

Figura 5. Presupuesto SIPRE

HORAS HOMBRE	164.54	MANO DE OBRA	1,198,900
FINANCIACION EXTERNA	0.00	VIATICOS	590,000
FINANCIACION LOCAL	703,100.00	MATERIALES	703,100
INTERNAMIENTO Y BODEGAJE	0.00	EQUIPO Y TRANSPORTES	863,000
DURACION EN SEMANAS	0.63	(A) SUBTOTAL	3,355,000
TIPO DE CAMBIO	0.00	APLICACION GASTOS DISTRIBUIBLES	
LEYES SOCIALES (45%)	0.00	(B) COSTOS GESTION PRODUCTIVA (12.% DE A)	402,600
		(C) SUBTOTAL (A + B)	3,757,600
		(D) INSTITUCIONALES (0% DE C)	0
		(E) FINANCIERO (0% DE C)	0
		(F) TOTAL DISTRIBUIBLES (B + D + E)	402,600
		(G) TOTAL (A + F)	3,757,600

Fuente: Sistema de presupuestación (SIPRE)

En la figura 6 se muestra un resumen comparativo entre los rubros presupuestados como estimados y los gastos reales que se realizaron a la obra.

Figura 6. Resumen de gastos de Obras en SAP

Grupo/Denomin.	CstEstim.	Cst.reales	Moneda
Costes	3.757.600,00	2.268.223,75	CRC
• INDIRECTOS	402.600,00	0,00	CRC
• MATERIALES Y REPUESTOS	703.100,00	80.224,00	CRC
• OTROS COSTOS	590.000,00	0,00	CRC
• PUESTOS DE TRABAJO	1.198.900,00	1.458.199,71	CRC
• SERVICIOS EXTERNOS	0,00	729.800,04	CRC
• USO DE EQUIPO	863.000,00	0,00	CRC

Fuente: SAP

Donde:

- MANO DE OBRA = PUESTOS DE TRABAJO
- VIÁTICOS = OTROS COSTOS
- MATERIALES = MATERIALES Y REPUESTOS
- EQUIPO Y TRANSPORTES = USO DEL EQUIPO
- COSTOS GESTIÓN PRODUCTIVA = INDIRECTOS

1.3.2 Justificación del proyecto

Actualmente, se están reflejando grandes diferencias entre los costos presupuestados por parte del área de control de la gestión mediante el sistema de presupuestación y los costos reales en los que se están incurriendo en cada obra ejecutada por el área de instalación de redes. Por lo que se hace necesario una revisión y actualización de los estándares de las unidades utilizadas en el sistema de presupuestación (SIPRE), las cuales permiten generar los costos presupuestados en cada obra, para que de esta manera puedan estar optimizadas y permitan una mejor confiabilidad cuando se emitan los presupuestos tanto para la ejecución de los trabajos cotidianos como para factibilidades. Asimismo, se hace necesario dicha actualización debido a la gran cantidad de tiempo que estos estándares no se han podido actualizar, ya que se ha dado prioridad a otras solicitudes.

1.4 Objetivos del proyecto

1.4.1 Objetivo general

- Optimizar los estándares de las actividades de ejecución de obras mediante la actualización de tiempos de ejecución de las obras de instalación de redes, con el fin de minimizar la brecha entre los parámetros presupuestados y lo que gastos reales de ejecución de los trabajos para poder tener un estándar más confiable y de alta calidad.

1.4.2 Objetivos específicos

- Definir los parámetros operacionales y procedimientos de ejecución de las cuadrillas que actualmente ejecutan el proceso de instalación de redes.
- Realizar un levantamiento de los tiempos de ejecución de las obras asignadas a las cuadrillas de instalación de redes para conocer el tiempo estándar de la producción.
- Analizar una alternativa de solución que se ajuste a las mejoras que se implementen para que disminuya el tiempo de la operación en la ejecución de las obras.
- Mejorar los estándares para poder modificarlos en el sistema de presupuestación y así tener un dato más cercano a la realidad a partir de los análisis que permitan la reducción del tiempo actual del proceso y la disminución de los costos presupuestados.
- Evaluar el impacto que se dará al implementar la actualización de los estándares del área de instalación de redes, mediante la comparación entre los costos estimados y los costos reales de las obras ejecutadas.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

El proyecto se desarrollará en el área llamada instalación de redes de nueva generación, la cual pertenece a una de las cinco subáreas del proceso de implementación de red de acceso fijo, enfocándose en la actualización de los estándares de las macro actividades más importantes ejecutadas por dicha área.

Analizar los tiempos de producción de las actividades ejecutadas por los empleados de instalación de redes para optimizar los estándares presupuestados y disminuir la brecha entre los costos reales y los presupuestados.

1.5.2 Limitaciones

Por ser un trabajo en planta externa, se complica las salidas al campo para la toma de los tiempos de la ejecución de las obras, además de la coordinación para que estas visitas puedan tener un ambiente óptimo para una buena toma de tiempos.

Capítulo II. Marco teórico

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

En este capítulo se pretende introducir diversos conceptos y herramientas estadísticas básicas que ayudarán al desarrollo y mejora. A continuación, se presentan algunos de estos elementos para ampliar conceptos que favorecerán el estudio del contenido mediante herramientas de ingeniería industrial tales como: Six Sigma, DMAIC, también herramientas de calidad como el Focus Group para obtener datos y opiniones de los expertos en los procesos, Diagrama de Pareto para priorizar el análisis, Diagrama Ishikawa para establecer posibles causas en la etapa de medición, Diagrama de Flujo es importante para entender el proceso, lluvia de ideas para poder obtener diferentes soluciones de las partes implicadas que puedan aportar a la o las soluciones del problema entre otros conceptos que se irán mencionando y desarrollando.

2.1.1 Estadística

La estadística ocupa de los métodos científicos que se utilizan para recolectar, organizar, resumir, presentar y analizar datos, así como para obtener conclusiones válidas y tomar decisiones razonables con base en este análisis. El término estadística también se usa para denotar los datos o los números que se obtienen de esos datos. (Spiegel, 2009)

El muestreo estadístico es una herramienta de investigación para determinar que parte de la población es esencial para el desarrollo del estudio. Esta muestra debe representar de manera adecuada a la población, para evitar errores de muestreos.

El tamaño de muestra es de su suma importancia, ya que esta permite ser representativa y que la recolección de datos se ejecute en un menor tiempo.

Existen dos tipos de poblaciones: La finita que está formada por un número limitado de elementos, y la población infinita está formada por un número ilimitado de elementos.

Para el cálculo del tamaño de muestra para una población finita se utiliza la siguiente fórmula estadística para definir tamaño de muestra.

Figura 7. *Formula muestreo estadístico de la población finita*

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Fuente: Elaboración propia

Se detalla el significado de cada elemento de la fórmula anterior:

- n: Tamaño de la muestra.
- N: tamaño de la población en estudio.
- Z: Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza, grado de certeza o probabilidad expresado en porcentaje con el que se pretende realizar la estimación de un parámetro a través de un estadístico muestral. Está asociada a una distribución normal.
- e: Error de estimación máximo aceptado, cantidad de error de muestreo aleatorio como resultado de la elaboración de la investigación, con el criterio de certeza que el investigador desee.
- p: Probabilidad de éxito de que ocurra el evento estudiado. Si no se conoce el valor de “p” se le asigna el 50% de que ocurra el evento y el 50% de que no ocurra el evento.
- q = (1-p): Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

2.1.2 Focus group

El Focus Group (grupo focal) es una técnica que centra su atención en la pluralidad de respuestas obtenidas de un grupo de personas, y es definida como una técnica de la investigación cualitativa cuyo objetivo es la obtención de datos por medio de la percepción, los sentimientos, las actitudes y las opiniones de grupos de personas. (Gómez, 2008)

El objetivo de esta técnica es enumerar las causas que están generando el problema, involucrando a los expertos del proceso para que comenten o brinden información de los problemas de mayor relevancia que se presentan en las actividades que desarrollan. Esta recolección de información se realiza por medio de la interacción y comunicación de los participantes, compartiendo sus ideas, observaciones y comentarios de manera natural, permitiendo que los investigadores, en su rol de observadores, puedan obtener información, la cual es documentada para el análisis durante la investigación.

2.1.3 Entrevistas y encuestas

La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. (Casas Anguita et al., 2003)

Es una técnica de investigación que se efectúa mediante la elaboración de cuestionarios y entrevistas de manera verbal o escrita que se hace a una población, esta generalmente se hace a un grupo de personas y pocas veces a un solo individuo, el propósito es el de obtener información mediante el acopio de datos cuyo análisis e interpretación permiten tener una idea de la realidad para sugerir hipótesis y poder dirigir las fases de investigación. Se deben complementar con otros métodos, permitiendo el seguimiento de resultados inesperados, validando otros métodos y profundizando en las razones de las respuestas de las personas. (Parí & Sánchez, 2011)

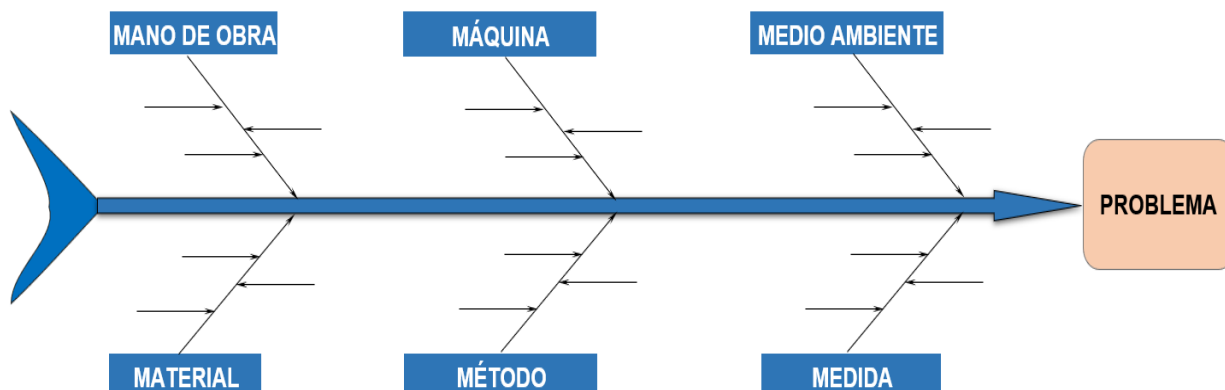
Las encuestas o entrevistas se pueden aplicar a las personas involucradas con los procesos o segmentos de interés que se desean analizar, ya que la recolección de la información, conocimientos, experiencias y opiniones de las personas seleccionadas van a ser más fiables.

2.1.4 Diagrama de Ishikawa

Al realizar el diagrama de Ishikawa o también llamado diagrama causa-efecto, se facilita un análisis con sumo cuidado los diferentes tipos de causas y subcausas raíz que provocan el problema en estudio. Esto permite ver la incidencia que tiene un cambio en las condiciones de trabajo sobre las características de calidad para facilitar un resultado óptimo en el entendimiento de las causas que originan un problema, con lo que puede ser posible la solución de este. Mediante este método se pueden agrupar las causas del problema expuesto, separándolos según sea su naturaleza, y permitiendo observar cada uno de los detalles que contribuyen a que se manifiesten estas causas, revelando cuáles son las características más importantes para atender e identificar inconvenientes de calidad.

Según (Baca, 2007) “El diagrama de Ishikawa puede ser utilizado y aplicado en el análisis de cualquier proceso (administrativo, operativo, entre otros.), pues tiene una estructura genérica. La base para realizar un diagrama de Ishikawa es la estratificación de la información, ya que esta representará la entrada del diagrama y, basándose en ella, se analizarán los posibles factores causales de un efecto determinado.” Los equipos de trabajo que se integran para llevar a cabo un diagrama de causa y efecto deben estar comprometidos con la mejora y tener conocimiento sobre el problema que será analizado.

Figura 8. Esquema diagrama Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

2.1.5 Diagrama de Pareto

Según (Baca, 2007) el diagrama de Pareto: “Es una herramienta que sirve para determinar el orden de importancia de las causas de un efecto determinado; en otras palabras, proporciona información sobre las causas más importantes que provocan un problema. El diagrama de Pareto es un gráfico de barras combinado con una curva de tipo creciente que indica el porcentaje que representan los datos graficados en las barras.”

Además, según (Heizer, 2009) dice que es “un método empleado para organizar errores, problemas o defectos, con el propósito de ayudar a enfocar los esfuerzos para encontrar la solución de problemas. Tienen como base el trabajo de Vilfredo Pareto, un economista del siglo XIX. Joseph M. Juran popularizó el trabajo de Pareto cuando sugirió que el 80% de los problemas de una empresa son resultado de solo un 20% de causas”.

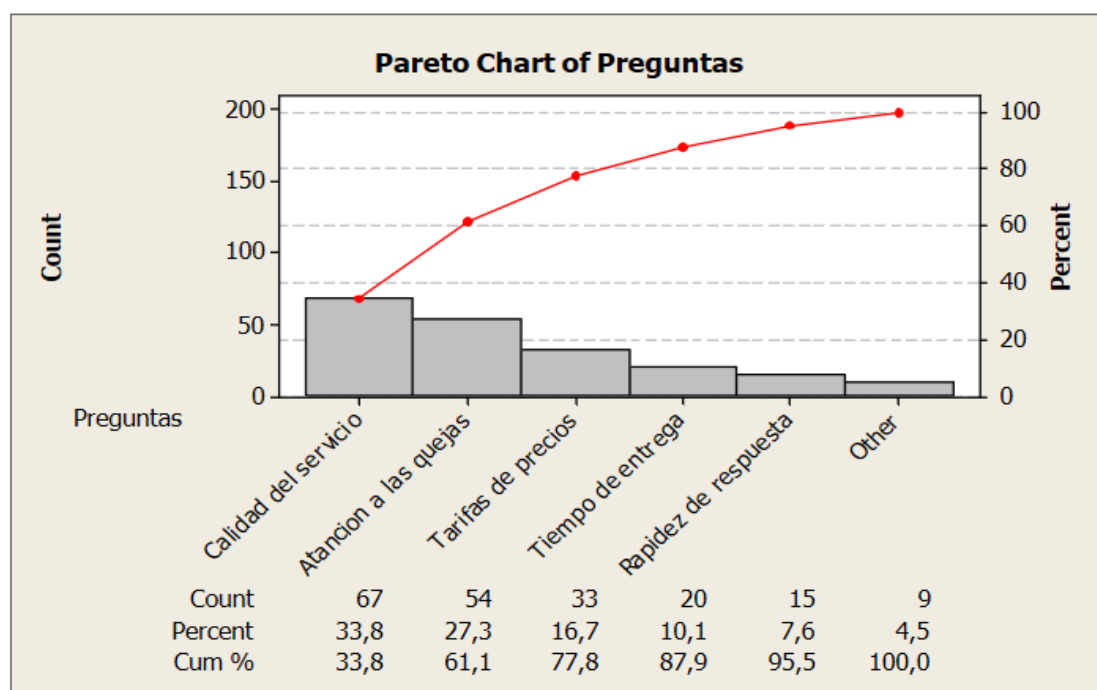
Estos diagramas se usaron en un principio para establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización, el mismo facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicossomáticos.

El análisis del producto por su valor enlista los productos en orden descendente de acuerdo con su contribución individual a la empresa tal y como sucede en la empresa en estudio, además de enlistar la contribución total de la atención del producto o servicio. Una baja contribución unitaria de un producto en particular se vería sustancialmente distinta si representara una parte importante de las ventas de la compañía.

El informe del servicio por su valor permite a la administración evaluar las posibles estrategias apropiadas para determinado servicio. Dicho informe enfoca la atención de la administración en la dirección estratégica del servicio.

Esta herramienta ayuda a monitorear el proceso y a detectar gráficamente las áreas problemáticas, y sugiere formas en las que estas pueden mejorarse.

Figura 9. Ejemplo diagrama de Pareto





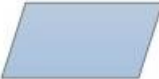
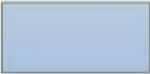

Fuente: (Michelena-Fernández, 2011)

2.1.6 Diagramas de flujo

Según (Gutiérrez Pulido, 2013) “Es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso. Por medio de este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; asimismo, es de utilidad para analizar y mejorar el proceso.”

Estos presentan gráficamente un proceso o sistema utilizando cuadros y líneas interconectadas, pueden ser verticales, horizontales, panorámicos o arquitectónicos, son sencillos, aunque son excelentes cuando se busca explicar un proceso o se pretende que tenga sentido. Este gráfico muestra un proceso mediante el uso de una simbología para identificar decisiones, entradas, salidas, procesos, entre otros. El mismo debe de tener información clara, concisa y ordenada de cada uno de los pasos a seguir.

Figura 10. Simbología de diagramas de flujo

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Fuente: («Diagrama de Flujo - Concepto, proceso, simbología y ejemplos», s. f.)

2.1.7 Diagrama de flujo vertical o Cursograma

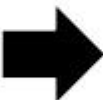


También denominado gráfico de análisis del proceso. Es un gráfico en donde existen columnas y líneas. En las columnas están los símbolos de operación, transporte, control, espera y archivo, el espacio recorrido para la ejecución y el tiempo invertido, estas dos últimas son opcionales de inclusión en el diagrama de flujo. En las líneas se destaca la secuencia de los pasos y se hace referencia en cada paso a los funcionarios involucrados en la rutina. Este tipo de diagrama es extremadamente útil para armar un procedimiento, ayudar en la capacitación del personal y racionalizar el trabajo. (Estado, 2009)

Los diagramas de flujo de este tipo se dividen en 5 categorías de actividades generales:

- Operación: la cual modifica, crea o agrega algún aspecto al producto.
- Transporte: cuando se mueve el objeto de estudio de un lugar a otro.
- Inspección: comprueba algunas consideraciones del producto o proceso, pero sin realizarle ningún tipo de acción o cambio. Ejemplos de la categoría de inspección serían el control de calidad y/o cantidad.
- Espera: se presenta cuando el producto queda detenido en espera de una acción posterior.
- Almacenaje: ocurre cuando los productos son almacenados o dispuestos en una zona a espera de usarse después.

Estas actividades poseen la siguiente simbología dentro del diagrama:

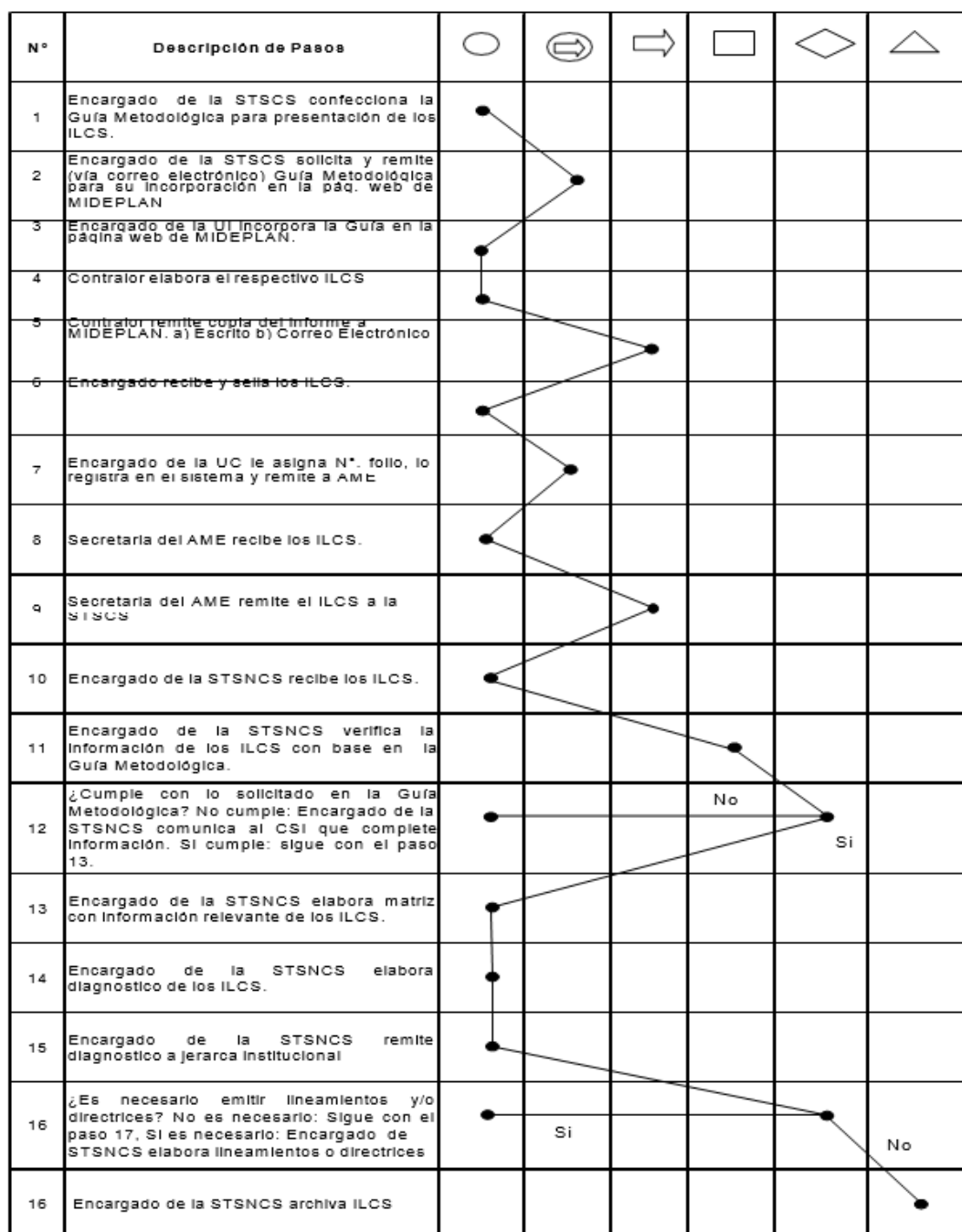
Figura 11. Simbología ASME (American Society of Mechanical Engineers)

Símbolos	Nombre
	Operación
	Inspección
	Transporte
	Espera
	Almacenamiento

Fuente:(Sanchis - Diagramación de Procesos.pdf, s. f.)

A continuación, se muestra un ejemplo de un diagrama de flujo vertical o cursograma con sus respectivas actividades de las que se describen e indican en qué categoría se encuentra cada paso.

Figura 12. Ejemplo de diagrama de flujo vertical o cursograma



Fuente: (Estado, 2009)

2.1.8 Metodología de las 5's

La 5's son una herramienta en pro de la eficacia y la eficiencia de las organizaciones; se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, organizadas y seguras, es decir, se trata de estampar mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5's provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana (Rodríguez, 2009). La implantación de las 5's sigue un proceso establecido en cinco pasos, cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos. (Rajadell Carreras, 2010)

Figura 13. Metodología 5's



Fuente: (ZAVALA AGUAYO BYRON LUIS-ANALISIS DE LA HERRAMIENTA 5S.pdf, s. f.)

2.1.8.1 Seiri - Clarificar

Consiste en separar los elementos necesarios de los innecesarios y retirar los últimos del lugar de trabajo, con el objetivo de mantener únicamente aquello que es verdaderamente útil para determinada labor y a la vez establecer un sistema de control que facilite la identificación y el retiro o eliminación de los elementos que no se utilizan. (Cardoza, 2010)

Algunos objetivos del Seiri son:

- Mejorar y facilitar la visibilidad de los materiales, documentos y otros.
- Prevenir accidentes y errores humanos por la presencia de objetos innecesarios.
- Hacer uso efectivo del espacio físico dentro las empresas u organizaciones.
- Eliminar el almacenamiento de objetos innecesarios.

Entre los beneficios del Seiri se pueden mencionar:

- Libera espacios ocupados por cosas innecesarias.
- Convierte lugares de trabajo en sitios más seguros.
- Facilita visualizar herramientas, equipos, materiales, documentos, entre otros elementos de trabajo.
- Aumenta la visibilidad parcial o total en las áreas de trabajo.
- Reduce el tiempo en la búsqueda de elementos necesario para las labores.
- Reduce el deterioro de herramientas, equipos, materiales, documentos, entre otros elementos de trabajo por estar almacenados en sitios mal organizados.
- Mejora el control de los inventarios que se van agotando.
- Fomenta hábitos de no continuar almacenando objetos en sitios inapropiados.
- Incrementa los movimientos de traslado de un lugar a otro de manera efectiva.

2.1.8.2 Seiton - Ordenar

Consiste en ordenar y acomodar los elementos necesarios de manera que facilite la búsqueda, identificación, acceso, retiro y devolución en cualquier momento. Una vez que los elementos innecesarios han sido eliminados, entonces se procede a organizar el lugar de trabajo. Para realizar el ordenamiento de los elementos necesarios se requiere definir el sitio más adecuado para colocarlos de acuerdo con la funcionalidad. (Cardoza, 2010)

Algunos objetivos del Seiton son:

- Reducir el tiempo de búsqueda y movimiento de objetos.
- Prevenir pérdidas de materiales y materia prima por deterioro.
- Mejorar la identificación de los objetos.

Entre los beneficios del Seiton se pueden mencionar:

- Facilidad y seguridad para realizar la limpieza.
- Acceso rápido a elementos de trabajo.
- Mejora la imagen de la planta.
- Elimina riesgos potenciales mediante la demarcación de áreas peligrosas y zonas de tránsito.

2.1.8.3 Seiso - Limpiar

Sentido de la limpieza, donde se realizan actividades de limpiar, lavar e inspeccionar.

Consiste en eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de trabajo y de las instalaciones de la empresa. Desde el punto de vista del Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en inglés). Seiso implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza, identificando los problemas de fugas, averías o fallas. (Abuhadba Ortiz, 2017)

Esta etapa se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad para producir artículos de calidad. Asimismo, este no implica únicamente mantener los equipos dentro de una estética agradable, sino hacer una inspección minuciosa. Para ellos se requiere un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación, para que, de esta manera, se tomen acciones para eliminar dichas causas, de lo contrario sería imposible mantener limpia y en buen estado el área de trabajo. (Abuhadba Ortiz, 2017)

Algunos objetivos del Seiso son:

- Seguridad en el lugar de trabajo.
- Evitar que la suciedad y el polvo se adhieran al producto final y se acumulen en el lugar de trabajo.
- Visualizar algún tipo de fuga de algún fluido en las maquinarias.
- Revisar la maquinaria y equipo, aunque se encuentran en buenas condiciones.
- Evitar que cualquier tipo de suciedad afecte el rendimiento de las máquinas.

Entre los beneficios del Seiso se pueden mencionar:

- Aumenta la funcionalidad y vida útil del equipo, herramienta y demás objetos.
- Reduce el riesgo potencial de accidentes laborales.
- Indica fácilmente cuando existe derrame de líquidos de los equipos o máquinas.
- Mejora la calidad del producto y se evitan el deterioro por suciedad y contaminación.

2.1.8.4 Seiketsu - Estandarizar

Sentido de normalización o estandarización, consiste en hacer las cosas de manera semejante o estandarizada al mantener las tres primeras etapas de esta metodología.

La limpieza estandarizada difiere de la organización, orden y limpieza. Estos tres primeros pilares son más bien actividades, algo que “hacemos”. En contraste, la limpieza estandarizada no es una actividad, es un estado, significa mantener consistentemente la organización, orden y limpieza. (Abuhadba Ortiz, 2017)

Se define como crear un estado óptimo de las tres primeras “S”, con el fin de mantener los beneficios alcanzados, por medio del establecimiento y respeto a las normas que permitan elevar los niveles de eficiencia en el lugar de trabajo. Mostrando la acción por mantener la limpieza de elementos, áreas de trabajo y reducir los niveles de suciedad de cualquier tipo, para generar un ambiente agradable y de bienestar para los involucrados.

Con aplicación constante de las tres primeras “S”, se facilita detectar problemas que aparentemente son invisibles, el cual ayudará a revelar anomalías a tiempo que ocasiona un lugar desordenado y sucio. Para ello se deben tomar acciones que den solución a los problemas.

Con la estandarización de las actividades de clasificación, orden y limpieza, se trata de mantener la eficacia de seiketsu que evite a toda costa retroceder a una situación similar a la inicial o aún peor.

Una característica que tiene seiri, seiton, seiso y seiketsu es que todas comienzan con el vocablo japonés “sei”, pero su significado en las dos primeras palabras es diferente y las dos subsecuentes, es decir, seiri y seiton tienen el significado enfocado al orden, mientras que seiso y seiketsu denotan un significado de pulcritud. (Abuhadba Ortiz, 2017)

Algunos objetivos del seiketsu son:

- Visualizar y estandarizar los procedimientos de operación diaria.
- Minimizar las causas que provocan suciedad y ambiente no confortable en el lugar de trabajo.
- Disminuir el tiempo en la realización de las tres “S” anteriores.
- Proteger a los trabajadores de condiciones inseguras.

Entre los beneficios del Seiketsu se pueden mencionar:

- Evita errores que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales.
- Crea un ambiente propicio para desarrollar el trabajo.
- Generar un hábito para mantener impecable el sitio de trabajo de forma permanente para bienestar del personal.

2.1.8.5 Shitsuke - Disciplina

Esta etapa final de las 5S consiste en respetar las reglas por convencimiento propio y cambiar los hábitos de trabajo mediante la continuidad y la práctica. (Abuhadba Ortiz, 2017)

Disciplina: Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas. En su concepción etimológica, la palabra shitsuke proviene de la unión de dos vocablos del idioma japonés que denotan una actitud positiva, buena disposición, buen

comportamiento hacia los demás, y obediencia a las normas y reglas. (Abuhadba Ortiz, 2017)

La disciplina debe ser reconocida como la parte más importante a impulsar porque su aplicación hace que evolucionen las 4S anteriores. Además, demostrar un espíritu proactivo que impulse la realización de las actividades de mejora, teniendo la certeza que los beneficios serán mayores cuando existe una consistencia en lo que se hace, tanto en la empresa como en la vida personal, de manera que se obtengan grandes y mejores resultados, es decir, cuando todos los empleados demuestran una disciplina, la empresa obtendrá increíbles resultados en la calidad y productividad.

Para ello, es necesaria arraigarla a la cultura de trabajo, requiriendo de constancia, esfuerzo y perseverancia que garantice la plena implementación de las 5S y cumpliendo diariamente con el mejoramiento continuo.

Con una disciplina facilita el proceso de perfeccionamiento de la cultura de autocontrol, es decir, una actitud a seguir con lo que se ha decidido hacer, por ejemplo: mejorar el área de trabajo. (Abuhadba Ortiz, 2017)

Algunos objetivos del shitsuke son:

- Respetar los procedimientos de acuerdo con las responsabilidades y deberes acordados.
- Fomentar nuevas costumbres al cambiar hábitos erróneos.
- Involucrar al personal de la empresa en evaluación de tareas.
- Desarrollar el liderazgo en los equipos de mejoras.
- Capacitar al personal en planes de mejora.

Entre los beneficios del shitsuke se pueden mencionar:

- Fomenta el respeto a las normas establecidas y respeto entre las personas y la organización.

- Se crea una disciplina para cambiar hábitos.
- Se genera el convencimiento de lo que significa realizar mejoras en su lugar de trabajo.
- Mejora el aspecto del sitio de trabajo.

2.1.9 Lluvia de ideas

Según (Conexión Esan, 2020), el brainstorming o lluvia de ideas, como se la conoce popularmente, es una herramienta de trabajo que potencia la creatividad de los equipos para encontrar soluciones a situaciones concretas. Generalmente, estas sesiones de *brainstorming* se hacen en un ambiente más relajado, pues el objetivo principal es que las ideas fluyan evitando las críticas negativas. Además, esta técnica ayuda a que las ideas fluyan entre las personas que participan en la actividad.

La lluvia de ideas es una técnica de gran utilidad para el trabajo en equipo, ya que promueve análisis, aporte de soluciones, potencia la creatividad, mejora el proceso de toma de decisiones, crea el diálogo y la discusión con respecto a un problema, por lo tanto, genera ideas creativas y originales.

Esta técnica permite intercambiar ideas con los demás miembros del equipo, sean buenas o no son tomadas en cuenta para generar una solución de mejora idónea, un problema o situación del proceso a evaluar.

Figura 14. Tormenta de ideas



Fuente: Elaboración propia

2.1.10 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es un método que sirve para determinar un día de trabajo justo, su objetivo es disminuir los tiempos de producción de un bien, por medio de la aplicación de técnicas que permitan incrementar la eficiencia, con la finalidad principal de eliminar los conocidos tiempos muertos, reducir los movimientos innecesarios, sin afectar a la calidad del producto y disminuir el costo de fabricación.

Según la Organización Internacional del trabajo, "El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar las actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando". (*Estudio del trabajo*, s. f.)

Los estándares de tiempo establecidos hacen posible incrementar la eficiencia del equipo y el personal operativo, caso contrario a que los estándares estén mal establecidos, aunque es mejor tenerlos que no tener estándares, conducen a costos altos,

inconformidades del personal y posiblemente fallas de toda la empresa. Esto puede conducir a una diferencia entre el éxito y el fracaso de un negocio.

Los estándares son el resultado final del estudio de tiempos o de la medición del trabajo. Esta técnica establece un estándar de tiempo permitido para llevar a cabo una determinada tarea, con base en las mediciones del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y retardos inevitables del personal, además de tablas de valoración de este tomando en cuenta las habilidades del colaborador. Los expertos en el estudio del tiempo utilizan varias técnicas para establecer un estándar: estudio cronometrado de tiempos, recolección computarizada de datos, datos estándares, sistemas de tiempos predeterminados, muestreo del trabajo y pronósticos con base en datos históricos. Cada técnica es aplicable en ciertas condiciones. Los analistas del estudio de tiempos deben saber cuándo emplear una técnica determinada y deben utilizarla con criterio y en forma correcta. Los estándares que resulten se usan para implantar un esquema de pago de salarios. En muchas compañías, en particular en pequeñas empresas, la actividad de pago de salarios es llevada a cabo por el mismo grupo responsable de establecer métodos y estándares del trabajo. También, la actividad del pago de salarios se realiza en conjunto con las personas responsables de efectuar los análisis y evaluaciones del trabajo, de tal manera que estas dos actividades íntimamente relacionadas funcionen apropiadamente. (Niebel & Freivalds, 2009)

2.1.11 5 Por qué's

Los 5 porqués típicamente se refieren a la práctica de preguntar 5 veces por qué el fallo ha ocurrido, a fin de obtener la causa o las causas raíz del problema. Ninguna técnica especial o forma es requerida, pero los resultados deben ser capturados en una hoja de trabajo. Los 5 porqués es una excelente técnica para abordar un simple análisis de causa raíz. (Acosta, 2017)

Esta técnica puede ser usada para asegurar que las causas tomadas en la lluvia de ideas sean relacionadas con la causa principal del problema.

Figura 15. 5 porqués

5 porqués						
Problema en estudio	¿Por qué? 1	¿Por qué? 2	¿Por qué? 3	¿Por qué? 4	¿Por qué? 5	Resultado de análisis

Fuente: Elaboración propia

2.1.12 Diagrama de Gantt

Esta herramienta permite identificar las actividades en que los recursos se estarán utilizando en un periodo determinado de forma gráfica.

Según (Hinojosa, 2003), los cronogramas de barras o “gráficos de Gantt” fueron concebidos por el ingeniero norteamericano Henry L. Gantt, uno de los precursores de la ingeniería industrial contemporánea de Taylor. Gantt procuro resolver el problema de la programación de actividades, es decir, su distribución conforme a un calendario, de manera tal que se pudiese visualizar el periodo de duración de cada actividad, sus fechas de iniciación y terminación e igualmente el tiempo total requerido para la ejecución de un trabajo. El instrumento que desarrolló permite también que se siga el curso de cada actividad, al proporcionar información del porcentaje ejecutado de cada una de ellas, así como el grado de adelanto o atraso con respecto al plazo previsto.

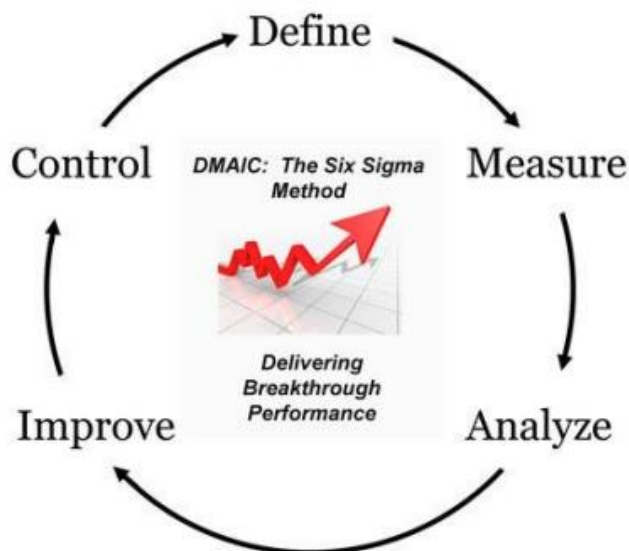
2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

Para la gestión del proyecto y con base en las metodologías de la ingeniería industrial se contempla utilizar la metodología DMAIC para que nos ayude a recopilar información, detectar errores y llevar un registro de medidas correctivas. La metodología de DMAIC (por sus siglas en inglés Define-Measure-Analyze-Improve-Control), es un método de “Six Sigma” que a menudo se usa para aproximarse a la solución de un problema existente.

Según (González et al., 2021) se puede describir que DMAIC es una herramienta metodológica enfocada en la mejora incremental de procesos existentes. Se trata de una metodología de resolución de problemas sobre procesos ya creados y forma parte del sistema de gestión six sigma. Dentro de este análisis, se llevan a cabo diferentes estudios para poder efectuar cambios y analizar los datos resultantes.

Está estructurado por cinco fases en las cuales se abordan todos los temas de relevancia para aplicar en un proyecto de ingeniería. Asimismo, cada fase está conformada por herramientas aplicativas que son las que colaboran para un resultado acertado. (Membrado Martínez, 2014).

Figura 16. Etapas del DMAIC



Fuente: (Universitat Politècnica de València, 2014)

Se utilizan como un todo debido a que los 5 elementos o temas que lo conforman y ayudan a la caracterización de un problema en estudio.

- Definir: ¿Qué es lo importante?
- Medir: ¿Cómo lo estamos haciendo ahora?
- Analizar: ¿Qué está mal?
- Mejorar: ¿Qué necesito hacer?
- Controlar: ¿Cómo garantizo el desempeño?

El planteamiento común de los proyectos de Six-Sigma es la metodología DMAIC desarrollada por General Electric, tal y como se describe a continuación:

Definir el cliente, sus requerimientos críticos y el proceso central de negocio involucrado.

- Identificar a los clientes y sus prioridades.
- Identificar un proyecto adecuado para los esfuerzos de Six-Sigma basado en los objetivos de la empresa, así como en las necesidades y retroalimentación de los

clientes.

- Identificar las características relevantes para la calidad (CTQ: critical to quality) que el cliente considera que influyen más en la calidad. (Chase, 2014)

Medir el desempeño del proceso de negocio involucrado.

- Determinar cómo medir el proceso y cómo se ejecuta.
- Identificar los procesos internos claves que influyen en las características cruciales para la calidad y medir los defectos que se generan actualmente en relación con esos procesos. (Chase, 2014)

Analizar los datos recolectados y el mapa del proceso para determinar las causas de los que generan el problema y las oportunidades de mejora.

- Determinar las causas más probables de los defectos.
- Entender por qué se generan los defectos identificando las variables clave que tienen más probabilidades de producir variaciones en los procesos. (Chase, 2014)

Mejorar el proceso meta mediante el diseño de soluciones creativas para corregir y prevenir problemas.

- Identificar los medios para eliminar las causas de los defectos.
- Confirmar las variables clave y cuantificar sus efectos en las características cruciales para la calidad.
- Identificar los márgenes máximos de aceptación de las variables clave y un sistema para medirlas desviaciones de dichas variables.
- Modificar los procesos para estar dentro de los límites apropiados.

Controlar las mejoras para mantener el proceso en el nuevo curso.

- Determinar cómo mantener las mejoras.
- Fijar herramientas para que las variables clave se mantengan dentro de los límites máximos de aceptación en el proceso modificado. (Chase, 2014)

Siempre se deben tener presente la recolección de datos, técnicas y emplear una adecuada guía para encontrar el correcto diagnóstico del problema.

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

Este proyecto tiene como finalidad la reducción de la brecha que poseen los costos estimados versus los costos reales de la ejecución de las obras de instalación de redes. Para esto, se pretende realizar un estudio de tiempos de cada operación en las actividades realizadas desde un inicio de la ejecución de las obras, con el fin de recolectar toda la información relacionada con el proceso.

Se hará un análisis de los datos mediante herramientas con soporte ingenieril para que de esta manera instaurar la causa raíz que aumenta el tiempo de ejecución actualmente. Posteriormente, con un mejor estudio de tiempos de cada una de las operaciones, buscar un mejor balance de las actividades y mejor utilización de los recursos que conforman la ejecución de las obras.

Este estudio permitirá modificar y disminuir los tiempos de ejecución y optimizar los estándares que se tienen en el SIPRE dando como resultado la reducción de costos y aumento en la productividad del área en mención, disminuyendo la brecha que existe actualmente con los costos estimados y los reales.

Su finalidad es aplicada o práctica, debido a que se modifican algunos estándares ya existentes y se actualizan los datos, resolviendo problemas prácticos inmediatos con las herramientas de la ingeniería industrial, es decir; se conoce del problema, se investiga, se detalla, se buscan posibles soluciones y luego se toman decisiones para poder resolverlo.

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

Este proyecto se enfoca en actualizar los estándares de las actividades realizadas por el área de instalación de redes mediante el estudio de tiempos para buscar disminuir la brecha que existe entre los costos presupuestados y los costos reales de producción, definiendo las posibles causas de la baja productividad de la línea.

Por esa razón, se ha analizado algunos trabajos de investigación, los cuales se enfocan o se relacionan con el aumento de la productividad de procesos de producción enfocados en el estudio de tiempos y movimientos.

A continuación, se citan las que más se relacionan con el proyecto que se está trabajando:

- En su investigación (Villegas, 2014), demostró la importancia que tiene el estudio tiempos y movimientos para mejorar la productividad en las microempresas instaladoras de aluminio y vidrio de la cabecera departamental de Retalhuleu, Guatemala. Para ello, su objetivo general fue determinar la utilización y el establecimiento del estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en las microempresas que se dedican a elaborar e instalar ventanas de aluminio y vidrio. Este estudio concluyó que no se utilizaba estudio de tiempos y movimientos, el personal desconocía de qué se trata, no sabían los beneficios y la importancia que conlleva un estudio de esta clase, siendo este estudio una herramienta muy importante para mejorar la productividad. Además, pudo verificar que en la empresa no hay programas de capacitación y esto afecta la productividad de la empresa, considerando también la mayor parte del personal y el propietario que lo que afecta la productividad es el factor humano.
- Según(Andrade et al., 2019) en su artículo presenta los resultados de un estudio de tiempos y movimientos en una industria que fabrica calzado. En primer lugar, se empleó un diagrama de Ishikawa y el método de las 6M para determinar la causa de la baja productividad. Seguidamente, se estandarizó las tareas utilizando un diagrama de proceso de operaciones y diagramas bimanuales. Finalmente,

estableció el tiempo de producción aplicando un estudio de tiempos por cronómetro. Con el uso de estas herramientas se determinó que ninguna de las áreas, el trabajo estaba distribuida equitativamente. A fin de dar solución a estos inconvenientes, se reasignaron tareas de una estación a otra. Por último, aplicando una hoja de verificación se evidenció los resultados. Así, se comprobó que el uso de técnicas de gestión productiva incrementa la productividad y la eficiencia en los procesos de producción.

- En el trabajo de investigación de la optimización de la línea de producción de moldeo en Panduit Costa Rica (Téllez Marín, 2018) concluye que al recopilar las producciones reales diarias, se obtienen resultados en los cuales se resaltan las diferencias en horas teóricas con respecto a las horas disponibles, lo cual lleva a la propuesta de realizar los estudios de tiempos de producción para actualizar los mismos en el sistema utilizado por ellos mismos y así disminuir las variaciones en las horas teóricas del proceso. Asimismo, propone establecer responsables y fechas que permitan un mayor control de las mejoras propuestas y con ello de la producción, para que exista una mejora continua y que logre conocer también errores presentados en la ejecución de este. De igual manera, que se continúe con la actualización de los tiempos de producción de las familias del área de moldeo y extender la mejora a las otras áreas de Panduit.

- En la investigación de (Alpízar, 2018) se llevó a cabo un estudio de tiempos sobre la optimización de la gestión de trabajo orientada al control del flujo del proceso que permitió la medición del trabajo de los funcionarios que llevan a cabo el proceso de revisión de facturas de combustible, permitiendo conocer el comportamiento del proceso y comparando los ritmos de trabajo de cada operario. En esta etapa se determinaron parte de las causas más significativas, al observar que nunca se había llevado a cabo una medición en ese departamento, cada operario trabajó a su manera sin un manual de procedimientos que lo oriente, no se evalúa el nivel de desempeño de los operarios por lo que los datos recolectados presentaron gran dispersión. Y a partir de la información recolectada se determinaron las causas que inciden en la falta de control sobre el flujo de los procesos del departamento. Al alcanzar los objetivos específicos de la investigación, desarrolló un diagnóstico para plantear cuatro propuestas que fueron;

brindar a los trabajadores instrucciones de trabajo, establecer estándares para el control del flujo de los procesos del departamento financiero contable, realizar un estudio de cargas de trabajo para el personal del departamento financiero contable y por último brindar una supervisión específica para la gestión del trabajo.

En investigaciones realizadas previamente, se determinaron varios factores que influyen directamente en los resultados del estudio de tiempo, estos en estos factores utilizan herramientas de análisis como lo son; el diagrama de Ishikawa, la metodología de las 5's, indispensables, el diagrama de Pareto según cada línea de producción, entre otros. Con estas herramientas ingenieriles, en estas investigaciones se analizan factores como los materiales empleados, los procedimientos previamente establecidos, la mano de obra, el medio ambiente donde se desempeñan las labores y los equipos y herramientas que intervinieron durante el proceso de ejecución de las labores del estudio.

Capítulo III. Metodología de trabajo

Este capítulo representa cómo se llevaron a cabo cada una de las fases que permitieron la mejora del proceso y la actualización de estándares mediante las etapas de la metodología DMAIC. Por lo tanto, se desarrollaron tablas que exponen cómo está constituido las metodologías empleadas por medio de las siguientes las fases; definición, medición, análisis, mejora y control, esto para la implementación en el proyecto, lo cual se relacionó a través de cada uno de los objetivos específicos.

Para realizar cada una de las etapas de la metodología se realizaron tablas relacionando las actividades a realizar junto con las herramientas que ayudaron a obtener datos relevantes, con la finalidad de tener una trazabilidad del desarrollo del proyecto.

3.1 Metodología para la definición del problema

Para el desarrollo de la definición del problema, el área de control de la gestión del proceso IRAF previamente ha identificado las diferencias de los costos presupuestados contra los costos reales de las obras ejecutadas por el área de instalación de redes por medio del sistema de presupuestación y del SAP, tomando como análisis las obras finalizadas por el área en estudio en el último cuatrimestre 2022. Por consiguiente, la jefatura valoró hacer una actualización de los estándares utilizados en las unidades de planta que maneja el sistema de presupuestación debido a que ha pasado un gran periodo desde que se actualizó por última vez.

Para la definición del problema, se realizó la siguiente tabla para un mejorar análisis de la etapa:

Tabla 9. Metodología para la definición del problema

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
<i>Definir los parámetros operacionales y procedimientos de ejecución de las cuadrillas que actualmente ejecutan el proceso de instalación de redes</i>	<i>Mapear el proceso</i>	<i>Diagrama de proceso</i>	<i>Por medio de los encargados de cuadrilla, visualizar en mejor forma el proceso en estudio</i>	<i>15 días</i>	<i>Área de instalación de redes</i> <i>Carlos Quesada Montoya</i>
	<i>Consultar a los involucrados del proceso de ejecución</i>	<i>Focus group y entrevista</i>	<i>Identificar causas y problemas de la ejecución mediante la consulta a los expertos de las actividades</i>		

Fuente: Elaboración propia

3.1.1 Diagrama del proceso

Para poder tener un conocimiento más amplio acerca de las actividades en estudio y las relaciones entre sí en el proceso, se realizó con diagrama de flujo general de la actividad, contemplando la instalación del cable en la red, luego diferentes diagramas de flujos, enfocándose en los aspectos más específicos para ser analizados. Estos forman parte de las actividades principales a actualizar por medio del estándar.

Estos diagramas incluyen las siguientes actividades;

- Desramar y limpiar.
- Instalación de ancla completa.
- Instalación poste de madera.
- Instalación retenida.
- Vestir poste.
- Instalación del cable de fibra óptica.

Estas actividades son las que forman parte a nivel general de los estándares que se tienen presente para la presupuestación de las obras de instalación de redes.

3.1.2 Focus group y entrevista

Para definir el problema de la investigación se aplicó la herramienta del Focus group en coordinación con la jefatura del área, con el fin de obtener información y datos de las actividades que se realizan como parte de los estándares del estudio. Esta información se reunió congregando a los encargados de las cuadrillas responsables de ejecutar las obras de planta externa y entrevistándolos para obtener los datos relevantes del proceso y como parte de la obtención de los datos que ayudaron al análisis en las diferentes etapas del proyecto.

De esta manera, se logró obtener información más detallada respecto a las opiniones de las personas involucradas directamente en el proceso, las cuales se les indaga las formas de trabajar y diferentes inquietudes en torno a la ejecución de las obras, cuyo objetivo fue la descripción del ambiente, los lugares, las personas, relaciones y eventos, que se dan en relación con las causas del problema y datos de interés sobre la investigación. Asimismo, se realizó el ejercicio con la jefatura para dialogar acerca de las actividades más relevantes, procedimientos de ejecución y problemas que se estén generando alrededor de las actividades y sus estándares.

Figura 18. Entrevista

Fecha:		
Nombre del Encuestador:		
Nombre del Encuestado:		
Instrucciones: El encuestador deberá de marcar las respuestas concretas con respecto a cada pregunta o ítem.		Respuestas concretas
ID	Conocimiento general	
1	¿Por cuantas cuadrillas esta conformado el área de instalación de redes?	
Percepción dentro de las cuadrillas		
2	¿Conoce en cuantas actividades se dividen las obras que se ejecutan en el área donde labora?	
3	¿Conoce algo sobre los estándares de sus actividades?	
4	¿Es motivado y le gusta el trabajo que desarrolla?	
5	¿Puede mencionar algunas causas de atraso en sus labores?	
6	¿Cómo califica el orden y aseo en su lugar de trabajo?	
7	¿Considera que se puede mejorar la forma de trabajar en las tareas diarias?	
8	¿Se siente parte de un equipo de trabajo?	
9	¿La comunicación interna dentro de su área de trabajo funciona correctamente?	
10	¿Qué se puede mejorar para disminuir los tiempos de ejecución en sus labores?	
11	¿Se siente participe de los éxitos y fracasos de su área de trabajo?	
12	¿Como es el trato de parte de su jefatura inmediata?	

Fuente: Elaboración propia

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

El presente proyecto se fundamentó en un enfoque cuantitativo al ser secuencial y probatorio, ya que existe una necesidad de ser medible en la recolección de los datos.

3.2.1 Enfoque cuantitativo

El enfoque cuantitativo según (Vega-Malagón, y otros, 2014), se basa en la recolección y el análisis de datos para contestar una o varias preguntas de investigación y probar las hipótesis establecidas previamente, confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población, se fundamenta en un esquema deductivo y lógico, es reduccionista y pretende generalizar los resultados de sus estudios mediante muestras representativas. De la pregunta de investigación, se derivan una o varias hipótesis y se desarrolla una estrategia para probarla o refutarla, analiza las mediciones obtenidas por

métodos estadísticos, establece una serie de conclusiones respecto a la hipótesis y estas se someten a pruebas utilizando los diseños de investigación apropiados, la forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de los datos.

Debido al enfoque de la investigación, se procedió a aplicar las siguientes herramientas de mejora según la tabla.

Tabla 10. Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
<i>Realizar un levantamiento de los tiempos de ejecución de las obras asignadas a las cuadrillas de instalación de redes para conocer el tiempo estándar de la producción</i>	<i>Determinar la forma actual de la ejecución de las obras</i>		<i>La muestra permite la recolección de los datos por medio del número de cuadrillas a estudiar</i>		
	<i>Toma de tiempos de cada actividad</i>	<i>Análisis Estadístico</i>	<i>Conocer mediante el estudio de tiempos la duración de cada actividad</i>	<i>22 días</i>	<i>Área de instalación de redes</i>
	<i>Establecer las principales causas de la demora en el tiempo de ejecución</i>	<i>Diagrama de Flujo y estudio de tiempos</i>	<i>Definir las causas de mayor impacto que afectan el proceso</i>		
		<i>Pareto</i>	<i>Representar las relaciones entre un efecto y las causas que pueden provocarlo</i>		
	<i>Ishikawa</i>				

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Análisis Estadístico

Dentro del análisis estadístico se destaca el método de muestreo utilizado para poder realizar la extracción de datos a validar respecto de información de número de cuadrillas a las se sugiere aplicar las metodologías de las siguientes etapas del DMAIC.

Esta muestra infirió directamente en la población al ser representativa, teniendo un nivel de confianza y un error muestral. Además, permitió la recolección de datos en menor tiempo. Al tener un número determinado de la población, se utilizó el muestreo estadístico de la población finita basado en la siguiente fórmula;

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

- n = Tamaño de muestra buscado.
- N = Tamaño de la población o universo.
- Z = Parámetro estadístico que depende el nivel de confianza (NC).
- e = Error de estimación máximo aceptado.
- p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito).
- $q = (1 - p)$ = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

3.2.3 Diagrama de Flujo

Con el diagrama de flujo según (Manene, 2011) se tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo. Además de representar gráficamente las distintas etapas de un proceso y sus interacciones, para facilitar la comprensión de su funcionamiento. Es útil para analizar el proceso actual, proponer mejoras, conocer los clientes y proveedores de cada fase, representar los controles, etc.

De lo anterior se deduce que, al realizar el diagrama de flujo, se obtuvo un conocimiento más amplio de las actividades estandarizadas y el método de trabajo en cada una de estas, ya que permitió conocer y enumerar las actividades de cada estándar y conocer los tiempos que actualmente se dan en cada proceso de estudio. Esto, con ayuda

del personal a cargo de las obras, se dio un acompañamiento para la toma de tiempos en cada una de las actividades descritas.

3.2.4 Diagrama Ishikawa

Para esta etapa el diagrama ayudó a identificar las causas y los efectos del problema del proyecto, además de clasificar las causas que afectan la productividad.

Además, el diagrama permitió identificar con facilidad por cuál área recae el problema y así enfocar las fuerzas puntualmente para dar una solución al efecto de esta. En tanto a las causas y subcausas, estas se agregaron con una recopilación de información mediante una lluvia de ideas que se realizó en el focus group.

3.2.5 Diagrama Pareto

Enfocándose en el análisis de la información obtenida, se realizó un diagrama de Pareto que detalla y estudia las causas resultantes que más afectan o tienen un impacto para la ejecución de las obras. El insumo que se tomó para efectuar este diagrama fueron las causas del diagrama de Ishikawa, esto con ayuda del criterio experto se tomó las causas más relevantes según su frecuencia y se les dio un peso. Con el fin de analizar y establecer prioridades en la toma de decisiones para poder manejar las causas más prioritarias.

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

En esta etapa de la metodología, se buscó mejorar el proceso de ejecución de las obras para poder optimizar los tiempos de ejecución y realizar la actualización de los estándares. Con base en las causas encontradas mediante las herramientas de la metodología DMAIC, se establecieron propuestas de mejora para la reducción de los tiempos en las actividades de mayor impacto para lograr la mejora del proceso.

Tabla 11. Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Analizar una alternativa de solución que se ajuste a las mejoras que se implementan para que disminuya el tiempo de operación en la ejecución de las obras	Indagar sobre posibles soluciones a los problemas principales	Lluvia de ideas	Proponer puntos de mejora con los encargados de cuadrilla		Área de instalación de redes
	Hacer preguntas del porqué de las causas	Análisis 5 “por qué”	Aplicar la técnica de los 5 “por qué” en el focus group	22 días	Carlos Quesada Montoya
	Proponer la aplicación de las 5’s en la ejecución de las obras	5’s	Optimizar las actividades aplicando las 5’s		Control de la gestión

Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Lluvia de ideas

Con base en la teoría, el fin de la lluvia de ideas en el proyecto fue analizar la problemática que se está presentando y presentar ideas originales, indagando con los encargados posibles puntos de mejora hacia las actividades de ejecución. Esta lluvia de ideas se dio en el focus group junto con los expertos del tema y la jefatura, para poder tener diferentes aportes que puedan ser útiles para la solución o parte de la solución del problema presentado y sus causas relacionadas. Estos aportes e ideas ayudaron a la toma de decisiones, siendo las más adecuadas las seleccionadas para la posible implementación al tema planteado.

3.3.2 Análisis 5 “por qué”

La técnica de los 5 “por qué” radica en un entendimiento más profundo de las causas que provocan el problema en estudio de manera rápida y sencilla para poder poner en práctica las posibles soluciones al problema. Esta herramienta permitió que el personal

técnico del área colaborara de manera sencilla, sin necesidad de profundizar en la metodología, no sin antes lograr resultados positivos, al ser los expertos en las actividades que ejecutan y tener conocimiento de las necesidades y limitaciones que viven en la ejecución de las obras. De esta manera, la aplicación de dicha herramienta se dio en el focus group de modo general, permitiendo llegar a la causa raíz de los problemas mencionados por los participantes.

3.3.3 5's

Con la herramienta de las 5's se buscó tener mejores condiciones en el área de trabajo y una mejor organización con el fin de mejorar el entorno para aumentar la productividad y reducir los tiempos para optimizar las labores que se llevan a cabo. Asimismo, se buscó un mejor orden, disminuir accidentes laborales y aumentar la seguridad en el trabajo.

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

En esta fase del proyecto, la estrategia que se utilizó está enfocada dar solución a las causas identificadas que generan problemas al proceso con el objetivo de optimizar los tiempos de las actividades del estudio. Por lo cual se basó en la siguiente tabla para su implementación.

Tabla 12. Metodología para la implementación del proyecto

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
<i>Mejorar los estándares para poder modificarlos en el sistema de presupuestación y así tener un dato más cercano a la realidad a partir de los análisis que permitan la reducción del tiempo actual del proceso y la disminución de los costos presupuestados</i>	<i>Mejor del flujo del proceso</i>	<i>Diagrama de flujo</i>	<i>Implementar un nuevo flujo del proceso buscando disminuir los tiempos de ejecución</i>		<i>Área de instalación de redes</i>
	<i>Aplicar la metodología de las 5's</i>	<i>Planes de acción</i>	<i>Al aplicar las 5's se optimiza el estándar de las actividades</i>	<i>15 días</i>	<i>Carlos Quesada Montoya</i>
	<i>Realizar un diagrama de Gantt</i>	<i>Diagrama Gantt</i>			<i>Control de la gestión</i>
			<i>Mantener un orden de las acciones a seguir</i>		

Fuente: Elaboración propia

Junto al criterio experto de los encargados y la jefatura a cargo, se analizó los diagramas de flujo actuales para proceder a modificar y optimizar dichas actividades para poder disminuir los tiempos de ejecución en cada estándar, aplicando una mejora en el procedimiento y poder determinar la funcionalidad buscando los mejores resultados realizando pruebas con los nuevos flujos del proceso.

El objetivo de aplicar la metodología de las 5's fue mejorar las actuales prácticas y manejo de la ejecución de las labores que están directamente relacionadas con las actividades estandarizadas, buscando un óptimo desarrollo de estas que permita a los colaboradores de las cuadrillas ser más eficientes al realizar las obras, respondiendo y manteniendo la calidad de sus labores. Asimismo, de mejorar la metodología de trabajo al ser más eficiente.

Estas destrezas facilitaron la implementación e incorporación de las nuevas propuestas en cada una de las etapas de las 5S al tener el área de trabajo ordenado, limpio y seguro para los colaboradores.

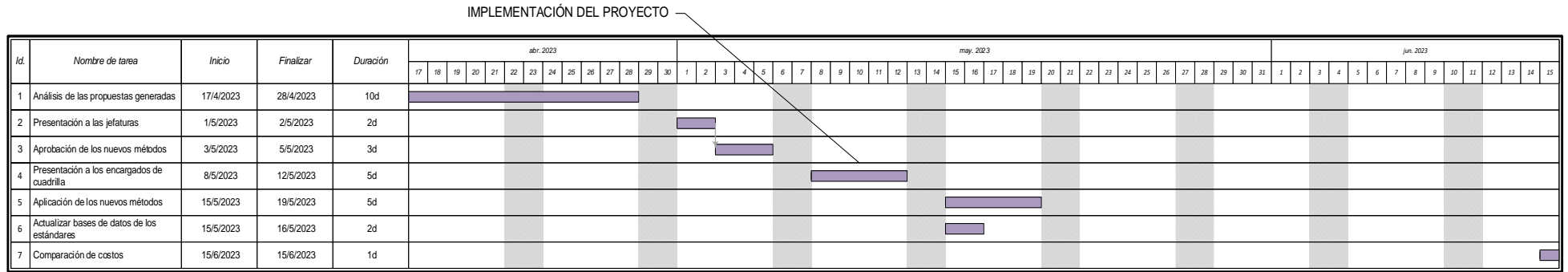
El objetivo de aplicar el diagrama de Gantt fue tener un orden en la aplicación y seguimiento de cada etapa del DMAIC adaptado a los capítulos del presente proyecto.

Siguiendo la línea del diagrama de Gantt se realizó una lista con las tareas y actividades que se llevaron a cabo durante el desarrollo del proyecto, para mostrar el tiempo de desarrollo de cada una de estas.

Las actividades se representan con rectángulos horizontales y su longitud será de acuerdo con el tiempo de duración que abarcará cada tarea.

A continuación, se muestra el diagrama de Gantt con las actividades y las fechas propuestas para la realización del presente proyecto.

Figura 19. Diagrama de Gantt



Fuente: Elaboración propia

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

Luego de la implementación de las propuestas de mejora, se procedió a la verificación de los nuevos estándares, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.

Tabla 13. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
<i>Evaluar el impacto que se dará al implementar la actualización de los estándares del área de instalación de redes, mediante la comparación entre los costos estimados y los costos reales de las obras ejecutadas</i>	<i>Actualizar los estándares en estudio</i> <i>Verificar los costos presupuestados contra los reales</i> <i>Dar seguimiento sobre las nuevas técnicas de ejecución de las obras</i>	<i>Planes de acción</i> <i>Indicadores</i>	<i>Actualización de los estándares de instalación de redes</i> <i>Comparativa de los datos presupuestados y los costos reales</i>	<i>22 días</i>	<i>Carlos Quesada Montoya</i> <i>Control de la gestión</i>

Fuente: Elaboración propia

En conjunto con la jefatura del área de instalación de redes y el área de control de la gestión, se procedió a mostrar los nuevos estándares con base en los nuevos tiempos y propuestas de ejecución de las obras. Para poder aplicar los cambios propuestos y modificar los tiempos en el sistema de presupuestación y verificar que se mantengan a través del tiempo.

La estrategia por utilizar fue comunicar los cambios al personal de las cuadrillas para ser aplicado los nuevos flujos de producción. Igualmente, que los encargados dieran el

seguimiento adecuado en las actividades para que estas se estén cumpliendo a diario por el equipo involucrado.

Posteriormente, se utilizó al enlace del área de control de la gestión para la actualización de los estándares en el sistema de presupuestación y hacer una simulación de presupuesto para comparar dichos costos con los reales de una obra previamente hecha.

Se espera controlar y dar seguimiento a los resultados mediante la evaluación de los indicadores del área, comparando en un primer plano los costos de cada obra contra lo que se gasta realmente y por otra parte, se espera el aumento de la cantidad de obras ejecutadas siendo efectivo los nuevos métodos de trabajo.

Capítulo IV. ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ

Este capítulo se enfoca específicamente en la definición, medición y análisis de la situación actual acerca de los estándares que se dan sobre las actividades principales que conlleva la instalación de los cables de una red de fibra óptica, las cuales son las que tiene la necesidad de actualizar los estándares que son presupuestados. Con base en los datos recopilados y la información brindada por los expertos del área.

4.1 Definir

Para la definición del problema actual se realiza un mapeo de las principales actividades de los estándares en estudio y las principales causas por las cuales no se ha podido hacer la actualización de estos, mediante los diagramas de flujo actuales facilitados con la colaboración de los expertos en el área, lo que permite conocer de manera detallada la situación actual del proceso y sus tareas, las posibles causas del problema y las oportunidades de mejora.

4.1.1 Descripción del proceso actual

En el área de instalación de redes actualmente se cuenta con 88 técnicos de planta externa, los cuales componen las 15 cuadrillas encargadas de ejecutar las obras. Las labores de estas cuadrillas están divididas en 8 actividades principales que dependiendo del tipo de trabajo se ejecuten más o menos actividades variando los periodos de ejecución según la magnitud del requerimiento.

El área de control de la gestión ha registrado que en el último trimestre del año 2022 el área de instalación de redes ha ejecutado un total de 101 obras finalizadas con éxito, de las cuales un total de 76 de estas obras fueron presupuestadas con montos muy superiores a los costos reales que inciden las mismas. Se denota que todas estas obras son presupuestadas con estándares que se manejan en el sistema de presupuestación, que en comparación con lo real existe una diferencia considerable.

4.1.2 Focus group

Mediante el Focus group se realizó una sección con los encargados de las cuadrillas y las jefaturas correspondientes para presentarles los objetivos de la investigación, las variables para tener en cuenta y diferentes puntos de interés. Previamente, se seleccionaron los participantes, los cuales son los expertos en las labores para poder obtener una lluvia de ideas y poder aplicar una entrevista para reunir los diferentes criterios y definir las formas de trabajar y las principales actividades, las cuales dieron como resultado las siguientes actividades:

- Desramar y limpiar.
- Instalación poste de madera.
- Instalación de ancla completa.
- Instalación retenida.
- Vestir poste.
- Instalación del cable de fibra óptica.

4.1.3 Entrevistas

Con ayuda de las entrevistas se pudo recolectar la información sobre las principales actividades y sus tareas, asimismo con ayuda de esta herramienta se pudo recolectar los datos y visualizar las características de la situación actual para posteriormente realizar las mediciones correspondientes para ser analizadas.

Primeramente, se realizó una entrevista estructurada, con preguntas abiertas previamente desarrolladas, con la participación de la jefatura del área de instalaciones de redes y de los encargados de cuadrilla en conjunto con la jefatura de control de la gestión, obteniendo datos importantes para la posterior medición y análisis de interés del proyecto. Los datos que se obtuvieron fueron la distribución y asignación de actividades que se llevan

a cabo mediante la colaboración de 88 técnicos especializados en planta externa los cuales se componen de 15 cuadrillas que laboran con un horario de lunes a viernes.

Debido a la diversidad de labores de los trabajos asignados no se tiene definido las labores específicas de la semana en cada trabajo, aunque se pudo definir 6 actividades principales que constan de 31 tareas, las cuales se definen como de mayor importancia y son las que se buscan actualizar mediante los estándares necesarios para la presupuestación de las obras en el sistema de presupuestación.

En el área, no se tienen establecidos los tiempos de duración de manera formal por lo que se hace complicado la medición de la duración de cada actividad y sus tareas, lo único relacionado que actualmente se hace es solicitarles a los colaboradores más experimentados en el área, una actualización de los estándares a criterio experto lo que involucra el tipo de actividad y sus tareas, los materiales que conllevan y la duración aproximada de cada actividad. Esta petición se lleva a cabo cada 6 meses aproximadamente y dicha información se solicita mediante correo electrónico.

Estos levantamientos a criterio experto no se analizan a profundidad para comprobar el cumplimiento en las cuadrillas con el tiempo y las metodologías de trabajo, por lo que se da la posibilidad de oportunidades de mejora al poder actualizar los estándares con las herramientas ingenieriles utilizadas en el presente proyecto.

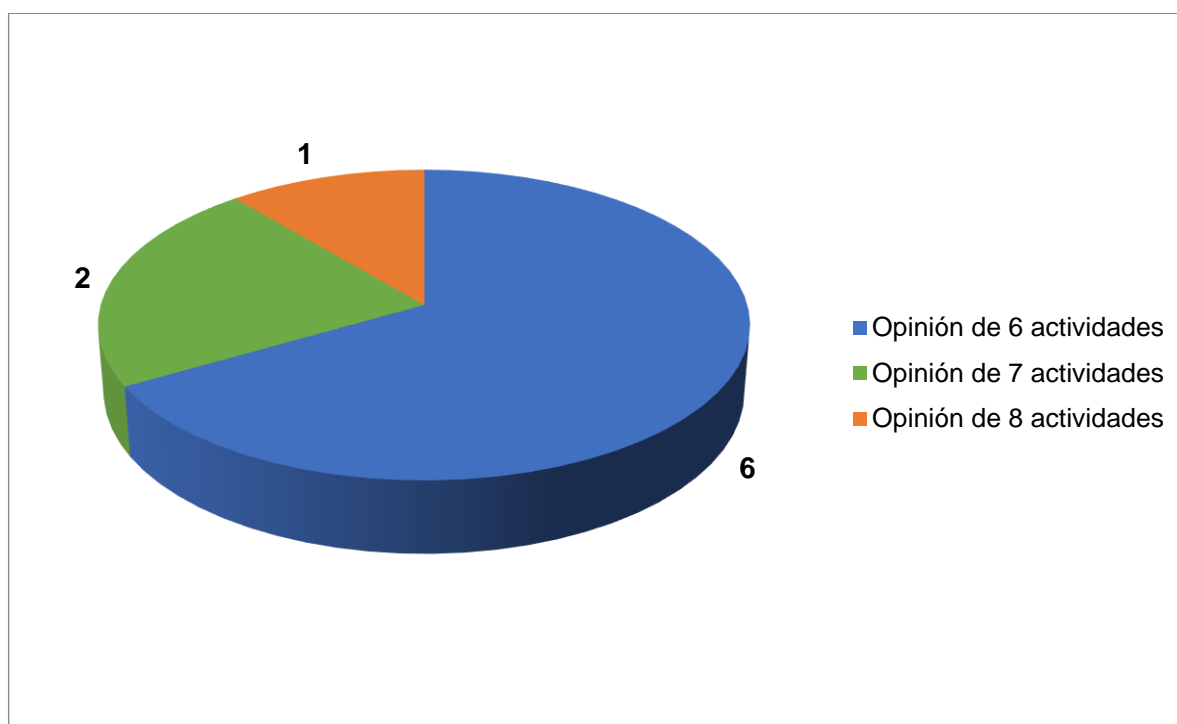
Además de estos datos se pudo adelantar y consultar algunos de los motivos por los cuales no se han podido realizar la actualización de los estándares y se mencionó como dato importante que no se tienen normado algún tipo de actualización formal de manera más estructurada.

Por lo tanto, a continuación muestran algunos resultados generales y unificados de las entrevistas realizadas al personal, dichas entrevistas se tuvieron que realizarse a diez

encargados de cuadrilla según la muestra previamente calculada, aunque por limitaciones de tiempo solo se realizó a ocho de ellos y se agregó la aplicación de esta a la jefatura del área.

Este gráfico muestra el número de actividades que se ejecutan en las obras según las respuestas dadas por los entrevistados.

Gráfico 6. Gráfico de resultado de las opiniones de las entrevistas (Cantidad de actividades a ejecutar)



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico se puede visualizar las mejoras consideradas por los encargados de cuadrilla tomando en cuenta la siguiente pregunta ¿Qué se puede mejorar para disminuir los tiempos de ejecución en sus labores? Por lo que los resultados fueron los siguientes.

Gráfico 7. Gráfico de resultado de entrevista (Mejoras consideradas)

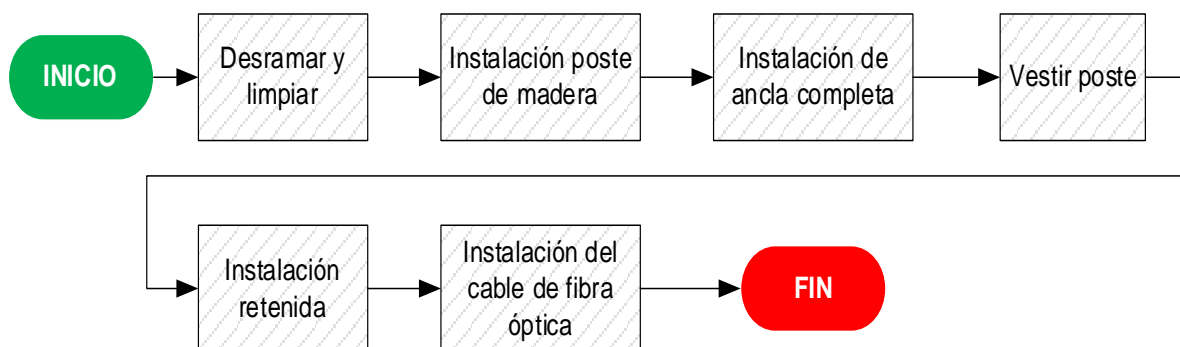


Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Flujo actual del proceso

Por medio de esta recopilación de información se realizó el diagrama de flujo del proceso completo de instalación de redes de fibra óptica de manera general.

Figura 20. Diagrama de flujo completo



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se elaboró la siguiente tabla basándose en las tareas que se ejecutan en cada una de las actividades anteriormente descritas con detalle y con ayuda de los encargados de cuadrilla y la supervisión de la jefatura, avalando cada una de las tareas descritas en cada actividad.

Resaltar que en estas tareas solo se tomó en cuenta las actividades principales que previamente se han descrito, estas están presentadas por unidad, es decir, uno a uno ejemplo; la instalación de un solo poste.

Tabla 14. Actividades de la instalación de redes

PROCESO	ACTIVIDADES	TAREAS
Instalación de redes de fibra óptica	Desramar y limpiar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inspeccionar y determinar sectores a limpiar. 2. Bajar a buscar escalera y herramientas a utilizar. 3. Derramar y recoger desperdicios.
	Instalación poste de madera	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar lugar a instalar poste. 2. Buscar herramienta y equipo de instalación. 3. Hacer hueco de 1,40 metros de profundidad. 4. Colocar y levantar poste. 5. Afirmar poste y rellenar hueco. 6. Aplomar poste instalado.
	Instalación de ancla completa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar la necesidad y el tipo de ancla para poste. 2. Buscar herramienta y material para la instalación. 3. Hacer hueco de 1,80 metros de profundidad. 4. Colocar "block" del ancla. 5. Rellenar hueco con piedra y arena.
	Vestir poste	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inspeccionar y seleccionar postes y definir tamaño y tipo de gaza a utilizar. 2. Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste. 3. Armar gaza en poste. 4. Bajar y quitar escalera, pasar a siguiente poste.
	Instalación retenida	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar lugar de acuerdo con la norma. 2. Cortar cable para retenida. 3. Formar retenida. 4. Tensar cable. 5. Cortar sobrantes.
	Instalación de cable de fibra óptica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste. 2. Extender cable a instalar. 3. Pegar "Pull Lift" al mensaje del cable. 4. Empastecar cable. 5. Levantar cable. 6. Tensar cable. 7. Rematar cable. 8. Quitar "Pull Lift".

Fuente: Elaboración propia

4.2 Medir

En la etapa de medición, se refleja, mediante los datos actuales, la necesidad actualizar los estándares, demostrando con datos lo que se requiere atender, así como la necesidad de que se encuentre normado y otros aspectos importantes sobre las necesidades que se requieren.

Con la participación del área de instalación de redes se logra coordinar la obtención de los datos necesarios en cada herramienta aplicada mediante la toma de tiempos y datos relevantes por medio de la observación directa de las cuadrillas de planta externa, acompañado del inspector a cargo.











4.2.1 Cursograma de actividades actual

En la empresa, se facilitó una toma de tiempos y movimientos de un determinado trabajo por medio de un diagrama de recorrido para el proceso de la instalación de tres postes, el fin de esta toma fue mapear una obra que pudiera contener la mayor cantidad de actividades principales, para hacer más efectivo el recurso y poder visualizar las variantes que se puedan encontrar

Por esta razón y tomando como punto de partida los tiempos obtenidos en cada una de las tareas realizadas, se logró graficar el cursograma de procesos, con el fin de identificar falencias para realizar mejoras en los tiempos que sirven de apoyo para poder hacer el análisis de las actividades y tiempos que se tardan en la ejecución de las obras.

Con este mapeo se da a conocer el actual cursograma analítico del proceso y se logra hacer un pequeño resumen de la cantidad de actividades, distancias recorridas debidamente clasificadas cuando se requiera y por último el tiempo de duración en horas hombre.

Figura 21. Cursograma actual

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N°: 1 De: 2 Diagrama N°: 1			Operar. <input checked="" type="checkbox"/> Mater. <input type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>							
Proceso: IRAF		RESUMEN								
Fecha:		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
El estudio Inicia: Jueves 30 de Marzo 2023			Operación	22		0%				
Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: <input type="checkbox"/>			Transporte	4		0%				
Producto: Instalación de cable			Inspección	2		0%				
Nombre del operario: Muestra de cuadrillas			Espera	3		0%				
Elaborado por: Carlos Quesada Montoya.			Almacenaje	0		0%				
Observaciones: <u>La instalación del cable se realizó en tres postes.</u>		Total de Actividades realizadas		31		0%				
		Distancia total en metros		1 220		0%				
		Tiempo en horas/hombre		10,6		0%				
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo minutos	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Inspeccionar y determinar sectores a limpiar.	1	120,0	10,1						
2	Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste.	1	120,0	11,4						
3	Derramar y recoger desperdicios.	1	120,0	40,4						
4	Seleccionar lugar a instalar poste.	1		9,4						
5	Buscar herramienta y equipo de instalación.	1		10,1						
6	Hacer hueco de 1,40 m de profundidad.	1		161,2						
7	Colocar y levantar poste.	1	60,0	10,2						
8	Afirmar poste y rellenar hueco.	1		20,7						
9	Aplomar poste instalado	1		10,1						
10	Determinar la necesidad y el tipo de ancla para poste.	1	120,0	4,9						
11	Buscar herramienta y material para la instalación.	1		10,1						
12	Hacer hueco de 1,80 m de profundidad.	1	140,0	155,8						
13	Colocar "block" del ancla.	1		9,5						
14	Rellenar hueco con piedra y arena.	1		30,9						
15	Inspeccionar, seleccionar postes, definir tamaño y tipo de gaza a utilizar.	1	120,0	4,7						
16	Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste.	1	120,0	10,9						
17	Armar gaza en poste.	1		15,4						
18	Bajar y quitar escalera, pasar a siguiente poste.	1	60,0	15,3						
19	Seleccionar lugar de acuerdo con la norma.	1		5,0						
20	Cortar cable para retenida.	1		9,7						
21	Formar retenida.	1		5,1						
22	Tensar cable.	1		15,1						
23	Cortar sobrantes.	1		4,9						
24	Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste.	1	120,0	11,0						
25	Extender cable a instalar.	1	120,0	14,7						
26	Pegar "Pull Lift" al mensaje del cable.	1		4,8						
27	Empastecar cable.	1		2,0						
28	Levantar cable.	1		5,2						
29	Tensar cable.	1		5,2						
30	Rematar cable.	1		5,3						
31	Quitar "Pull Lift".	1		5,2						
Tiempo horas: 10,6		m	1 220,0	634,3	min					
Observaciones:										

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Análisis Estadístico

Para hacer la medición de los estándares actuales se realizó por medio de un estudio de tiempos en el proceso actual en la ejecución de las obras por parte de las cuadrillas. Con lo que procedió a determinar el tamaño de la muestra mediante la fórmula estadística para determinar a cuantas cuadrillas se les iba a aplicar la toma de los tiempos en cada una de las actividades.

Para el objetivo del presente proyecto, se utilizó la fórmula de población finita debido a que se tiene un número limitado de elementos en este caso personas asignadas a estas labores de ejecución de obras, esto proporcionado por el área en estudio.

$$\frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

- n = Tamaño de muestra buscado.
- N = Tamaño de la Población o Universo (15 cuadrillas).
- Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC), que es de un 1.96 Z alfa que corresponde a un 95% de nivel de confianza.
- e = Error de estimación máximo aceptado que se le dio un 5%.
- p = Probabilidad de que suceda el evento estudiado (éxito) sería del 50%.
- $q = (1 - p) =$ Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado 50%.

Con base en la información aportada por el área en estudio quienes proporcionaron un tamaño de la población de 15 cuadrillas. Por tanto, que se buscó el número de elementos extraídos de la población (tamaño de muestra), con un nivel de confianza de un 95% lo que representa un $Z=1.96$, con un error de estimación máximo aceptado de un 5% y al no conocer la probabilidad de que ocurra el evento estudiado se tomó un porcentaje del 50% al igual que se le da el mismo peso de probabilidad al evento de que no ocurra.

$$n = \frac{15 * 1.96^2 * (0.5 * 0.5)}{0.05^2 * (15 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

El resultado con la aplicación de esta fórmula indica que se deben hacer un total de n= 14.47 muestras.

4.2.3 Estudio de tiempos

Para medir el impacto del problema se realiza un estudio de tiempos en el proceso actual. Para dicha medición se determina previamente una fórmula estadística para calcular la cantidad de muestra para la toma de tiempos, se tomó en cuenta metodología en función al estudio de los tiempos estandarizados en cada uno de los procedimientos de la empresa, además se tomó en cuenta los tiempos de cada una de las tareas en las actividades principales en estudio.

Tabla 15. Tareas de la instalación de redes

N° Act.	TAREAS
1	Inspeccionar y determinar sectores a limpiar.
2	Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste.
3	Derramar y recoger desperdicios.
4	Seleccionar lugar a instalar poste.
5	Buscar herramienta y equipo de instalación.
6	Hacer hueco de 1,40 metros de profundidad.
7	Colocar y levantar poste.
8	Afirmar poste y rellenar hueco.
9	Aplomar poste instalado
10	Determinar la necesidad y el tipo de ancla para poste.
11	Buscar herramienta y material para la instalación.
12	Hacer hueco de 1,80 metros de profundidad.
13	Colocar "block" del ancla.
14	Rellenar hueco con piedra y arena.
15	Inspeccionar, seleccionar postes, definir tamaño y tipo de gaza a utilizar.
16	Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste.
17	Armar gaza en poste.
18	Bajar y quitar escalera, pasar a siguiente poste.
19	Seleccionar lugar de acuerdo con la norma.
20	Cortar cable para retenida.
21	Formar retenida.
22	Tensar cable.
23	Cortar sobrantes.
24	Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste.
25	Extender cable a instalar.
26	Pegar "Pull Lift" al mensaje del cable.
27	Empastecar cable.
28	Levantar cable.
29	Tensar cable.
30	Rematar cable.
31	Quitar "Pull Lift".

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.1 Determinación del tiempo Observado

Para determinar el tiempo observado se tomó la duración de la ejecución de las tareas anteriormente mencionadas dicha toma de tiempos se basó en la muestra obtenida de manera estadística según la cantidad de cuadrillas que se tiene para la ejecución de las

obras. Se realizó la toma de 10 muestras (Más representativas) en cada una de las actividades por lo que para obtener el tiempo observado se hizo la suma del tiempo de cada tarea y se dividió entre 10 que fue la cantidad de muestras para sacar un promedio por tarea, siguiendo la siguiente fórmula.

4.2.3.2 Determinación del tiempo Normal

El tiempo Normal hace referencia al tiempo en que un técnico capacitado ejecuta un proceso en un ritmo normal, aunque para determinar este tiempo fue necesario evaluar la actuación del técnico según el criterio experto.

Tabla 16. *Tabla de Factor de calificación*

Escala de valoración (%)	Descripción del desempeño
0	Actividad nula.
1-50	Muy lento , movimientos, inseguros, el colaborador no demuestra interés en el trabajo.
51-75	Constante, resuelve sin prisa, pero bien dirigido, aunque desmotivado, parece lento aunque no pierde el tiempo mientras lo observan.
76-100	Activo, colaborador capaz calificado medio , logra el nivel de calidad y precisión fijado.
101-125	Muy rápido , el colaborador actúa con destreza, seguridad, y coordinación en los movimientos, por arriba del colaborador calificado medio.
126-150	Excepcionalmente rápido , esfuerzo y concentración intenso sin posibilidad de durar más de lo debido, alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, este tiempo normal en cada una de las tareas es determinado por la multiplicación del tiempo observado (promedio) por el factor de calificación. Tal y como se muestra en la siguiente fórmula para el cálculo de tiempo normal:

Tiempo Observado (promedio) x Factor de calificación

Esta tabla del factor de calificación fue mostrado a los supervisores de cada cuadrilla y en conjunto se determinó el valor atribuido y se calculó del tiempo normal en cada tarea.

Valor atribuido: 100 y 90 en algunos casos

4.2.3.3 Determinación del tiempo Estándar

Para determinar el tiempo estándar es necesario el cálculo de los suplementos por descanso que vienen dado por porcentajes para los tiempos estándar, dicho cálculo se realizó con base en la siguiente información de los suplementos por descanso tomados en cuenta para cada tarea realizada.

Tabla 17. Tabla de suplementos (OIT)

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES					
	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7			
B. Suplemento base por fatiga	4	4			
2. SUPLEMENTOS VARIABLES					
	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4		45
B. Suplemento por postura anormal			2		100
Ligeramente incómoda	0	1			
incómoda (inclinado)	2	3			
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7			
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)					
Peso levantado [kg]					
2,5	0	1			
5	1	2			
10	3	4			
25	9	20			
35,5	22	máx			
D. Mala iluminación					
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0			
Bastante por debajo	2	2			
Absolutamente insuficiente	5	5			
E. Condiciones atmosféricas					
Índice de enfriamiento Kata					
16		0			
8		10			
			F. Concentración intensa		
			Trabajos de cierta precisión	0	0
			Trabajos precisos o fatigosos	2	2
			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
			G. Ruido		
			Continuo	0	0
			Intermitente y fuerte	2	2
			Intermitente y muy fuerte	5	5
			Estridente y fuerte		
			H. Tensión mental		
			Proceso bastante complejo	1	1
			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
			Muy complejo	8	8
			I. Monotonía		
			Trabajo algo monótono	0	0
			Trabajo bastante monótono	1	1
			Trabajo muy monótono	4	4
			J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: Introducción al estudio del trabajo OIT

En la tabla siguiente se visualizan los porcentajes asignados según la evaluación realizada.

Tabla 18. Tabla de valoración de suplementos

Actividad	TAREAS																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Género	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Suplementos constantes																															
A. Necesidades personales	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
B. Fatiga	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Suplementos variables																															
A. Trabajar de pie	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
B. Postura anormal	0	0	2	2	0	7	7	7	2	0	0	7	2	7	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	
C. Uso de fuerza	0	9	3	0	3	3	22	22	9	0	3	3	9	22	0	9	1	9	0	1	3	9	1	9	3	3	3	9	9	3	3
D. Mala iluminación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
E. Condiciones atmosféricas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F. Concentración intensa	2	0	2	2	0	2	5	2	0	2	0	2	0	2	2	0	2	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	2	2	0
G. Ruido	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
H. Tensión mental	1	1	4	4	1	1	4	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	4	4	1	1	1	1	1	1	4	1	1
I. Monotonía	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
J. Tedium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Suma total	14	22	24	19	15	24	51	43	26	17	15	24	23	43	14	22	17	22	17	15	20	28	15	22	20	15	17	21	26	17	15
Suplemento	0,14	0,22	0,24	0,19	0,15	0,24	0,51	0,43	0,26	0,17	0,15	0,24	0,23	0,43	0,14	0,22	0,17	0,22	0,17	0,15	0,2	0,28	0,15	0,22	0,2	0,15	0,17	0,21	0,26	0,17	0,15

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente de la determinación de los suplementos de cada tarea se procedió a calcular el tiempo estándar de cada una, multiplicando el tiempo normal por los suplementos más el tiempo normal alcanzando la siguiente fórmula para determinar el tiempo estándar:

$$\text{Tiempo normal} + (\text{Tiempo normal} \times \text{suplementos})$$

En la siguiente tabla se muestran los tiempos estándar actuales calculados para cada una de las tareas de las actividades en estudio, se detalla que la toma de los tiempos fue cronometrada para que fuese más preciso además estos tiempos fueron tomados directamente mediante observación directa de los técnicos considerando tiempos mínimos, máximos y promedios según el tiempo observado.

Los datos del estudio de tiempos realizados en la presente investigación fueron tomados al mes de abril del año 2023, los cuales los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 19. Tabla de estudio de tiempo

Hoja de observación de tiempos - Actual																
Departamento:	Control de la Gestión		Área: Instalación de redes								Estudio N°	1				
Número del estudio:	Estándares actuales		Tipo de producto: Instalación del cable en tres postes y uno a instalar.								Fecha	20/04/2023				
											Elaborado por:	Carlos Quesada Montoya				
	Cuadrillas															
Tarea N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo observado (min)	Factor de calificación	Tiempo Normal (min)	Suplemento (%)	Tiempo estándar (min)	
1	10,0	8,0	5,0	12,0	13,0	11,0	10,0	12,0	9,0	11,0	10,1	0,90	9,1	14%	10,36	
2	15,0	10,0	12,0	13,0	13,0	11,0	8,0	10,0	12,0	10,0	11,4	1,00	11,4	22%	13,91	
3	45,0	48,0	35,0	37,0	40,0	35,0	36,0	50,0	34,0	44,0	40,4	0,90	36,4	24%	45,09	
4	8,0	5,0	11,0	14,0	9,0	10,0	10,0	8,0	7,0	12,0	9,4	0,90	8,5	14%	9,64	
5	11,0	10,0	10,0	9,0	10,0	10,0	8,0	12,0	10,0	11,0	10,1	0,90	9,1	22%	11,09	
6	170,0	150,0	165,0	158,0	142,0	155,0	160,0	170,0	168,0	174,0	161,2	0,90	145,1	24%	179,90	
7	12,0	10,0	12,0	7,0	11,0	11,0	10,0	10,0	9,0	10,0	10,2	1,00	10,2	14%	11,63	
8	18,0	21,0	21,0	25,0	20,0	23,0	21,0	19,0	20,0	19,0	20,7	1,00	20,7	22%	25,25	
9	11,0	8,0	9,0	11,0	10,0	10,0	12,0	11,0	9,0	10,0	10,1	1,00	10,1	24%	12,52	
10	5,0	5,0	6,0	5,0	5,0	5,0	4,0	5,0	6,0	3,0	4,9	0,90	4,4	14%	5,03	
11	12,0	10,0	8,0	11,0	10,0	10,0	10,0	9,0	11,0	10,0	10,1	1,00	10,1	22%	12,32	
12	158,0	167,0	165,0	164,0	160,0	152,0	150,0	140,0	154,0	148,0	155,8	1,00	155,8	24%	193,19	
13	7,0	11,0	8,0	11,0	11,0	10,0	9,0	10,0	10,0	8,0	9,5	1,00	9,5	14%	10,83	
14	35,0	29,0	30,0	34,0	38,0	26,0	27,0	30,0	31,0	29,0	30,9	1,00	30,9	22%	37,70	
15	4,0	6,0	4,0	5,0	3,0	5,0	6,0	4,0	4,0	6,0	4,7	1,00	4,7	24%	5,83	
16	9,0	10,0	11,0	12,0	12,0	10,0	13,0	9,0	10,0	13,0	10,9	1,00	10,9	14%	12,43	
17	14,0	13,0	14,0	18,0	16,0	15,0	17,0	17,0	16,0	14,0	15,4	0,90	13,9	22%	16,91	
18	14,0	12,0	11,0	15,0	16,0	18,0	16,0	18,0	18,0	15,0	15,3	1,00	15,3	24%	18,97	
19	4,0	5,0	5,0	5,0	6,0	5,0	5,0	4,0	6,0	5,0	5,0	0,90	4,5	14%	5,13	
20	9,0	9,0	11,0	10,0	10,0	9,0	8,0	11,0	10,0	10,0	9,7	1,00	9,7	22%	11,83	
21	6,0	5,0	5,0	3,0	5,0	6,0	6,0	6,0	5,0	4,0	5,1	0,90	4,6	24%	5,69	
22	12,0	15,0	14,0	16,0	16,0	18,0	17,0	15,0	14,0	14,0	15,1	0,90	13,6	14%	15,49	
23	4,0	5,0	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0	5,0	5,0	6,0	4,9	1,00	4,9	22%	5,98	
24	10,0	10,0	11,0	12,0	12,0	10,0	12,0	10,0	10,0	13,0	11,0	1,00	11,0	24%	13,64	
25	16,0	14,0	15,0	16,0	12,0	12,0	15,0	15,0	17,0	15,0	14,7	1,00	14,7	14%	16,76	
26	3,0	5,0	5,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	4,8	1,00	4,8	22%	5,86	
27	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,00	2,0	24%	2,48	
28	6,0	6,0	6,0	5,0	4,0	5,0	5,0	5,0	6,0	4,0	5,2	0,90	4,7	14%	5,34	
29	4,0	5,0	4,0	6,0	7,0	5,0	6,0	6,0	4,0	5,0	5,2	1,00	5,2	22%	6,34	
30	5,0	6,0	4,0	5,0	5,0	7,0	5,0	6,0	5,0	5,0	5,3	0,90	4,8	24%	5,91	
31	5,0	5,0	4,0	4,0	6,0	4,0	6,0	7,0	5,0	6,0	5,2	1,00	5,2	14%	5,93	

Fuente: Elaboración propia

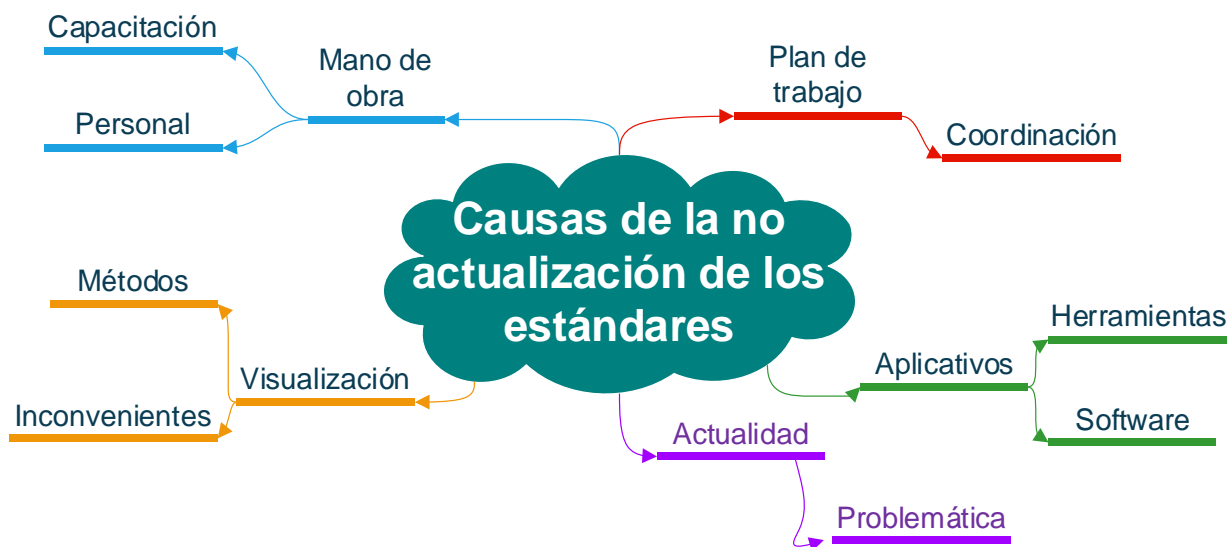
4.3 Analizar

Por medio de los datos obtenidos en las etapas de definir y medir con ayuda de las herramientas ingenieriles se procede a desarrollar la tercera etapa “analizar” la cual consta del análisis de los datos obtenidos para proceder con el diseño e implementación de la solución.

4.3.1 Lluvia de ideas

Con ayuda de la lluvia de ideas que se tuvo en la sección con las jefaturas involucradas en la determinación de los estándares se tocaron varios temas de conveniencia para determinar las causas principales del no seguimiento de la actualización de los estándares tomando en cuanto el tiempo transcurrido y las metodologías usadas para el cálculo de dichos estándares.

Figura 22. Lluvia de ideas



Fuente: Elaboración propia

4.3.2 5 “Por qué”

Por medio de un análisis de los 5 porqués se trató de reforzar las causas identificadas del problema principal para indagar más a fondo y para poder clasificar las posibles causas raíz asumiendo como objetivo principal identificar una posible causa principal, lo cual se desarrolló al realizar preguntas del por qué sobre las respuestas de las preguntas que se iban realizando hasta llegar a una posible solución.

Tabla 20. Ejercicio 5 “por qué”

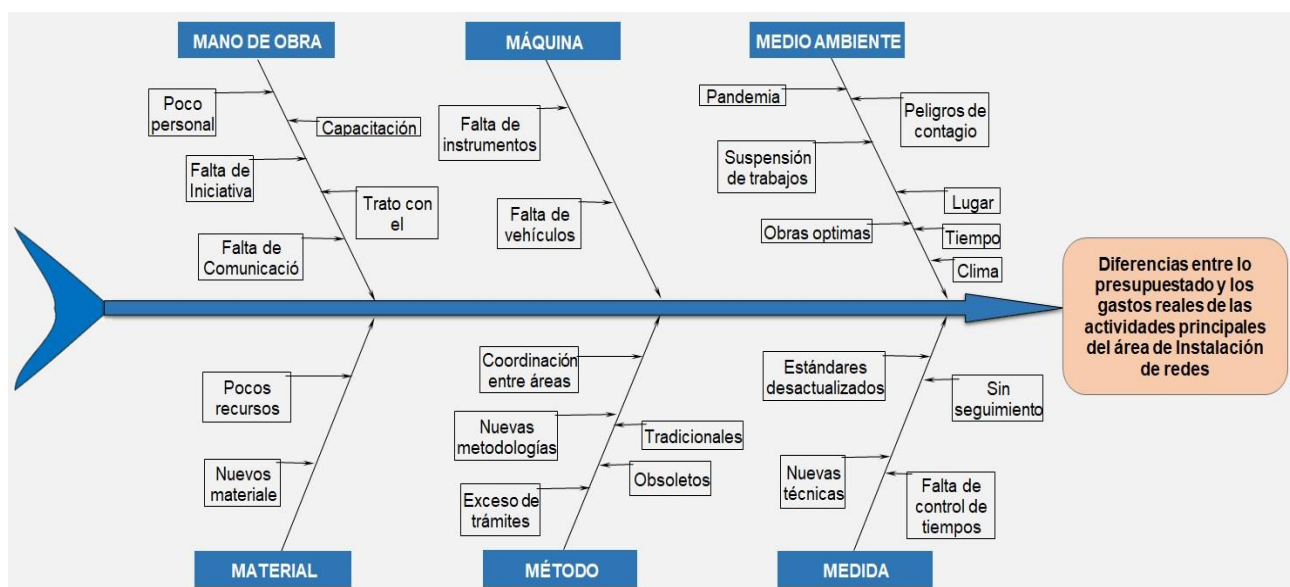
5 porqués						
Problema en estudio	¿Por qué? 1	¿Por qué? 2	¿Por qué? 3	¿Por qué? 4	¿Por qué? 5	Resultado de análisis
Mano de obra	Falta capacitación	Por falta de personal	Por las tareas específicas que tiene cada colaborador	Por la falta de personal capacitado para dicha labor		Busque de personal con conocimiento
Plan de trabajo	Falta de coordinación	Por falta de interés de las jefaturas	Por la atención a otros temas de interés	Por cumplir con los indicadores de ejecución		Optimizar los estándares y demostrar que pueden mejorar los indicadores
Aplicativos	Herramientas de ayuda	Por no ser un tema prioritario				Darle la importancia adecuada
Actualidad	Problemas de iniciativa	Falta de personal interesado en la actualización	Por lo grande que se puede tornar a ser	Por falta de aplicar metodologías adecuadas		Aplicar las metodologías actuales de los estudios de tiempos
Visualización	Métodos de trabajo	Variabilidad en las metodologías				Optimizar la toma de tiempo con las plantillas actuales

Fuente: *Elaboración propia*

4.3.3 Diagrama Ishikawa

Posteriormente se analizó cada uno de estos criterios para clasificarlos dentro de la metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto para determinar las causas principales del problema por medio de la construcción del diagrama de Ishikawa para visualizar de mejor manera las causas y subcausas a al problema principal.

Figura 23. Diagrama Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Basado en el diagrama de Ishikawa anterior se realiza el análisis de cada causa que en total son 15 causas que puedan estar afectando al problema directamente. Para comprender mejor cada causa a continuación, se explicará con más detalle cada una según su clasificación por las 6 ramas.

Mano de obra

- Poco personal: Se tiene poco personal capacitado y con basto conocimiento para las actividades de actualización de estándares. Además, se resalta que en los últimos años mucha mano de obra experimentada en estos temas ha abandonado la institución. El conocimiento no es el adecuado y se muestra el

desconocimiento del cálculo de los estándares en las actividades de ejecución.

- Falta de iniciativa: Se tiene poca iniciativa por parte de los colaboradores al realizar este tipo de actualizaciones y por parte de las jefaturas no se le presta la importancia debida. Además, no existe un puesto de trabajo específico para realizar las actividades de actualizaciones de estándares.
- Falta de comunicación: Este aspecto es preocupante, ya que no existen algún procedimiento que establezca responsabilidad alguna con sus labores para las tareas de actualización lo que conlleva a la poca comunicación entre las áreas responsables de dichas tareas y en ocasiones cuando se pide la información no se entrega por completo debido a que no se realiza una actualización normada.

Máquina

- Falta de instrumentos: al no poseer un encargado y el poco interés sobre la actualización de los estándares es difícil adquirir las herramientas adecuadas para la toma de tiempos y los insumos necesarios para plasmar y hacer los análisis correspondientes.
- Falta de vehículos: El transporte para las visitas al campo es complicado, ya que los vehículos del plantel ya están asignados para las labores de ejecución y se complica la posibilidad del préstamo de estos para las labores de estandarización al ser una labor de como prioridad.

Medio ambiente

- Pandemia: Debido a la situación país que se ha vivido las jefaturas y coordinadores al limitado y establecido otras prioridades en la ejecución de las obras por lo que se ha dejado de lado muchos temas como la actualización de los estándares debido a las disposiciones y limitaciones del ministerio de salud evitando la tasa de contagio y los riesgos que conlleva.
- Suspensión de trabajos: Debido a la situación de la pandemia se ha tenido que suspender la ejecución de muchas obras y los diferentes programas que se tenían con respecto a posibles toma de tiempos para estándares.
- Obras óptimas: Se limita los análisis y toma de los datos debido a la complejidad de algunas obras debido a la suspensión por condiciones

climáticas, lugares de difícil acceso que se salen de la media en las tomas de los datos.

Material

- Pocos recursos: Al tener pocos recursos muchas veces la toma de los tiempos se ve afectada, ya que varía la duración de estos por la sustitución u ausencia de algunos los recursos necesarios.
- Nuevos materiales: A pesar de que los nuevos materiales son similares en algunos casos afectan los tiempos al conllevar más o menos tiempos por lo que se tienen que estar verificando en los estándares que se puedan tomar.

Método

- Coordinación entre áreas: Se dificulta el procedimiento y coordinar para las labores en campo con respecto a la toma de los tiempos y el análisis de estos con los criterios expertos para una buena toma en el estudio de tiempos y aplicación de estos.
- Nuevas metodologías: Con el paso del tiempo se ha venido cambiando las metodologías de trabajo en muchas ocasiones haciéndolas más eficientes, por los que los procedimientos establecidos llegan a ser obsoletos.
- Exceso de trámites: Para dichas actualizaciones al no ser un procedimiento normado se dificulta la obtención de los permisos necesarios para las labores en campo, los recursos y disposición del personal para estas labores en cuando al exceso de trámites que se deben realizar por los que sufre un atraso para poder ejecutar la toma de los tiempos y el recurso necesario que vaya a realizar estas labores.

Medida

- Estándares desactualizados: En el departamento de control de la gestión no maneja procedimientos regulados relacionados a la actualización de estándares ni una metodología para realizarlos. Por lo que las actualizaciones y los procedimientos para el manejo de la información han quedado de lado por mucho tiempo. Se han hecho pequeñas actualizaciones no normadas en el área, pero todo esto a criterio experto y no con metodología de estudio de tiempos.

- Nuevas técnicas: Con el pasar del tiempo las técnicas de recolección de los datos han cambiado y no se ha normado, por lo que no hay indicadores para poder garantizar el cumplimiento de estas por medio de los estándares.

4.3.4 Diagrama de Pareto

En el diagrama de Pareto se clasificó las causas encontradas, con base en el Ishikawa según el impacto y la frecuencia con la que provocan el problema.

La frecuencia con la que cada causa ocurre al provocar el problema se estableció a partir de una escala de 1 a 100, donde 1 representa nunca y 100 siempre. La asignación del grado de frecuencia a cada causa se adquirió por medio de la observación de todo el proceso y por medio de las entrevistas realizadas a las jefaturas relacionadas directamente con la estandarización de las actividades.

Por lo que se obtiene la siguiente tabla con las causas encontradas y los pesos de las frecuencias.

Tabla 21. *Tabla de causas y frecuencias dadas*

Causas	#
Poco personal	70
Falta de iniciativa	45
Falta de comunicación	45
Falta de instrumentos	15
Falta de vehículos	20
Pandemia	70
Suspensión de trabajos	25
Obras óptimas	20
Pocos recursos	55
Nuevos materiales	25
Coordinación entre áreas	50
Nuevas metodologías	65
Exceso de trámites	40
Estándares desactualizados	90
Nuevas técnicas	50
Total	685

Fuente: Elaboración propia

A partir de la tabla anterior, se ordenó los datos de la frecuencia para poder la frecuencia relativa y posteriormente el acumulado, al sumar en orden decreciente los porcentajes de cada una de las causas.

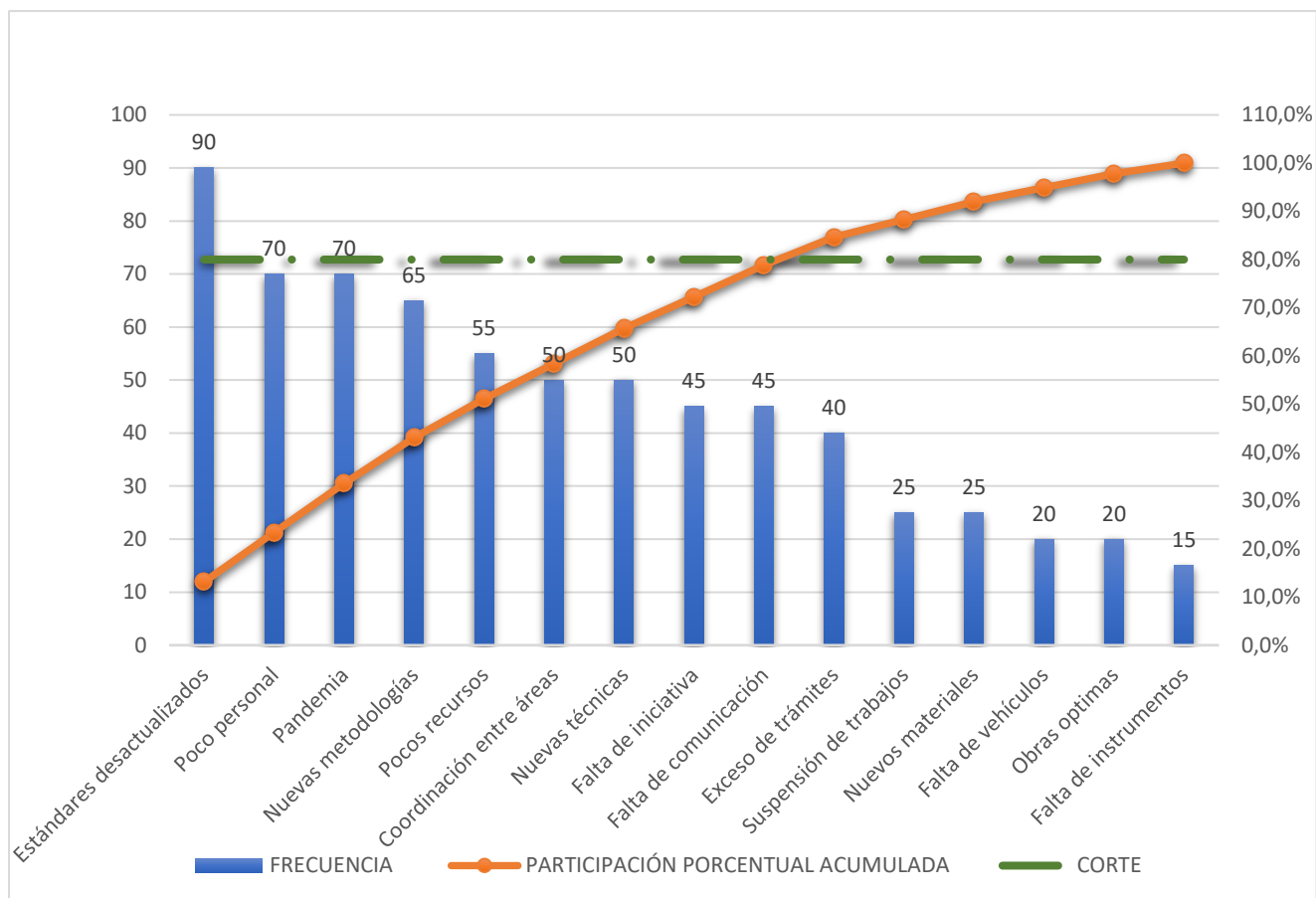
Tabla 22. Tabla de causas y frecuencias ordenadas

Causas	FRECUENCIA	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL ACUMULADA
Estándares desactualizados	90	13%	13,1%
Poco personal	70	10%	23,4%
Pandemia	70	10%	33,6%
Nuevas metodologías	65	9%	43,1%
Pocos recursos	55	8%	51,1%
Coordinación entre áreas	50	7%	58,4%
Nuevas técnicas	50	7%	65,7%
Falta de iniciativa	45	7%	72,3%
Falta de comunicación	45	7%	78,8%
Exceso de trámites	40	6%	84,7%
Suspensión de trabajos	25	4%	88,3%
Nuevos materiales	25	4%	92,0%
Falta de vehículos	20	3%	94,9%
Obras óptimas	20	3%	97,8%
Falta de instrumentos	15	2%	100,0%
Total	685	100 %	

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculados los datos necesarios para la construcción del diagrama, se grafican las causas y la curva del porcentaje acumulado para su posterior análisis, y se obtuvo el siguiente gráfico:

Gráfico 8. Pareto de las causas principales del problema



Fuente: Elaboración propia

En el Diagrama Pareto, se puede visualizar que de las 15 causas encontradas que al ser analizadas y conocer su relación 80/20 del gráfico anterior, la causa de mayor peso de las que se deriva el problema es la desactualización de los estándares.

Al analizar las causas resultantes de la clasificación como las de mayor impacto, se logra determinar que las resultantes están directamente relacionadas al proceso de actualización de los estándares.

4.3.5 5' S

Con la herramienta de las 5's se buscó en este capítulo visualizar como se encuentra en estos momentos las cuadrillas aplicando la metodología y si se tiene conocimiento de esta. Para poder colaborar a escenarios óptimos para la aplicación y toma de tiempos cuando sea necesaria, por lo tanto se describe lo que se encontró en cada una de las diferentes etapas de dicha herramienta.

4.3.5.1 Seiri - Clarificar

En general las cuadrillas no poseen una clasificación adecuada de los diferentes insumos y desechos que manejan en la ejecución de las obras.

4.3.5.2 Seiton - Ordenar

Con respecto al orden, las cuadrillas en estudio guardan las herramientas, equipos y otros utensilios en compartimientos que posee el camión, los cuales no poseen ninguna identificación ni división entre ellas, estos compartimientos tienen tanto herramientas como materiales de uso diario los cuales los colaboradores indican que ellos ya saben dónde están cada objeto que necesiten.

4.3.5.3 Seiso - Limpiar

La limpieza del camión y del área de trabajo se hace constantemente debido al poco espacio que se tiene para almacenar dichos desechos.

4.3.5.4 Seiketsu - Estandarizar

Entre las cuadrillas no existe una estandarización en la distribución de los materiales y desechos, aunque todos los camiones poseen los mismos aposentos para el almacenamiento de estos.

4.3.5.5 Shitsuke - Disciplina

Los técnicos poseen una gran actitud de respeto por lo que llevan una línea marcada de disciplina entre sus labores y como realizarlas lo cual facilita las labores de ejecución.

4.4 DMAIC

Seguidamente, se presenta la herramienta D.M.A.I.C. del presente capítulo la cual permite visualizar de manera más sencilla el comportamiento del proyecto desde el inicio y enfocado en el diagnóstico que representa este capítulo.

Tabla 23. DMAIC CAPÍTULO IV

		METODOLOGÍA DMAIC					
		DEFINIR	MEDIR	ANALIZAR	MEJORAR	CONTROLAR	
		DIAGNÓSTICO			DISEÑO		
Objetivo general	Optimizar los estándares de las actividades de ejecución de obras mediante la actualización de tiempos de ejecución de las obras de instalación de redes, con el fin de minimizar la brecha entre los parámetros presupuestados y lo que gastos reales de ejecución de los trabajos para poder tener un estándar más confiable y de alta calidad.						
Objetivos específicos	Definir los parámetros operacionales y procedimientos de ejecución de las cuadrillas que actualmente ejecutan el proceso de instalación de redes.	Realizar un levantamiento de los tiempos de ejecución de las obras asignadas a las cuadrillas de instalación de redes para conocer el tiempo estándar de la producción.			Analizar una alternativa de solución que se ajuste a las mejoras que se implementen para que disminuya el tiempo de la operación en la ejecución de las obras.		
Descripción	Por medio de los encargados de cuadrilla, visualizar en mejor forma el proceso en estudio Identificar causas y problemas de la ejecución mediante la consulta a los expertos de las actividades	La muestra permite la recolección de los datos por medio del número de cuadrillas a estudiar Conocer mediante el estudio de tiempos la duración de cada actividad Definir las causas de mayor impacto que afectan el proceso Representar las relaciones entre un efecto y las causas que pueden provocarlo	Proponer puntos de mejora con los encargados de cuadrilla Aplicar la técnica de los 5 “por qué” en el focus group Optimizar las actividades aplicando las 5’s			Se determina en el capítulo V	Se determina en el capítulo V
Herramientas	Focus group Entrevista Diagrama de proceso	Análisis Estadístico Estudio de tiempos Diagrama de Ishikawa	Diagrama de Flujo Diagrama de Pareto	Lluvia de ideas Análisis 5 “por qué” 5’s			
Proceso	Mapear el proceso y consultar a los involucrados del proceso de ejecución	Determinar la forma actual de la ejecución de las obras, tomar los tiempos de cada actividad y establecer las principales causas de la demora en el tiempo de ejecución		Indagar sobre posibles soluciones a los problemas principales, hacer preguntas del porqué de las causas y proponer la aplicación de las 5’s en la ejecución de las obras			
Conclusión	<p>Como resultado de focus group y las entrevistas se pudo mapear el flujo del proceso y de las actividades principales de la línea de estudio, de las cuales se comentan que se derivan muchas tareas y variables a contemplar, aunque de estas 6 actividades principales que se mencionaron se obtuvo información de las 31 tareas más frecuentes de estas actividades además se destacó un ejemplo en concreto de lo que frecuentemente se realiza en la ejecución de una obra en general.</p> <p>Con base de la definición de los parámetros dados en el ejemplo se realizó un análisis y captura de los tiempos tomando en cuenta las actividades a actualizar. Mostrando que los tiempos y los métodos de ejecución han cambiado debido a muchos factores de los cuales se puede mencionar como las técnicas de ejecución, los materiales a utilizar y la capacidad del personal y con esto se lleva a que los mismos deban ser actualizados.</p> <p>Además, en este apartado se dedujo que se han tenido actualizaciones, pero con una metodología a criterio experto y no con un debido estudio de tiempo. Con esto se definió datos importantes para la toma de decisiones que contemplan las causas de la no actualización de los estándares y sus afectaciones. Asimismo, se concluye que no se tiene una documentación formal de las actualizaciones previas ni una programación de actualizaciones futuras con metodología de estudio de tiempo.</p> <p>Con ayuda a la lluvia de ideas y en coordinación con las jefaturas se logró determinar las principales causas que han causado la no actualización de los estándares y con esto poderlo visualizar de una mejor forma en el Ishikawa y a su vez realizar el Pareto. Al mismo tiempo se mostró el poco control que se lleva con respeto a este tema y el no tener indicadores para medir los tiempos de ejecución de las cuadrillas con base en los estándares.</p> <p>Con respecto a las cuadrillas los procedimientos de ejecución no varían mucho, pero con respecto al orden y aseo de estos se detectó diferentes manejos, ya que algunas cuadrillas son más organizadas que otras. Lo que se concluye que no existe una estandarización en el manejo del aseo y orden de los materiales y procedimientos de ejecución.</p>						

Fuente: *Elaboración propia*

4.5 Conclusiones del diagnóstico

- Como resultado de focus group y las entrevistas se pudo mapear el flujo del proceso y de las actividades principales de la línea de estudio, de las cuales se comentan que se derivan muchas tareas y variables a contemplar, aunque de estas 6 actividades principales que se mencionaron se obtuvo información de las 31 tareas más frecuentes de estas actividades además se destacó un ejemplo en concreto de lo que frecuentemente se realiza en la ejecución de una obra en general.

- Con base de la definición de los parámetros dados en el ejemplo se realizó un análisis y captura de los tiempos tomando en cuenta las actividades a actualizar. Mostrando que los tiempos y los métodos de ejecución han cambiado debido a muchos factores de los cuales se puede mencionar como las técnicas de ejecución, los materiales a utilizar y la capacidad del personal y con esto se lleva a que los mismos deban ser actualizados.

- Además, en este apartado se dedujo que se han tenido actualizaciones pero con una metodología a criterio experto y no con un debido estudio de tiempo. Con esto se definió datos importantes para la toma de decisiones que contemplan las causas de la no actualización de los estándares y sus afectaciones. Asimismo, se concluye que no se tiene una documentación formal de las actualizaciones previas ni una programación de actualizaciones futuras con metodología de estudio de tiempo.

- Con ayuda a la lluvia de ideas y en coordinación con las jefaturas se logró determinar las principales causas que han causado la no actualización de los estándares y con esto poderlo visualizar de una mejor forma en el Ishikawa y a su vez

realizar el Pareto. Al mismo tiempo se mostró el poco control que se lleva con respecto a este tema y el no tener indicadores para medir los tiempos de ejecución de las cuadrillas con base en los estándares.

- Con respecto a los procedimientos analizados en la ejecución de los trabajos en las cuadrillas, los mismos no varían, aunque con respecto al orden y aseo de estos se detectó diferencias en el manejo de las actividades, ya que algunas cuadrillas son más organizadas que otras. Lo que se concluye que no existe una estandarización en el manejo del aseo y orden de los materiales y procedimientos de ejecución entre todas las cuadrillas.

Capítulo V. Diseño e implementación de la solución

En este capítulo se presenta propuestas de diseño e implementación de soluciones de los problemas detectados basándose en las oportunidades de mejora y en las causas identificadas y analizadas en el capítulo previo de esta investigación, con el objetivo de optimizar y actualizar los estándares de las actividades principales de las obras de ejecución de la instalación de redes.

El diseño de la propuesta se realizó a partir de los resultados por medio del diagrama causa efecto y del análisis de las tareas realizadas en la ejecución de las obras además del impacto que tiene en los tiempos de ejecución la aplicación de las herramientas ingenieriles para el buen orden y aseo de las cuadrillas en sus camiones y del área de trabajo.

Tabla 24. Limitaciones y propuestas de solución

Limitaciones	Propuestas de solución a nivel general
<i>Tiempos muertos en las tareas a ejecutar</i>	<i>Se busca mejorar en el diseño del orden de las tareas para distribuirlas de una mejor manera y disminuir los tiempos de ejecución.</i>
<i>Orden y aseo en los camiones y área de trabajo</i>	<i>Establecer acciones por medio de las 5's que permitan mantener un mejor orden y aseo de las áreas de trabajo para que sea más ágil la búsqueda de los materiales a ocupar y evitar las pérdidas de tiempo en estas tareas.</i>
<i>Toma de tiempos en campo</i>	<i>Se proponen plantillas para facilitar la toma de los tiempos en el campo de trabajo, así como para detallar aspectos importantes a considerar para el futuro análisis de los tiempos estándar.</i>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen las tres propuestas de mejora para garantizar la optimización la actualización de los estándares de las actividades de ejecución de obras en el área de Instalación de redes.

5.1 Soluciones Propuestas

5.1.1 Mejora en los tiempos de tareas de ejecución

De acuerdo con el resultado obtenido en el mapeo de las actividades de ejecución se propone realizar un nuevo orden en las tareas a ejecutar para evitar reprocesos en las actividades y poder optimizar la actualización de los tiempos que se encuentran en el sistema de presupuestación para que se pueda disminuir la brecha que existe entre lo presupuestado y lo que se ejecuta realmente.

Por lo tanto, en la siguiente sección se muestran las tareas a mejorar;

5.1.1.1 Instalación de poste

Tras el mapeo en la ejecución de esta actividad y con el fin de mejorar el tiempo de instalación de los postes, sugiere que estos no se bajen del camión de transporte, si no colocarlo lo más cerca de la excavación del hueco correspondiente tomando en cuenta que los lugares sean accesibles para su manipulación con el objetivo de que al bajarlo este caiga directamente al hueco previamente excavado.

Actualmente estos se bajan y se dejaban cerca de donde se vayan a instalar desconociendo el lugar exacto, lo que provoca un mayor esfuerzo físico para el trabajador e involucra más tiempo en realizar la tarea. Asimismo, se sugiere la buena comunicación entre todo el personal a cargo para que se trabaje en equipo.

Por lo tanto, con este cambio la tarea que se beneficiará en esta actividad será la de "colocar y levantar el poste" debido a que las distancias recorridas serán menores.

5.1.1.2 Vestir poste

Según el diagrama actual el tiempo que se tarda en todas las tareas para vestir un poste es de 46.3 metros como se muestra en la siguiente tabla del cursograma actual,

actividad que se puede optimizar replanteando la actividad al tener la posibilidad de vestir el poste en el suelo en los lugares que se pueda (generalmente en zonas rurales).

Tabla 25. Duración de la actividad de Vestir poste

NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo minutos
15	Inspeccionar, seleccionar postes, definir tamaño y tipo de gaza a utilizar.	1	120,0	4,7
16	Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste.	1	120,0	10,9
17	Armar gaza en poste.	1		15,4
18	Bajar y quitar escalera, pasar a siguiente poste.	1	60,0	15,3
			Tiempo total	46,3

Fuente: Elaboración propia

Con este replanteamiento de las tareas de la actividad se puede ver disminuido considerablemente el tiempo que ocupa la misma en ser realizada, ya que se optimiza realizar las operaciones de sujetar, sostener, manipular herramientas y materiales en altura y a cambio se realizarían en el suelo mientras se hace la excavación del hueco en el lugar indicado. Con lo cual se economizaría el tiempo que el técnico interviene en subir y bajar la escalera, junto con todo el equipo para el trabajo en alturas.

Por lo tanto, este nuevo diseño de las tareas permitirá una gran mejoría de los tiempos, ya que las actividades de vestir poste e instalación de cable de se llevarán a cabo de forma paralela aprovechando los recursos y el tiempo de ejecución que es lo principal para optimizar los estándares.

Tabla 26. Nuevo planeamiento de la actividad de Vestir poste

NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo minutos
4	Inspeccionar, seleccionar postes, definir tamaño y tipo de gaza a utilizar	1	120,0	4,7
5	Armar gaza en poste en suelo	1	30,0	15,4
			Tiempo total	20,1

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se muestra mediante la siguiente tabla como queda la distribución de las tareas en cada actividad en comparación con la actual.

Tabla 27. Tareas actuales vs propuestas

ACTUALES		PROPUESTAS	
ACTIVIDADES	TAREAS	ACTIVIDADES	TAREAS
Desramar y limpiar	1. Inspeccionar y determinar sectores a limpiar.	Desramar y limpiar	1. Inspeccionar y determinar sectores a limpiar.
	2. Bajar a buscar escalera y herramientas a utilizar.		2. Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste.
	3. Derramar y recoger desperdicios.		3. Derramar y recoger desperdicios.
Instalación poste de madera	4. Seleccionar lugar a instalar poste.	Vestir poste	4. Inspeccionar y seleccionar postes y definir tamaño y tipo de gaza a utilizar.
	5. Buscar herramienta y equipo de instalación.		5. Armar gaza en poste en suelo.
	6. Hacer hueco de 1,40 metros de profundidad.	Instalación poste de madera vestido	6. Seleccionar lugar a instalar poste.
	7. Colocar y levantar poste.		7. Buscar herramienta y equipo de instalación.
	8. Afirmar poste y rellenar hueco.		8. Hacer hueco de 1,40 metros de profundidad.
9. Aplomar poste instalado.	9. Colocar y levantar poste.		
Instalación de ancla completa	10. Determinar la necesidad y el tipo de ancla para poste.	Instalación de ancla completa	10. Afirmar poste y rellenar hueco.
	11. Buscar herramienta y material para la instalación.		11. Aplomar poste instalado.
	12. Hacer hueco de 1,80 metros de profundidad.	Instalación de ancla completa	12. Determinar la necesidad y el tipo de ancla para poste.
	13. Colocar "block" del ancla.		13. Buscar herramienta y material para la instalación.
14. Rellenar hueco con piedra y arena.		14. Hacer hueco de 1,80 metros de profundidad.	




Vestir poste	15. Inspeccionar y seleccionar postes y definir tamaño y tipo de gaza a utilizar.	Instalación retenida	15. Colocar "block" del ancla.
	16. Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste.		16. Rellenar hueco con piedra y arena.
	17. Armar gaza en poste.		17. Seleccionar lugar de acuerdo con la norma.
Instalación retenida	18. Bajar y quitar escalera, pasar a siguiente poste.	Instalación retenida	18. Cortar cable para retenida.
	19. Seleccionar lugar de acuerdo con la norma.		19. Formar retenida.
	20. Cortar cable para retenida.		20. Tensar cable.
	21. Formar retenida.		21. Cortar sobrantes.
Instalación de cable de fibra óptica	22. Tensar cable.	Instalación de cable de fibra óptica	22. Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste.
	23. Cortar sobrantes.		23. Extender cable a instalar.
	24. Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste.		24. Pegar "Pull Lift" al mensaje del cable.
	25. Extender cable a instalar.		25. Empastecar cable.
	26. Pegar "Pull Lift" al mensaje del cable.		26. Levantar cable.
	27. Empastecar cable.		27. Tensar cable.
	28. Levantar cable.		28. Rematar cable.
29. Tensar cable.	29. Quitar "Pull Lift".		
	30. Rematar cable.		
	31. Quitar "Pull Lift".		

Fuente: Elaboración propia

Lo que permite tener una disminución considerable en la ejecución total de las tareas y por consiguiente en el estándar de la actividad. Por lo tanto, las actividades que se ven involucradas directamente con este cambio serán las de "instalación de poste" por la disminución de las distancias recorridas y la actividad de "Vestir poste" al replantear y optimizar su ejecución y eliminar tareas repetitivas.

Con estos puntos de mejora en las actividades el nuevo cursograma de actividades quedaría de la siguiente manera.

Figura 24. Cursograma propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Hoja N°: 2 De: 2 Diagrama N°: 1		Operar. <input checked="" type="checkbox"/> Mater. <input type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>							
Proceso: IRAF		RESUMEN							
Fecha:		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
El estudio Inicia: Jueves 04 de Mayo 2023			Operación	22	22	0%			
Método: Actual: ___ Propuesto: <u>X</u>			Transporte	4	2	-50%			
Producto: Instalación de cable			Inspección	2	2	0%			
Nombre del operario: Muestra de cuadrillas			Espera	3	3	0%			
Elaborado por: Carlos Quesada Montoya.			Almacenaje	0	0	100%			
Observaciones: <u>La instalación del cable se realizo en tres postes.</u>		Total de Actividades realizadas		31	29	-6%			
		Distancia total en metros		1 220	800	-34%			
		Tiempo en horas/hombre		10,6	8,9	-16%			
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo minutos	SÍMBOLOS PROCESOS				
									
1	Inspeccionar y determinar sectores a limpiar.	1	120,0	10,1					
2	Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste.	1	120,0	11,4					
3	Derramar y recoger desperdicios.	1	120,0	40,4					
4	Inspeccionar, seleccionar postes, definir tamaño y tipo de gaza a utilizar.	1	120,0	4,7					
5	Armar gaza en poste en suelo	1	30,0	15,4					
6	Seleccionar lugar a instalar poste.	1		9,4					
7	Buscar herramienta y equipo de instalación.	1		10,1					
8	Hacer hueco de 1,40 m de profundidad.	1		161,2					
9	Colocar y levantar poste.	1	30,0	10,2					
10	Afirmar poste y rellenar hueco.	1		20,7					
11	Aplomar poste instalado	1		10,1					
12	Determinar la necesidad y el tipo de ancla para poste.	1	120,0	4,9					
13	Buscar herramienta y material para la instalación.	1		10,1					
14	Hacer hueco de 1,80 m de profundidad.	1	140,0	155,8					
15	Colocar "block" del ancla.	1		9,5					
16	Rellenar hueco con piedra y arena.	1		30,9					
17	Seleccionar lugar de acuerdo con la norma.	1		5,0					
18	Cortar cable para retenida.	1		9,7					
19	Formar retenida.	1		5,1					
20	Tensar cable.	1		15,1					
21	Cortar sobrantes.	1		4,9					
22	Colocar escalera en poste, seleccionar herramientas y sujetar arnés de seguridad al poste.	1	120,0	11,0					
23	Extender cable a instalar.	1	120,0	14,7					
24	Pegar "Pull Lift" al mensaje del cable.	1		4,8					
25	Empastecar cable.	1		2,0					
26	Levantar cable.	1		5,2					
27	Tensar cable.	1		5,2					
28	Rematar cable.	1		5,3					
29	Quitar "Pull Lift".	1		5,2					
Tiempo horas: 8,9		m	800,0	534,7 min					
Observaciones: Las actividades optimizadas con este cambio serán las de "Instalación de poste" por la disminución de las distancias recorridas y la actividad de "Vestir poste" al replantear y optimizar su ejecución y eliminar tareas repetitivas.									

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el análisis de las actividades actuales y las propuestas con los beneficios en los cambios de las tareas mencionadas anteriormente.

Tabla 28. Análisis actividades actuales vs propuestas

RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.
	Operación	22	22	0%
	Transporte	4	2	-50%
	Inspección	2	2	0%
	Espera	3	3	0%
	Almacenaje	0	0	100%
Total de Actividades realizadas		31	29	-6%
Distancia total en metros		1 220	800	-34%
Tiempo en horas/hombre		10,6	8,9	-16%

Fuente: Elaboración propia

Efectivamente, se evidencia la mejoría y optimización del número de tareas involucradas en la ejecución de las obras, disminuyendo así los tiempos y las distancias necesarias para realizar estas tareas.

Con detalle se muestra la disminución de tareas al pasar de 31 y 29 tareas, en el caso del transporte con un 50% menos. Conjuntamente, la distancia total en metros paso de 1220 metros a 800 metros exponiendo un 34% menos de los recorridos.

Asimismo, el factor de mano de obra se ve favorecida, ya que se tiene que con la propuesta podría disminuir hasta en un 16% las horas hombre involucradas en la ejecución, pasando de 10,6 Horas Hombre a 8,9 Horas Hombre.

5.1.2 Mejora de los tiempos mediante las 5´s

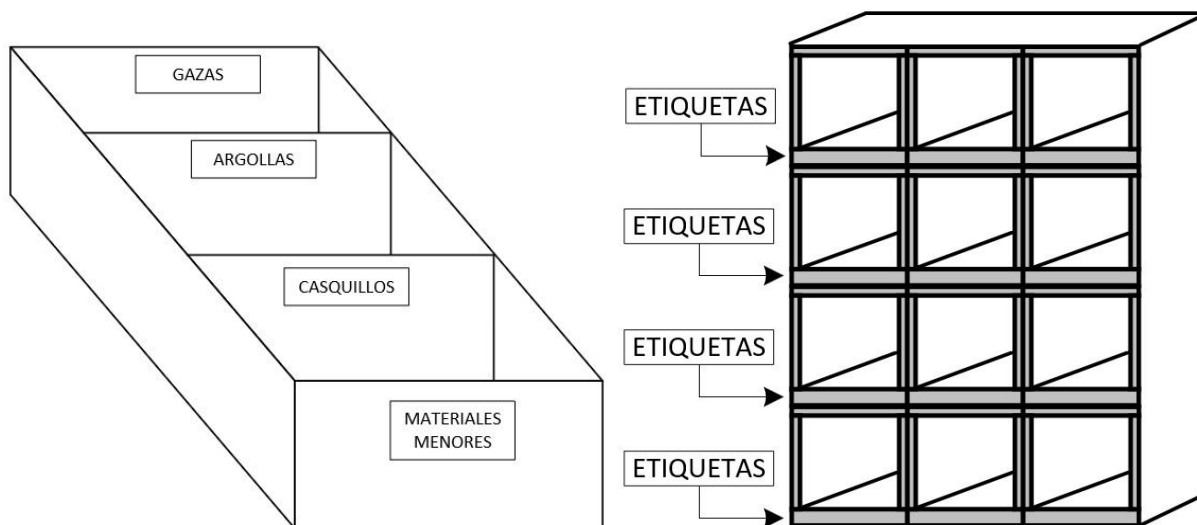
De acuerdo al análisis actual de las cuadrillas en el capítulo anterior, en cuanto al orden y distribución de los materiales y herramientas en los camiones cuando se ejecutan las obras, se propone la implementación de la metodología 5´S la cual es una herramienta de mejora tanto para los tiempos de trabajo como para las condiciones laborales, siguiendo cada una de sus etapas su objetivo es mejorar los espacios, distribución, orden y aseo en los que se trabaja diariamente, con el fin de optimizar los tiempos de las actividades.

A nivel general, el análisis de la 5´s que se realizó permite enfocarse y efectuar algunas propuestas de mejora para implementar en los vehículos donde las cuadrillas se transportan y a su vez almacenan la materia prima y las herramientas necesarias para las labores, ya que en el mismo se detectaron factores como: mal almacenamiento de las herramientas, desperdicio del espacio, en algunas cuadrillas desorden en el camión y mala distribución de los aposentos donde se almacenan los materiales menores.

Por lo tanto, se propone implementar las siguientes mejoras:

- En los cajones existentes se pueden hacer divisiones con el fin de mantener cada material, herramienta o equipo de su debido lugar.
- Etiquetar los equipos, materiales y herramientas con el fin de ahorrar tiempo a la hora de utilizarlos u alcanzarlos por desconocimiento del nombre de estos.
- Ordenarlos en cada aposento por prioridad de utilidad, de tal manera que las herramientas, materiales o equipo de más uso se encuentre al alcance.
- Implementar un organizador como se muestra en la (figura 25) con el fin de eliminar los baldes plásticos en donde actualmente se almacenan tornillos y tuercas de diferentes tamaños para los herrajes que visten el poste, ya que se encuentran todos juntos, lo que ocasiona una pérdida de tiempo para el técnico cuando busca algún tamaño en específico.

Figura 25. Diseño distribuidor de materiales y herramientas



Fuente: Elaboración propia

Con la implementación de estas propuestas principalmente se puede reducir el tiempo de búsqueda de los elementos necesarios para ejecutar las actividades, por lo que se puede optimizar aún más los estándares actuales.

Viéndose así involucradas y beneficiadas las actividades de búsqueda y uso de materiales y herramientas que son prácticamente todas.

5.1.3 Mejora en la toma de tiempos en el campo

Como parte del estudio de tiempos se propone utilizar la siguiente plantilla de recolección de datos para la documentación y debida evidencia de los tiempos y datos tomados en el campo para levantamiento de las muestras en conjunto con las cuadrillas.

Además de las plantillas empleadas en este proyecto como parte de los cálculos de los tiempos normales y estándares de las actividades de interés.

Figura 26. Informe de estudio de tiempos

INFORME DE ESTUDIO DE TIEMPOS			Solo para uso oficial
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD			
DIRRECCIÓN CONSTRUCCIÓN		Número de informe : _____	Período del levantamiento desde: _____ hasta: _____
ÁREA: INSTALACIÓN DE REDES			
INFORMACIÓN GENERAL			
Nombre : _____		Nombre de la actividad : _____	
Encargado : _____			
Inspector : _____			
TAREAS	PERSONAL	TIEMPOS Y DESCRIPCIÓN	
1		HORA DE INICIO: _____	HORA DE FIN: _____
		TIEMPO OBSERVADO: _____	
Descripción: _____			
2		HORA DE INICIO: _____	HORA DE FIN: _____
		TIEMPO OBSERVADO: _____	
Descripción: _____			
3		HORA DE INICIO: _____	HORA DE FIN: _____
		TIEMPO OBSERVADO: _____	
Descripción: _____			
4		HORA DE INICIO: _____	HORA DE FIN: _____
		TIEMPO OBSERVADO: _____	
Descripción: _____			
5		HORA DE INICIO: _____	HORA DE FIN: _____
		TIEMPO OBSERVADO: _____	
Descripción: _____			
6		HORA DE INICIO: _____	HORA DE FIN: _____
		TIEMPO OBSERVADO: _____	
Descripción: _____			
7		HORA DE INICIO: _____	HORA DE FIN: _____
		TIEMPO OBSERVADO: _____	
Descripción: _____			
8		HORA DE INICIO: _____	HORA DE FIN: _____
		TIEMPO OBSERVADO: _____	
Descripción: _____			
Observaciones: _____			

Fuente: Elaboración propia

5.2 Costos y beneficios de implementación

En esta sección se da a conocer de forma estimada el costo-beneficio de las propuestas de este proyecto, con la finalidad de optimizar y actualizar los estándares de las principales actividades de ejecución. Para dicha acción, se lleva a cabo un análisis costo - beneficio con el cual se obtiene una respuesta más clara cuanto a cada propuesta expuesta.

5.2.1 Costos y beneficios de la propuesta 1

En la propuesta de la mejora en los tiempos de tareas de ejecución, que consiste en la redistribución de las actividades y la optimización de algunas actividades, no son tangibles los costos debido a que solo se tendría que modificar actividades de ejecutadas diariamente, por lo tanto, no se ve una inversión asociada.

En cuanto a los beneficios de la implementación de las propuestas, se pueden analizar por cada propuesta de mejora, la cual tenemos en primera instancia la mejora de los tiempos en las actividades, el cual para este apartado se considera el costo de hora hombre de los técnicos que se pudieron obtener del área de finanzas de la División Planificación e Ingeniería/Gestión de Red y Mantenimiento y el cual se muestra en la **tabla 31**. Tomando en cuenta los puestos de trabajo que se tienen en las cuadrillas como promedio de los cálculos en el pago de las planillas.

Por lo cual, como se mostró en la **tabla 28** de actividades actuales y propuestas, el factor de mano de obra se ve favorecida, ya que se tiene que con la propuesta podría disminuir hasta en un 16% las horas hombre involucradas en la ejecución, pasando de 10,6 a 8,9 horas hombre como se muestra en la **tabla 29**. Con estos datos se considera que el costo de la hora hombre técnica es de ¢12 151,19 por técnico, lo que se puede exponer los beneficios obtenidos la siguiente tabla.

Tabla 29. Beneficios en costos de horas hombre por técnico

Rubros	Actual	Propuesta	Beneficio
Tiempo en horas hombre por técnico	10,6	8,9	1.7
Costo/beneficio	¢ 128 802,61	¢ 108 145,59	¢ 20 657.02

Fuente: Elaboración propia

Con base a la información anterior se puede manifestar el ahorro considerable de la mano de obra involucrada de las actividades, con esto se puede obtener el considerable ahorro de costo de la mano de obra por cuadrilla haciendo el siguiente análisis debido a que son 15 cuadrillas.

Tabla 30. Beneficios en costos de horas hombre por cuadrilla

Rubros	Actual	Propuesta	Beneficio
Tiempo en horas hombre por cuadrilla	63,6	53,4	10,2
Costo/beneficio	¢ 772 815,7	¢ 648 873,5	¢ 123 942,2

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, una vez implementados estos cambios se van a ver reflejados en los costos de mano de obra presupuestados, disminuyendo la brecha entre lo que se presupuesta y los gastos reales en los que influye cada obra, optimizando el estándar, el cual es uno de los principales objetivos de este proyecto y a su vez beneficiando los costos reales que recae cada obra.

5.2.2 Costos y beneficios de la propuesta 2

En cuanto a la mejora de los tiempos mediante las 5's, la inversión que se haría sería mínima debido a que las etiquetas propuestas para los aposentos utilizados, se puede hacer con la máquina etiquetadora que posee las cuadrillas para la rotulación de los cables de fibra óptica. Por lo que solo se tendría que invertir en el costo de la cinta etiquetadora que tiene un costo para el ICE de ¢ 35 076.29 datos suministrados por el área de control de la gestión según el sistema de presupuestación, la cual tiene la siguiente descripción Etiqueta Vinil Amarillo 25,40 milímetros x 7,62 metros.

Asimismo, se considera el tiempo de acción para realizar las etiquetas necesarias, el cual se puede invertir 1 hora hombre por cuadrilla y considerando los costos de horas hombre suministrados por el área de finanzas de la División Planificación e Ingeniería/Gestión de Red y Mantenimiento.

A continuación se puede observar los costos de las horas hombre técnicas.

Tabla 31. Costos de Horas hombre

Versión	Mes Inicio	Mes Final	Año	PT Trabajo	CECO	Cl. Actividad	Mes 1 - 12
0	1	12	2023	TECNTE21	TE130016	TECN12	¢12 151,19

Fuente: Finanzas de la División Planificación e Ingeniería/Gestión de Red y Mantenimiento

Con base a la información anterior se puede analizar el costo total para realizar las acciones respectivas de la propuesta de igual manera por cuadrilla, haciendo el siguiente análisis debido a que son 15 cuadrillas.

Tabla 32. Costos de materiales y Horas hombre invertidas

Rubros	Precio	Cantidad	Total
Etiqueta Vinil Amarillo 25,40 milímetros x 7,62 metros	¢ 35 076,29	15	¢ 526 144,35
Hora hombre invertida	¢ 12 151,19	15	¢ 182 267,85
TOTAL			¢ 708 412,20

Fuente: Elaboración propia

En la mejora de los tiempos mediante las 5's, los beneficios que se obtendrán se pueden ver reflejados cuando se realice el nuevo estudio de tiempo debido a que los mismos se van a ver reflejados en la disminución del tiempo de las actividades que involucran la búsqueda de materiales y herramientas necesarias para la ejecución de las obras. Además, indirectamente se pueden ver beneficiadas otras actividades propias de las labores diarias.

La duración que perdura la inversión depende de la vida útil de cada etiqueta y de los cuidados que se le dé que por especificación técnica de parte del departamento de calidad y por experiencias similares del uso de estas etiquetas por parte del personal, las mismas tienen una vida útil de 1 año para caso de estar expuestas a exteriores.

Aunque para esta propuesta y en la mayoría de los casos las etiquetas van a estar en interiores, es decir dentro de los camiones, por consiguiente estas etiquetas pueden durar hasta 5 años, se recalca que este periodo de vida útil va a depender de los cuidados y está ajeno a situaciones fuera del buen uso de superficie en que estén colocadas.

5.2.3 Costos y beneficios de la propuesta 3

Y finalmente, para los costos en la mejora en la toma de tiempos en el campo son intangibles, ya que para beneficios del proceso lo que se propone son plantillas para uso en la toma de los tiempos observados, las cuales ya están creadas por medio del presente proyecto para su uso.

Con la mejora en la toma de tiempos en el campo, se puede optimizar la toma de los tiempos de las actividades de ejecución del área de estudio.

A continuación, se muestran los costos y beneficios que conlleva en el año de implementación cada propuesta, ampliando su explicación seguida del cuadro.

Tabla 33. Resumen costo/beneficio de cada propuesta

PROPUESTA	DESCRIPCIÓN	COSTO DE INVERSIÓN	BENEFICIO
5.1.1 Mejora en los tiempos de tareas de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - Ahorro en tiempo del proceso de revisión de facturas. - Disminución en las distancias de tareas a realizar. 	¢ 0	<p>El beneficio de mano de obra se refleja en las horas hombre dependiendo de la topología de la obra.</p> <p>Para el ejemplo en estudio, cada obra refleja un ahorro de ¢ 123 942,2</p>
5.1.2 Mejora de los tiempos mediante las 5's	Etiquetas para los aposentos de las herramientas y materiales.	<p>Etiqueta Vinil Amarillo 25,40 milímetros x 7, 62 metros ¢ 526 144,35</p> <p>Hora hombre de las cuadrillas de ¢182 267,85</p>	No tangible, ya que se reflejará en la disminución de los tiempos de las tareas asociadas.
5.1.3 Mejora en la toma de tiempos en el campo	Plantillas para la toma de los tiempos en el campo.	¢ 0	Optimización en la toma de los tiempos observados para el estándar.
TOTAL		¢ 708 412,20	¢ 123 942,2

Fuente: Elaboración propia

Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones

Se exponen a continuación las conclusiones y recomendaciones procedentes del desarrollo del presente trabajo.

6.1 Conclusiones

El proceso de implementación de la red de acceso fijo cuenta el departamento de control de la gestión que como parte de sus herramientas de trabajo se encuentra el SIPRE el cual es un sistema mecanizado de presupuestación el que históricamente ha permitido agilizar la confección de presupuestos estandarizados; sin embargo, previamente se ha visualizado la brecha que existe entre los presupuestos realizados y los gastos reales que las cuadrillas de planta externa se ven involucradas, por lo que en el presente proyecto se ha realizado con el fin de optimizar y actualizar estos estándares limitando las actividades de instalación de redes, por lo tanto, dentro del proceso productivo de la empresa se han identificado las tareas que conforman estas actividades a enfocarse.

- La etapa del diagnóstico permitió, mediante el resultado de las herramientas aplicadas, mapear de las actividades principales el proceso de la línea de estudio, en las que se identificaron 6 actividades principales, de las cuales están conformadas por 31 tareas más frecuentes de estas actividades, con esto atendiendo el objetivo específico número 1.
- En estas actividades definidas se pudieron describir los procesos productivos por medio del cursograma, en el cual se detalla cada tarea en estudio, donde se evidencia el tipo de tarea y los tiempos aproximados en cada una de ellas, con base de la definición de los parámetros dados en el ejemplo previamente acordado, del cual se realizó un estudio de tiempos determinando el número de observaciones por área, la valorización del ritmo de trabajo y suplementos para los operarios; obteniendo así los tiempos estándar de cada una de las actividades a actualizar atendiendo el objetivo específico número 2.

- Además, en esta etapa de diagnóstico se concluye que se han tenido pequeñas actualizaciones pero con una metodología a criterio experto y no con un debido estudio de tiempo.
- En coordinación con las jefaturas se logró identificar las principales causas que han causado la no actualización de los estándares, permitiendo desarrollar de una mejor forma el diagrama de Ishikawa, y a su vez efectuar con todos los datos proporcionados el diagrama de Pareto, reflejando entre todas estas causas el poco control que se lleva con respecto a este tema y el no tener indicadores para medir los tiempos de ejecución de las cuadrillas con base en los estándares. También, se mencionan diferentes alternativas para poder atender y mejorar los problemas reflejados con esto atendiendo el objetivo específico número 3.
- Mediante la implementación de las propuestas de mejora se cumple el objetivo específico número 4, concluyendo que según el análisis de las actividades actuales comparado con la optimización realizada de las actividades propuestas, se logra optimizar y mejorar los estándares al redistribuir varias tareas del estudio realizado, dentro de estas acciones, se obtienen grandes beneficios en costo y en tiempo debido a la disminución en un 6% de las tareas a realizar, ya que la actividad de vestir el poste pasó de 4 a 2 tareas. Otro beneficio es optimizar y a su disminuir en un 34% las distancias recorridas del proceso productivo, puesto que en la distribución actual se tienen operaciones de transporte con distancias de 1220 metros recorridos y en la distribución propuesta pasaron a ser de 880 metros recorridos. Con lo que esta propuesta se traduce en la disminución del tiempo de ejecución concluyendo e influyendo directamente en la optimización del estándar en estudio y con este punto se atiende el impacto relacionado con el objetivo específico número 5.
- Conjuntamente con la propuesta de las planillas de soporte para la toma de los tiempos y análisis de los tiempos para la estandarización, se busca la agilidad en

esta actividad debido a los pocos controles y conocimiento que existe en el área acerca de la metodología aplica y su debido proceder para evitar ambigüedades en la forma de obtener datos y desarrollarlos para futuras actualizaciones de actividades en otras áreas, ya sea dentro del proceso en estudio o de otros procesos de la Dirección Construcción.

6.2 Recomendaciones

En esta sección del proyecto, se enlistan una serie de recomendaciones enfocadas a la futura mejora del proceso y manejo de las metodologías de optimización de los estándares:

- El mantenimiento de los tiempos estándar debe ser de forma continua, esto por cuanto a que se den cambios en los métodos de trabajo o se incluyan nuevas tecnologías, además de involucrar nuevos materiales, equipos y maquinaria que puedan mejorar y facilitar la ejecución de las obras.
- Aplicar metodologías más adecuadas como el estudio de tiempos para que se pueda disminuir la brecha entre lo presupuestado y lo real, haciendo más eficiente y confiable los datos que se puedan obtener de los sistemas involucrados mencionados en este proyecto.
- Es conveniente que la herramienta SIPRE sea más difundida y que esta pueda ser utilizada por los distintos procesos de la Dirección Construcción, buscando principalmente un mayor involucramiento de estas en el manteamiento de los tiempos estándar, así como todo lo que invocan directa o indirectamente estos estudios fortaleciendo el interés de mantenerlos optimizados, así como involucrar a las áreas técnicas a utilizar la herramienta porque ellos mismos poseen el conocimiento para poder detectar actividades que no se ajusten al estándar, por lo tanto, son los encargados de velar que el sistema posea tiempos estándar acorde con la realidad.

- Actualizar los tiempos en el sistema con los datos obtenidos durante el estudio de tiempos y mantener las revisiones periódicas, asimismo tener una documentación formal de las actualizaciones previas y actuales con su debida metodología para futuros cambios y análisis de estudios de tiempos.
- Dar la importancia debida para crear un grupo que pueda hacer la toma de tiempo y realizar los estudios correspondientes debido a la relevancia no solamente de crear presupuestos y mantenerlos optimizados, sino que estos den alarmas de posibles problemas tanto dentro del proceso productivo como de los demás rubros que comprende la división del trabajo, lo cual permita determinar fallas que intervengan directamente en la eficiencia tales como la capacitación del personal, el uso de las herramientas, equipos y los materiales a utilizar.
- Al realizar el cálculo del estándar, este debe tener la aprobación de las jefaturas de cada área en estudio e indispensable de ser aprobado por la jefatura superior, con el fin de que estos sean supervisados y avalados por profesionales del área.

Capítulo VII. Bibliografía

Bibliografía

Abuhadba Ortiz, S. V. (2017). Metodología 5 s y su influencia en la producción de la empresa Tachi S.A.C. AUTONOMA.

<http://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/20.500.13067/362>

Acosta, J. D. (2017). Herramientas para el análisis de causa raíz (ACR). 3c Empresa: investigación y pensamiento crítico.

Administracion-de-Operaciones-Produccion-y-Cadena-de-Suministro-13edi-Chase.pdf. (s. f.). Recuperado 12 de marzo de 2023, de <https://ucreanop.com/wp-content/uploads/2020/08/Administracion-de-Operaciones-Produccion-y-Cadena-de-Suministro-13edi-Chase.pdf>

Alpizar, Y. F. (2018). OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE TRABAJO, ORIENTADA AL CONTROL DEL FLUJO DE LOS PROCESOS DEL DEPARTAMENTO FINANCIERO CONTABLE DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DE LA CRUZ ROJA COSTARRICENSE, DE MAYO 2017 A ENERO 2018.

Andrade, A. M., Del Río, C. A., & Alvear, D. L. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado: A Study on Time and Motion to Increase the Efficiency of a Shoe Manufacturing Company. *Información Tecnológica*, 30(3), 83-93. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>

Baca, G. C. (2007). Introducción a la ingeniería industrial. México: Patria.

Cardoza, J. R. (2010). Manual: Estrategia de las 5S - Gestión para la mejora continua. Tegucigalpa, Honduras: C. A: COHCIT - JICA.

Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J. R., & Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria*, 31(8), 527-538. [https://doi.org/10.1016/S0212-6567\(03\)70728-8](https://doi.org/10.1016/S0212-6567(03)70728-8)

Chase, R. B. (2014). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros* 13 edición. México: McGraw-Hill.

Conexión Esan. (2020). Brainstorming: Ventajas de hacer una lluvia de ideas en la empresa | Conexión ESAN. <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/brainstorming-ventajas-de-hacer-una-lluvia-de-ideas-en-la-empresa>

Diagrama de Flujo—Concepto, proceso, simbología y ejemplos. (s. f.). Concepto. Recuperado 6 de marzo de 2023, de <https://concepto.de/diagrama-de-flujo/>

Estado, Á. D. (2009). *Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo*. MINISTERIO DE PLANIFICACION NACIONAL Y POLITICA ECONOMICA.

Estudio del trabajo: ¿En qué consiste y cómo se hace? (s. f.). Recuperado 20 de marzo de 2023, de <https://www.ingenioempresa.com/estudio-del-trabajo/>

Gómez, C. (2008). La técnica del Focus Group para determinar el diseño de experiencias de formación de usuarios. *Métodos Cualitativos para Estudiar a los Usuarios de la Información*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

González, R. G., León, S. J., Ramírez, I. G., & Pérez, J. E. C. G. (2021). DMAIC – SIX SIGMA: DMAIC Six Sigma. *Revista RELAYN- Micro y Pequeña empresa en Latinoamérica*, 5(3), Article 3. <https://doi.org/10.46990/relayn.2021.5.3.174>

Gutiérrez Pulido, H. &. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. México DF: Mc Graw Hill Education.

Heizer, J. &. (2009). Principios de administración de operaciones. Pearson Educación.

Hinojosa, M. A. (2003). Diagrama de gantt. Producción, procesos y operaciones. 48.

ICE – Dirección De Agua. (s. f.). Recuperado 11 de marzo de 2023, de <https://da.go.cr/ice/>

ICE. (2019). prezi.com. <https://prezi.com/p/gqrrvfzvjpud/ice/>

IRAF, A. E. (2022). Indicadores mensuales. San José.

Manene, L. M. (2011). Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones.

Membrado Martínez, J. (2014). Metodologías avanzadas para la planificación y mejora. Ediciones Díaz de Santos.

Michelena-Fernández, E. &.-M. (2011). Una experiencia en la implementación del sistema de gestión de la calidad de una empresa de servicio. Ingeniería Industrial.

Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. México, D. F.: McGRAW-HILL.

Parí, Q., & Sánchez, M. (2011). Encuestas y entrevistas en investigación científica. Revista de actualización clínica investiga.

Rajadell Carreras, M. &. (2010). Lean manufacturing : la evidencia de una necesidad. Ediciones Díaz de Santos.

Sanchis—Diagramación de Procesos.pdf. (s. f.). Recuperado 6 de abril de 2023, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/144115/Sanchis%20-%20Diagramaci%3b3n%20de%20Procesos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Soporte CS UI. (2022). Reporte mensual de horas en el formato IW41. San José.

Spiegel, M. (2009). Estadística. McGraw-Hill.

Téllez Marín, J. R. (2018). Optimización de la línea de producción de producto terminado de moldeo en Panduit de Costa Rica. Heredia.

Universitat Politècnica de València, E. (2014). Universitat Politècnica de València. Ingeniería del agua, 18(1), ix. <https://doi.org/10.4995/ia.2014.3293>

Vega-Malagón, G., Ávila-Morales, J., Vega-Malagón, A., Camacho-Calderón, N., Becerril-Santos, A., & Leo-Amador, G. (2014). Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. European Scientific Journal.

Villegas, E. W. (2014). ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA ALCANZAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACIÓN DE CORTES TÍPICOS EN EL MUNICIPIO DE SALCAJÁ. QUETZALTENANGO.

www.grupoice.com. (12 de 11 de 2021). www.grupoice.com. Obtenido de <https://www.grupoice.com/wps/portal/ICE/acercadelgrupoice/quienes-somos/mision-vision-valores>

ZAVALA AGUAYO BYRON LUIS-ANALISIS DE LA HERRAMIENTA 5S.pdf. (s. f.).

Recuperado 6 de marzo de 2023, de

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45496/1/ZAVALA%20AGUAYO%20BYRON%20LUIS-ANALISIS%20DE%20LA%20HERRAMIENTA%205S.pdf>

Capítulo VIII. Anexos

Anexo #1: Bitácora de focus group jefaturas y encargados

Bitácora de Focus group		
Objetivo:	Definir los parámetros operacionales y procedimientos de ejecución de las cuadrillas que actualmente ejecutan el proceso de instalación de redes	
AGENDA DE LA REUNIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las principales actividades de ejecución de obras del área de instalaciones de red. - Mapear cada actividad de ejecución. 		
Detalle de tema tratado	Observaciones	
	Nivel 2	Encargados de cuadrillas
Principales actividades de ejecución de instalación de redes	Detalles en las diferentes tareas	- Numeración de actividades y las tareas que conllevan
Asistentes	Ausentes	Observaciones
Ricardo Solís Solano		
Alfonso Duran Sánchez		
Ricard Porras Padilla		
Carlos Hidalgo Herrera		
Jorge Herrera Herrera		
Federico Arias Fallas		
Vinicio Ramírez Agüero		
Alexander Solís Oviedo		
Xinia Herrera Flores		
Hugo Chacón Chavarría		
Carlos Quesada Montoya		
	Mauricio Solano Obando	
	Raúl Herrera Cordero	
	Pablo Calderón Ortiz	
Fecha: 20/03/2023		
Hora inicio: 8 am		
Hora final: 11 am		
Lugar: Teams		
Próxima reunión: -----		
Moderador: Carlos Quesada Montoya.		

Fuente: Elaboración propia

Anexo #2: Bitácora de focus group jefaturas

Bitácora de Focus group		
Objetivo:		Causas de la no actualización de los estándares
AGENDA DE LA REUNIÓN		
<p>- Identificar las principales causas de la no actualización de los estándares de las actividades de ejecución de obras del área de instalaciones de red.</p> <p>- Posibles soluciones a esas causas.</p>		
Detalle de tema tratado	Observaciones	
	Niveles 2	
Principales causas de la no actualización actividades de ejecución de instalación de redes	<ul style="list-style-type: none"> - Poco personal capacitado - Coordinación entre las áreas - Atenciones de trabajos prioritarios - Falta de normativas - Falta de controles en los tiempos que indiquen que están mal - Burocracia 	
Soluciones o alternativas al problema	<ul style="list-style-type: none"> - Buscar personal capacitado - Coordinar trabajos óptimos para la toma de tiempos - Buscar la colaboración con los inspectores en tiempo y transporte - Utilizar e implementar las plantillas de la toma de tiempo y desarrollo del tiempo estándar 	
Asistentes	Ausentes	Observaciones
Pablo Calderón Ortiz		
Xinia Herrera Flores		
Hugo Chacón Chavarría		
Carlos Quesada Montoya		
Fecha: 18/04/2023		
Hora inicio: 10 am		
Hora final: 11 am		
Lugar: Teams		
Próxima reunión: -----		
Moderador: Carlos Quesada Montoya.		

Fuente: Elaboración propia

Anexo #3: Datos generales de la encuesta aplicada

Fecha: 20 Marzo 2023										
Nombre del Encuestador: Carlos Quesada Montoya										
Nombre del Encuestado: Totalizado en 9 entrevistas										
Instrucciones: El encuestador deberá de marcar las respuestas concretas con respecto a cada pregunta o ítem.			Respuestas concretas							
ID	Conocimiento general	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	¿Por cuantas cuadrillas esta conformado el área de instalación de redes?	16	15	16	13	14	15	14	15	15
Percepción dentro de las cuadrillas										
2	¿Conoce en cuantas actividades se dividen las obras que se ejecutan en el área donde labora?	6	6	8	6	7	6	7	6	6
3	¿Conoce algo sobre los estándares de sus actividades?	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI
4	¿Es motivado y le gusta el trabajo que desarrolla?	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
5	¿Puede mencionar algunas causas de atraso en sus labores?	Calidad del material Condiciones del lugar Falta coordinación	Condiciones del lugar Incapacidades	Postes a instalar Condiciones del lugar	Falta coordinación	Postes a instalar	Incapacidades	Condiciones del lugar	Postes a instalar Falta coordinación	Falta coordinación
6	¿Cómo califica el orden y aseo en su lugar de trabajo?	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
7	¿Considera que se puede mejorar la forma de trabajar en las tareas diarias?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8	¿Se siente parte de un equipo de trabajo?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9	¿La comunicación interna dentro de su área de trabajo funciona correctamente?	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI
10	¿Qué se puede mejorar para disminuir los tiempos de ejecución en sus labores?	Revisar actividades Nuevos materiales Capacitar	Capacitar Ordenar camión	Ordenar herramienta	Usar nuevos materiales Revisar actividades	Ordenar camión	Tener nuevas herramientas	Revisar actividades	Capacitar Ordenar camión	Ordenar camión Revisar actividades
11	¿Se siente participe de los éxitos y fracasos de su área de trabajo?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12	¿Como es el trato de parte de su jefatura inmediata?	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
SUGERENCIAS										

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo #4: Antes y después de las 5's



Fuente: Elaboración propia