

**ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS DENTRO DEL PROCESO MEDIDA  
ESPECIAL EN LA EMPRESA APPLUS NORCONTROL SEDE SANTA MARTA**

**AUTOR  
HOSMAN ANDRES CASTILLO CABRERA**

**UAN**  
UNIVERSIDAD  
ANTONIO NARIÑO  
**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTA MARTA  
2020**

**ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS DENTRO DEL PROCESO MEDIDA  
ESPECIAL EN LA EMPRESA APPLUS NORCONTROL SEDE SANTA MARTA**

**HOSMAN ANDRES CASTILLO CABRERA**  
**Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Industrial**

**Asesor:**  
**RICK ACOSTA VEGA, MSc**  
**Ing. Industrial**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**SANTA MARTA**  
**2020**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Santa Marta, octubre 2020**

## **DECLARACIÓN**

El contenido del presente proyecto de grado es responsabilidad del alumno de la Universidad Antonio Nariño, seccional Santa Marta, y el autor del mismo, HOSMAN ANDRES CASTILLO CABRERA.

**HOSMAN ANDRES CASTILLO CABRERA**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación es dedicado primeramente a DIOS por darme la oportunidad de vivir y estar a mi lado en cada momento, por la salud, fortaleza, sabiduría e inteligencia para afrontar y alcanzar el desarrollo de este trabajo.

A mi Madre por apoyarme y creer en mí en todo momento, por sus consejos, valores y ejemplo de superación, manteniendo siempre firme la esperanza de cumplir con este proyecto.

A mis hermanas y mi sobrina Analy por brindarme su apoyo incondicional en esos pocos instantes que pensé en dejar todo tirado, así como también su amor y consejos siempre en cada instante.

A mis amigos por estar a mi lado en los buenos y malos momentos, por brindarme el apoyo y fuerza necesaria en los tiempos más difíciles, por su amistad incondicional y motivación que hacen que cada día siga adelante superándome mucho más.

**HOSMAN ANDRES CASTILLO CABRERA**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis tutores del proyecto de investigación Rick Acosta Vega, MSc, y el Ingeniero Jesé Luis Lobo Díaz, por su tiempo, paciencia y dedicación quienes me ayudaron a la realización y culminación de este proyecto.

A la Universidad Antonio Nariño Sede Santa Marta que con sus nobles Maestros me impartieron el conocimiento académico para ponerlos en práctica en mi vida profesional.

A la empresa Applus Norcontrol por permitirme desarrollar este proyecto de investigación en especial al ingeniero Ever Maldonado, por brindarme todo su apoyo en el desarrollo de las actividades en campo.

A Sandra Cabas por ser la primera persona que creyó en mí y fue la cual me señaló el camino para ingresar a la universidad y el día de hoy ser un profesional.

**HOSMAN ANDRES CASTILLO CABRERA**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	15
1 ANTEPROYECTO .....	16
1.1 TEMA.....	16
1.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	16
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	17
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
3 JUSTIFICACIÓN.....	23
4 OBJETIVOS.....	25
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	25
4.2 ESPECÍFICOS.....	25
5 MARCO REFERENCIAL.....	26
5.1 MARCO TEÓRICO .....	26
5.2 MARCO CONCEPTUAL .....	30
5.3 MARCO LEGAL .....	32
5.4 UBICACIÓN DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	33
6 DISEÑO METODOLÓGICO.....	34
6.1 TIPO DE ESTUDIO.....	34
6.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	34
6.3 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA .....	34
6.4 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	35
7 CAPÍTULO DE RESULTADOS.....	38
7.1 MATRIZ DOFA.....	38
7.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	39
7.3 LOS INDICADORES DE GESTIÓN.....	42
7.4 ESTUDIO DE METODOS.....	49

7.4.1 Revisión de Medida Semi Directa .....	50
7.4.2 Revisión de Medida Indirecta.....	53
7.4.3 Instalación Medida Semidirecta .....	57
7.4.4 Instalación Medida Indirecta .....	62
8 RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA EN EL DESARROLLO DEL .....	109
9 CONCLUSIONES .....	111
10 BIBLIOGRAFÍA.....	112

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Generalidades de la empresa Applus Norcontrol Colombia Limitada.....	19
Tabla 2 Indicadores de ejecución y actuación gerencias territoriales .....	20
Tabla 3 Micromovimientos (Thebligs).....	27
Tabla 4 Etapas de un estudio de métodos .....	29
Tabla 5 Legislación.....	32
Tabla 6 Cronograma del estudio de investigación.....	36
Tabla 7 Presupuesto .....	37
Tabla 8 Matriz DOFA.....	38
Tabla 9 Calificación de Indicadores de Efectividad.....	42
Tabla 10 Irregularidades vs Cantidad de Revisiones.....	43
Tabla 11 Calificación de indicadores .....	45
Tabla 12 No Conforme vs Total actividades ejecutadas.....	45
Tabla 13 Calificación de indicadores Rendimiento de la Producción.....	47
Tabla 14 Producción real vs Producción meta.....	47
Tabla 15 Descripción de revisión de medida semidirecta.....	51
Tabla 16 Diagrama de Analítico de Revisión de Medida Semidirecta.....	52
Tabla 17 Descripción de Revisión de Medida indirecta .....	54
Tabla 18 Diagrama de Analítico de Instalación de Medida Indirecta .....	55
Tabla 19 Descripción de Instalación de Medida Semidirecta .....	58
Tabla 20 Diagrama de Analítico de Instalación de Medida Semidirecta .....	60
Tabla 21 Descripción de Instalación de M/I .....	63
Tabla 22 Diagrama de Analítico de Instalación de Medida Indirecta .....	65
Tabla 23 Registro de Datos de Premuestra de Revisión de Medida Semidirecta.....	69
Tabla 24 Valores estadísticos de Revisión de Medida Semidirecta.....	69
Tabla 25 Suplementos Revisión de Medida Semi Directa .....	70
Tabla 26 Muestra de Revisión de Medida Semi Directa .....	71
Tabla 27 Resultados Estudio Tiempos de Revisión de Medida Semi Directa .....	72
Tabla 28 Cuellos de botellas Revisión de Medida Semidirecta.....	73
Tabla 29 Registro de Datos de Premuestra de Revisión de Medida Indirecta .....	73
Tabla 30 Valores estadísticos de Revisión de Medida Indirecta .....	75
Tabla 31 Suplementos Revisión de Medida Indirecta .....	75
Tabla 32 Muestra de Revisión de Medida Indirecta .....	76
Tabla 33 Resultados de Estudio de Tiempos de Revisión de Medida Indirecta.....	76
Tabla 34 Cuellos de botellas Revisión de Medida Indirecta.....	77
Tabla 35 Registro Datos Premuestra de Instalación de Medida Semidirecta.....	78
Tabla 36 Valores estadísticos Medida Semidirecta .....	79
Tabla 37 Suplementos Instalación de Medida Semidirecta.....	79
Tabla 38 Registro de Datos de Muestra de Instalación de Medida Semi Directa...80	80
Tabla 39 Resultados Estudio Tiempos de Instalación de Medida Semidirecta .....	82
Tabla 40 Cuellos de botellas Instalación de Medida Semidirecta .....	82
Tabla 41 Registro Datos Premuestra de Instalación de Medida Semi Indirecta.....	83
Tabla 42 Valores estadísticos Medida Indirecta.....	84

Tabla 43 Suplementos Instalación de Medida Indirecta.....	84
Tabla 44 Registro de Datos de Muestra de Instalación de Medida Indirecta .....	85
Tabla 45 Resultados de Estudio de Tiempos de Instalación de Medida Indirecta.	87
Tabla 46 Cuellos de botellas Instalación de Medida Indirecta.....	87
Tabla 47 Propuesta de Mejoramiento cuellos de botellas comunes .....	88
Tabla 48 Propuesta mejoramiento cuellos botella instalación medida semidirecta	88
Tabla 49 Propuesta de Mejoramiento cuellos de botella Medida Indirecta .....	89
Tabla 50 Registro de datos de premuestra de revisión medida semidirecta .....	92
Tabla 51 Valores estadísticos de revisión de medida semidirecta.....	92
Tabla 52 Suplementos revisión de medida semi directa .....	93
Tabla 53 Muestra de revisión de medida semidirecta .....	94
Tabla 54 Resultados de estudio de tiempos de revisión medida semidirecta .....	95
Tabla 55 Registro de datos de premuestra de revisión de medida indirecta.....	96
Tabla 56 Valores estadísticos de revisión de medida indirecta.....	97
Tabla 57 Suplementos revisión de medida indirecta.....	98
Tabla 58 Muestra de revisión de medida indirecta.....	98
Tabla 59 Resultado de estudio de tiempos revisión medida indirecta.....	99
Tabla 60 Registro de datos premuestra instalación medida semidirecta .....	100
Tabla 61 Valores estadísticos medida semidirecta .....	101
Tabla 62 Suplementos instalación medida semidirecta .....	101
Tabla 63 Registro de datos de muestra de instalación medida semidirecta .....	102
Tabla 64 Resultados estudio de tiempos de instalación medida semidirecta .....	103
Tabla 65 Registro de datos premuestra instalación medida indirecta .....	104
Tabla 66 Valores estadísticos medida indirecta .....	105
Tabla 67 Suplementos instalación de medida indirecta .....	105
Tabla 68 Registro de muestra instalación de Medida indirecta.....	106
Tabla 69 Resultados de Estudio de Tiempos Instalación Medida Indirecta .....	106
Tabla 70 Comparación actividad 1 Revisión Medida Semidirecta .....	106
Tabla 71 Comparación actividad 2 Revisión Medida Indirecta .....	106
Tabla 72 Comparación actividad 3 Instalación Medida Semidirecta .....	106
Tabla 73 Comparación actividad 4 Instalación Medida Indirecta .....	106
Tabla 74 Comparación tiempos iniciales de todas las actividades .....	106
Tabla 75 Comparación tiempos finales de todas las actividades.....	106
Tabla 76 Comparación tiempo inicial total y tiempo final total .....	106

## LISTA DE GRÁFICAS

	<b>Pág.</b>
Gráfica 1 Indicadores de Ejecución y actuación Gerencias Territoriales .....	21
Gráfica 2 Etapas de un estudio de métodos .....	28
Gráfica 3 Organigrama General .....	39
Gráfica 4 Organigrama Colombia .....	40
Gráfica 5 Organización de Proyectos .....	41
Gráfica 6 Efectividad de las Brigadas .....	44
Gráfica 7 Productividad de las brigadas .....	46
Gráfica 8 Rendimiento de la producción de las brigadas.....	48
Gráfica 9 Diagrama de flujo de revisión de M/S.....	50
Gráfica 10 Diagrama de flujo de revisión de Medida Indirecta.....	53
Gráfica 11 Diagrama de flujo de Instalación Medida Semidirecta.....	56
Gráfica 12 Diagrama de flujo de Instalación de Medida Indirecta.....	57
Gráfica 13 Estudio del método de instalación medida semidirecta.....	61
Gráfica 14 Diagrama de flujo de instalación medida indirecta .....	62
Gráfica 15 Estudio del método de instalación medida indirecta.....	66
Gráfica 16 Toma de tiempos Revisión de Medida Semidirecta .....	72
Gráfica 17 Toma de tiempos Revisión de Medida Indirecta.....	74
Gráfica 18 Toma de tiempos Instalación de Medida Semidirecta.....	81
Gráfica 19 Toma de tiempos Instalación de Medida indirecta.....	86
Gráfica 20 capacitación de Diligenciamiento de Permisos de Trabajo.....	90
Gráfica 21 Capacitación Diligenciamiento de Actas.....	91
Gráfica 22 Toma de tiempos revisión de Medida Semidirecta .....	95
Gráfica 23 Toma de tiempos revisión de Medida indirecta .....	97
Gráfica 24 Toma de tiempos Instalación de Medida Semidirecta .....	103

## GLOSARIO

**ACTA:** Es el documento que se suscribe al momento de realizar la revisión y/o Instalación del equipo de medida.

**BRIGADA:** Grupo de operarios al servicio de LA EMPRESA, conformada para la realización de los trabajos en terreno.

**CONSUMO:** Cantidad de energía activa, medida en kWh o reactiva medida en KVar, recibida por el suscriptor o usuario en un período determinado, leída en los equipos de medición respectivos, o calculada mediante la metodología establecida en el presente contrato.

**CREG:** Comisión de Regulación de Energía Eléctrica y Gas.

**FACTOR DE LA MEDIDA:** Es el número por el que hay que multiplicar la diferencia de lecturas que registran los medidores para obtener el consumo real en un período determinado. Este número corresponde a la relación de transformación de los transformadores de potencial y/o corriente.

**MEDIDOR:** Es el instrumento de medida que registra la potencia demandada y/o los consumos de energía activa y/o reactiva.

**MI:** Medida Indirecta

**MS:** Medida Semidirecta.

**RETIE:** Es el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, el cual establece las medidas que garantizan la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente, con el fin de evitar riesgos eléctricos y cuya observancia es obligatoria.

**TCs:** Transformadores de corriente.

**TTs:** Transformadores de Tensión.

**USUARIO:** Persona natural o jurídica que se beneficia del servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, como suscriptor del mismo o como receptor directo del servicio.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación determina los procedimientos sobre cómo se realizó un estudio de métodos y tiempos con el objetivo de identificar el tiempo empleado en el desarrollo de las actividades que fueron objeto de estudio en la empresa Applus Norcontrol en el proceso de Medida Especial sede Santa Marta.

Realizar un estudio de métodos y tiempos es de suma importancia para cualquier organización donde existan procesos productivos relacionados con personas, materias prima e instalaciones, con la posibilidad de mejorar la productividad con la aplicación de métodos, estándares y diseño de trabajo.

El estudio de métodos y tiempos consistió en analizar la situación en la que se encontraba la empresa mediante el análisis de los indicadores de gestión, métodos de trabajo e identificación de cuellos de botella, de esta manera se propuso y establecieron modificaciones en la ejecución de las actividades que fueron objetos de estudio, posteriormente se realizó una serie de capacitaciones sobre las fases críticas que se encontraron.

Seguidamente se realizó una comparación de los tiempos antes y después de las mejoras establecidas y se pudo observar una reducción promedio en el tiempo de ejecución de un 38,55% y seguidamente se buscó la implementación de técnicas de mejora en el proceso.

## **ABSTRACT**

This research work determines the procedures on how a study of methods and times was carried out in order to identify the time spent in the development of the activities that were the object of study in the Applus Norcontrol company in the process of Special Measure headquarters Santa Marta.

Carrying out a study of methods and times is of utmost importance for any organization where there are production processes related to people, raw materials and facilities, with the possibility of improving productivity with the application of methods, standards and work design.

The study of methods and times consisted of analyzing the situation in which the company was through the analysis of management indicators, working methods and identification of bottlenecks, in this way modifications were proposed and established in the execution of the activities that were objects of study, later a series of trainings was carried out on the critical phases that were found.

Next, a comparison of the times before and after the established improvements was made and an average reduction in the execution time of 38,55% was observed, and then the implementation of improvement techniques in the process was sought.

## INTRODUCCIÓN

A nivel general las empresas buscan la mejora continua para cumplir con sus objetivos, ser más competitivas y alcanzar los más altos niveles organizacionales, por lo cual el objetivo se enfoca la mejora de las variables en los procesos operativos y administrativos, lo que implica la disminución de los tiempos de ejecución en las técnicas y facilitación de métodos, uso adecuado de los mismos respecto de la gestión lucrativa para lograr el incremento de la productividad y eficiencia en los métodos de creación.

El estudio de tiempos es una técnica de investigación basada en el registro de los tiempos y ritmos de trabajo de una tarea definida, fijando el tiempo que un operario calificado gasta en ejecutar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

El estudio de métodos es el análisis cuidadoso de la forma como el operario realiza el trabajo y el tiempo que invierte haciéndolo, esto con el propósito de mejorar la forma de elaborar un producto o prestar un servicio, para reducir tiempos y eliminar movimientos innecesarios.

## **1 ANTEPROYECTO**

### **1.1 TEMA**

Estudio de métodos y tiempos dentro del proceso Medida Especial para la empresa Applus Norcontrol, Sede Santa Marta.

### **1.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Gestión de la productividad, la competitividad y la innovación.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Los estudios de métodos y tiempos desarrollan un papel importante en la productividad de cualquier organización; medir e identificar cuánto tiempo se invierte en la realización del trabajo permite determinar las actividades que, de una u otra razón, influyen de manera negativa en la productividad de la empresa.

Los estudios de tiempos han sido una herramienta para la medición de trabajo, utilizada con éxito desde finales del Siglo XIX, cuando fue desarrollada por Frederick Winslow Taylor, aunque antes de la propuesta de Taylor, los trabajadores eran responsables de planear y ejecutar sus labores, se les encomendaba la producción y se les daba la “libertad” de realizar sus tareas de la forma que ellos creían que era la correcta (Niebel, 2004).

En relación con este tema son muchas las investigaciones que se han presentado sobre el estudio de métodos y tiempos, de las cuales se pueden mencionar las siguientes:

“Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados SA” (Ustate Pacheco, 2007), estudio que permitió planificar y organizar la producción de una forma más eficaz, porque se conocieron los tiempos de ejecución de las operaciones que realiza la empresa.

El estudio de métodos y tiempos ayudó a la empresa en la disminución de los tiempos en la ejecución de las actividades y lograr un aumento en la productividad permitiendo así alcanzar mayores beneficios y ventajas frente a sus inmediatos competidores.

También se destaca el trabajo de investigación desarrollado en la empresa de calzado CAPRICHOSA, que lleva como nombre “Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo CLÁSICO DE DAMA” con el fin de definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación. (Álzate Guzmán, 2013).

Este estudio de métodos y tiempos fue muy importante para la empresa porque pudo identificar y determinar muchos aspectos importantes dentro de su línea de producción con lo cual pudieron elevar la eficiencia de la planta de un 43% a un 87%, disminuyendo el tiempo de línea de 63.8 minutos a 46 minutos, con una mínima inversión respecto de los beneficios productivos generados.

Otro buen estudio fue el que se realizó para la firma de escudos KAIA BORDADOS, cuyo autor abarco muchas técnicas de mejoras en los procesos productivos,

denominado “Estudio de tiempos y movimientos de producción en planta, para mejorar el proceso de fabricación de escudos” (Cajamarca Guerra, 2017).

En este trabajo el autor manifiesta que el crecimiento empresarial necesario para la empresa Kaia Bordados debe basarse en mejorar la productividad y eficiencia de la organización a través de estudios de tiempos de producción en planta para perfeccionar los procesos, tiempos de producción, y bienestar del factor humano; se logró economizar el esfuerzo humano para mitigar la fatiga física y mental de los trabajadores, mejorar las condiciones de trabajo y ser capaz de economizar el uso de herramientas, materias primas y equipos. Este proyecto de investigación relaciona de manera practica el estudio de las condiciones de trabajo que posee una empresa de manufactura, para el caso bordados, en la cual la base principal es el estudio de métodos y tiempos, que sirve de apoyo para mejorar el rendimiento que posee un operario y poder lograr mayor eficiencia.

Otra investigación que llama la atención es la denominada “Estudio de métodos y tiempos para la Comercializadora Herluz S.A.S., ubicada en la Ciudad de San José de Cúcuta” (Chacón Ortega, 2018). Este trabajo desarrolló un estudio de métodos, en tres herramientas como son el diagrama de flujo de proceso, que evidencia la existencia de seis operaciones desarrolladas en un área de trabajo desordenada, debido a la existencia de objetos ajenos al proceso que impiden el flujo continuo y seguro del mismo, se identificaron dos inspecciones que no son las necesarias para asegurar la calidad del producto y se propuso agregar dos más, la primera, es la inspección de la materia prima y la segunda la revisión del peso del producto terminado.

Al realizar el diagrama de recorrido se evidenció la mala distribución en las áreas de la planta, donde refleja una equivocada ubicación de la materia prima, los insumos como el plástico de lámina, de reempaque y del producto terminado, con el que se generaba impedimento continuo del flujo del proceso y transporte lo que obviamente producía fatiga por el recorrido tan amplio que se debe hacer, inseguridad al momento de transitar por la planta y difícil control de inventarios. Al realizar el estudio de tiempos se determinó que la capacidad de producción en el proceso de empacado de arroz de la Comercializadora Herluz S.A.S es de 37.3 fardos por hora, y el tiempo estándar para empacar un fardo de arroz es de 96,3 segundos, en ese orden de ideas fue claro que mediante la aplicabilidad de las diferentes técnicas utilizadas en el estudio de tiempos fue posible controlar la cantidad de tiempo que dedica una persona para realizar una determinada tarea y conocer con exactitud el tiempo estándar para empacar un fardo de arroz, con lo que se mejoró el proceso de producción y permitió realizar una mejor planificación de los procesos.

Otro trabajo interesante fue el de “Métodos de trabajo y control de tiempos en la ejecución de proyectos de edificación” (Aguirre Goitia Moro, 2011), trabajo que demostró el beneficio de realizar un estudio de métodos y tiempos, como el aplicado

en el sector de la construcción, y esta investigación hizo posible que se estableciera un tiempo estándar para la ejecución de las actividades analizadas, también se especificó un método ideal para llevar a cabo las tres actividades objeto en este estudio.

Uno más fue el “Estudio de tiempos y movimientos para lograr productividad en la preparación de cortes típicos en el municipio de Salcajá” (Rivera Villegas, 2014). Trabajo que, por medio de un análisis previo realizado sobre el método de trabajo existente en la empresa, permitió identificar movimientos improductivos y cuellos de botella que ocurren en la ejecución de las tareas. Este estudio, que no se había llevado a cabo en esta empresa, identificó los tiempos y movimientos necesarios para que la empresa aumente su productividad.

## 2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

**2.2.1 Descripción:** El presente trabajo de investigación se aplicará en la empresa Applus Norcontrol, empresa líder en soluciones de asistencia técnica, supervisión, inspección, ensayos y consultoría, en un amplio abanico de sectores, para organizaciones privadas y organismos gubernamentales, presta asistencia a clientes en todas las fases del ciclo de vida de los proyectos, desde los procesos de aprobación hasta el diseño, ejecución y mantenimiento; la sede principal en Colombia se encuentra ubicada en Bogotá D.C, cuenta con 15 sucursales en toda Colombia y está presente en las capitales de cada uno de los departamentos de la Costa Atlántica Colombiana; en la siguiente tabla se describen las generalidades de la empresa.

**Tabla 1 Generalidades de la empresa Applus Norcontrol Colombia Limitada**

Razón Social	APPLUS NORCONTROL
NIT	830513773-8
Número Empleados	1466
Ciudad	Bogotá
Dirección	Calle 17 #69 46 Zona Industrial Montevideo, Bogotá, Colombia
Teléfono	(031)7441133
Tipo de Organización	Sociedad Limitada
Tipo de Sociedad	Sociedad Comercial

Fuente: Autor del trabajo

La empresa Applus Norcontrol cuenta con una gran cantidad de proyectos en Colombia, por ejemplo, redes costa, redes centro, seguridad industrial, construcción & consultoría e industria/end/velosi, proyectos que cuentan con macroprocesos, como el macroproceso de tecnología de la medida que pertenece al proyecto de redes costa que cuenta con 3 procesos operativos que son el proceso de Telecontrol, Protecciones de Subestaciones y el proceso de Medida Especial.

Este proyecto de investigación se basa en el proceso de Medida Especial, nació en el año 2002 con la empresa SOLUZIONA y fue adquirida por Applus Norcontrol en el año 2005, proceso operativo creado para satisfacer la necesidad del cliente más grande que tiene la compañía en Colombia que es el operador de la Red Eléctrica de la costa ELECTRICARIBE S.A. E.S.P. que tiene como finalidad la prestación de servicios de revisiones, normalizaciones y detección de anomalías en las instalaciones eléctricas de medición especial en baja y media tensión.

La actual investigación realizará un estudio de métodos y tiempos con el objetivo de la mejora en la productividad e indicadores de calidad dentro del proceso Medida Especial en la empresa Applus Norcontrol, que es trabajo de grado para optar el título profesional en Ingeniería Industrial en la universidad Antonio Nariño.

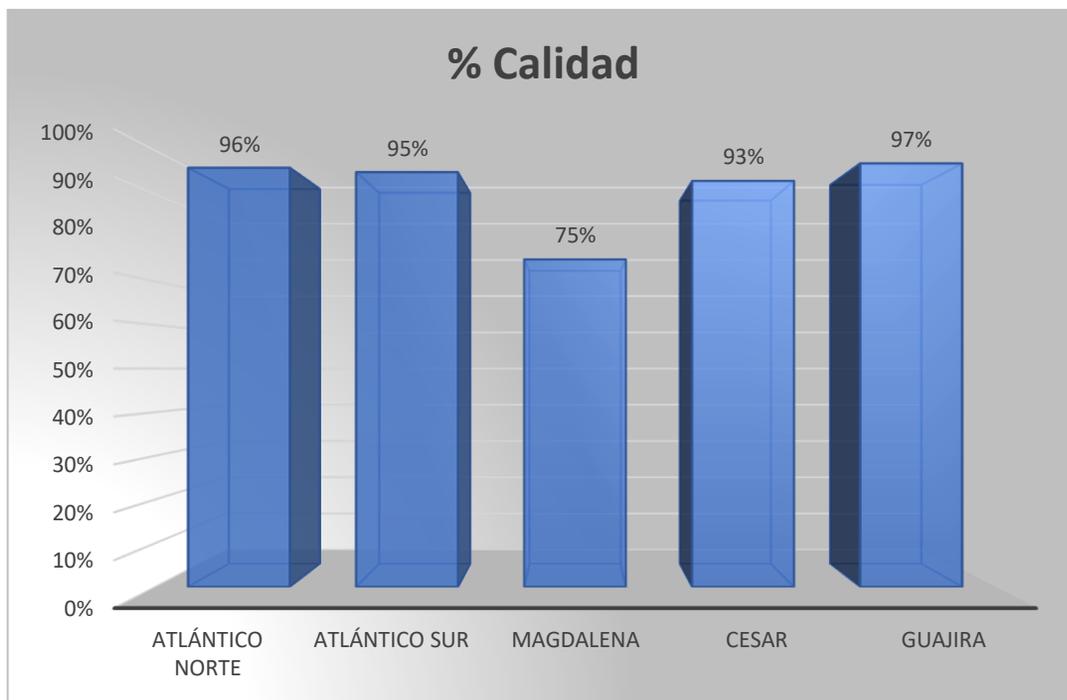
**2.2.2 Planteamiento:** El proceso de Medida Especial no ha realizado un estudio de métodos y tiempos, actualmente desconoce los tiempos óptimos y los métodos correctos para el desarrollo de sus actividades, esta información se pudo conocer por medio de entrevistas realizadas a varios coordinadores del proceso de Medida Especial que son el ingeniero Héctor Reyes y el ingeniero Ever Maldonado. Vale la pena mencionar que en la última auditoría realizada por RGA Soluciones Ltda., en el proceso de Medida Especial en el mes de marzo del año 2020, se auditaron los indicadores de calidad para todas las actividades ejecutadas, y evaluaron la ejecución técnica, calidad de la documentación, calidad de la información ingresada al SGC, comportamiento con el cliente y demás aspectos contractuales.

**Tabla 2** Indicadores de Ejecución y actuación Gerencias Territoriales

Departamento	% Calidad
Atlántico Norte	96%
Atlántico Sur	95%
Magdalena	75%
Cesar	93%
Guajira	97%

Fuente: Applus Norcontrol

**Gráfica 1** Indicadores de Ejecución y actuación Gerencias Territoriales



Diseño: Auto del trabajo

En esta auditoría se evidenció que el proceso de Medida Especial en el departamento del Magdalena tuvo calificación del 75% que es mala de acuerdo al indicador de cumplimiento establecido por el ente interventor, una de las razones de peso para que la gerencia del proceso de Medida Especial permitiera la realización del estudio, además que brindó el apoyo necesario para cumplir con los objetivos propuestos.

El proceso de Medida Especial es una transformación importante para la empresa Applus Norcontrol debido que cuenta con una gran inversión en materiales, herramientas y equipos especializados, adicional del hecho que muchas familias obtienen su sustento de los ingresos que reciben por ser parte del proyecto; en cifras de facturación anuales los ingresos superan los \$800.000.000 de pesos colombianos, que es realmente bajo respecto de la responsabilidad que adquirió y que busca el cumplimiento de los objetivos propuestos para desarrollar con el fin de disminuir la variabilidad que se está presentando en la ejecución de las actividades a desarrollar con calidad y el alcance de un aumento significativo en la productividad para Medida especial, por lo expuesto es necesaria la medición e identificación del tiempo que se invierte en la realización de las actividades, por lo que surge la pregunta ¿Cuáles son los métodos y tiempos que actualmente llevan a cabo los operarios de la empresa Applus Norcontrol para el desarrollo de las actividades del proceso de medida especial?

### **2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

- ¿Conoce la empresa Applus Norcontrol el nivel de desempeño del proceso de medida especial?
- ¿Sabe cuáles son los tiempos estándar del proceso de Medida Especial y si presentan bajo nivel de cumplimiento?
- ¿Al definir los nuevos métodos y técnicas es posible su implementación en el proceso de Medida Especial en la empresa Applus Norcontrol?
- ¿Cómo identificar si se logró mejorar las actividades con la implementación de los nuevos métodos y técnicas?

### 3 JUSTIFICACIÓN

Es muy importante llevar a feliz término el estudio de métodos y tiempos en el proceso de medida especial, porque presenta mucha variabilidad y es deficiente en la ejecución de las actividades, de acuerdo a los resultados arrojados en la última auditoría realizada por el agente interventor en el mes de marzo del año en curso.

El estudio permitirá obtener grandes beneficios en términos de productividad, puesto que las técnicas que se emplearan van a ayudar a determinar cuál es el tiempo y el método correcto para realizar las actividades del procedimiento, el ciclo productivo para conocer el tiempo óptimo para la ejecución de las actividades y la implementación de nuevas técnicas para ejecución de estas y así disminuir tiempos de óseo, cuellos de botella y desperdicios, logrando optimizar los recursos empleados para alcanzar mejoras deseadas por la gerencia.

Realizar esta clase de estudio requiere una gran inversión que generará beneficios en el área operativa, con lo cual se disminuirían los tiempos de ejecución, reducción de la fatiga de los operarios, disminución de la tasa de accidentalidad y muchos otros beneficios que se describirán más adelante.

Esta investigación será base metodológica para que a futuro se pueda implementar este tipo de estudios en los demás procesos que se desempeñan en toda la empresa, en resumen, se establece que este proyecto se justifica por las siguientes razones:

**Justificación teórica:** Desde el aspecto teórico esta investigación es importante porque permite dar a conocer el grado de importancia de la aplicación de la técnica estudio de métodos y tiempos dentro del proceso Medida Especial, de la empresa Applus Norcontrol porque la investigación no había sido desarrollada en esta organización

**Justificación metodológica:** Desde el punto de vista metodológico el estudio desarrollará será de tipo descriptivo, mediante recolección de datos y técnicas de análisis de datos, esta investigación puede contribuir al desarrollo de nuevas investigaciones en otros proyectos de la empresa.

**Justificación práctica:** Desde el punto de vista práctico esta investigación, permitiría a la empresa conocer los tiempos óptimos y los métodos correctos para el alcance de los objetivos propuestos en la misión de la organización, que mediante la mejora continua de estos tiempos se podrán ver reflejado en el aumento en la productividad de la organización.

**Justificación social:** Es importante desarrollar este estudio de métodos y tiempos por consiguiente la estandarización de la ejecución ayudaría a disminuir los impactos ambientales generados por residuos, por otra parte, el poder mantenerse en el mercado como una empresa competitiva permitirá seguir ayudando a las familias que dependen de estos trabajos a poder cumplir con sus sueños y metas de vida.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio de Métodos y Tiempos dentro del proceso Medida Especial en la empresa Applus Norcontrol Sede Santa Marta.

### **4.2 ESPECÍFICOS**

- Revisar el nivel de desempeño del proceso de Medida Especial en el último año, para conocer su cota de cumplimiento, mediante revisión de indicadores de gestión, y métodos propios del proceso.
- Analizar los métodos, determinar los tiempos estándar del proceso de media especial y proponer acciones para mejora.
- Examinar las condiciones iniciales y finales del proceso para redefinir tiempos y métodos en caso que se requiera.
- Hacer recomendaciones para la mejora en el desarrollo del proceso operativo.

## 5 MARCO REFERENCIAL

### 5.1 MARCO TEÓRICO

El estudio de tiempos empezó a ser utilizado desde la década de 1880, año en que la administración de operaciones entra a formar parte de las actividades que realizan las organizaciones con el objetivo de optimizar el tiempo de trabajo y aumentar el nivel de productividad.

A principios del siglo XX, Frederick Winslow Taylor llevo a cabo experimentos significativos de un nuevo enfoque científico, en el cual estableció los estudios de tiempos dentro de un proceso para establecer las normas del tiempo para el rendimiento del trabajo; a través de los años esos estudios han ayudado a solucionar multitud de problemas de producción y a reducir costos, muchos gerentes de fábricas aceptaron con beneplácito la técnica de la administración del taller de Taylor, por lo que se informó que 113 plantas implantaron la técnica, 59 consideraron que habían tenido éxito rotundo, 20 sólo éxito parcial y 34 un fracaso completo.

Taylor con el afán de reducir esa variabilidad en el tiempo y diseñar una forma más exacta de calcularlo, decide basarse en aspectos como:

- Para todo tipo de trabajo, estudiar una técnica racional cambiando los métodos rutinarios.
- Transmitir sistemáticamente esta técnica al ejecutante, para que pueda aplicarla íntegramente.
- Separar las funciones de preparación del trabajo, de las de su ejecución.
- Especializar cada una de las funciones.
- Repartir equitativamente entre dirección y personal los beneficios.

Frank Gilbreth (1841-1925) y su esposa Lilliam M. Gilbreth (1878 – 1972) hicieron una gran contribución al estudio del trabajo, fueron fundadores de la moderna técnica del Estudio de Movimientos, la cual se define como el estudio de movimientos del cuerpo humano, con la búsqueda de mejoras en las operaciones, eliminando los movimientos innecesarios y estableciendo la secuencia de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima. Su mayor aporte fue diseñar un método que utiliza 17 movimientos básicos para desempeñar una tarea llamada Therblig.

**Los Therbligs:** Se dividen en 8 movimientos efectivos y 9 inefectivos, los efectivos son los movimientos que se deben potencializar ya que permiten ahorrar tiempo, y los movimientos inefectivos se deben mitigar o eliminar ya que solamente suman tiempo improductivo a la tarea.

**Tabla 3 Micromovimientos (Therbligs)**

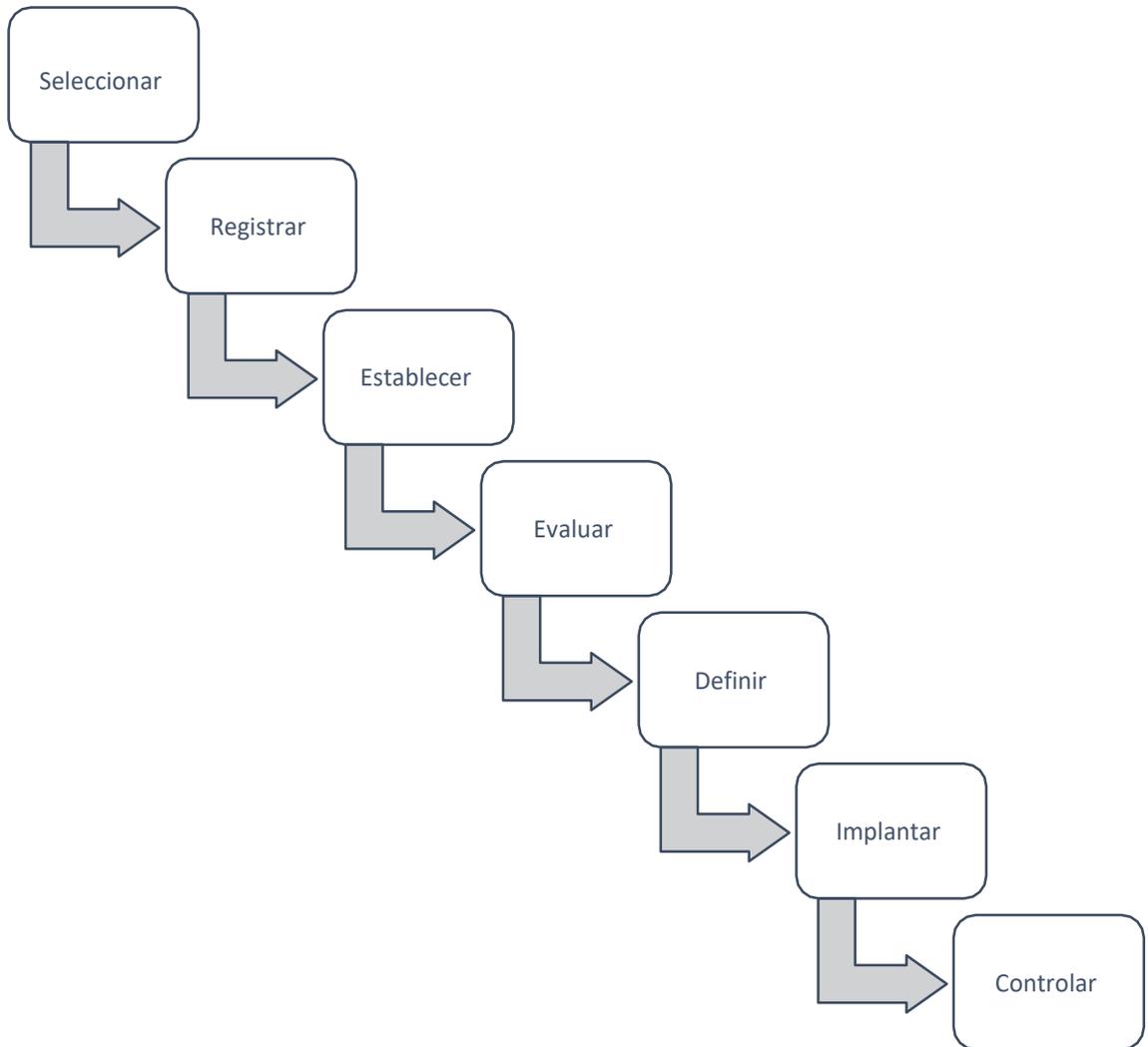
Therbligs Ineficientes		Therbligs Eficientes	
Buscar	B	Alcanzar	AL
Seleccionar	S. E	Tomar	T
Inspeccionar	I	Mover	M
Demora Evitable	D.E. T	Soltar	S.L.
Demora Inevitable	D. I	Ensamblar	E
Colocar en Posición	P	Desmontar	D.E
Descansar	D.E. S	Usar	U
Sostener	S. O	Precolocar Posición	P. P
Planear	P. L		

**Fuente:** Autor del trabajo

El estudio de métodos y tiempos se divide en dos partes, la primera parte es el estudio de métodos de trabajo el cual ayuda a analizar el proceso productivo para optimizarlo y poder establecer el mejor método para realizar el trabajo, para el cual existen varias etapas en la realización de un estudio de métodos:

**Método de medición del trabajo.** La metodología de trabajo permite realizar el estudio del trabajo de la manera más estandarizada posible se simplifica en 7 pasos.

Gráfica 2 Etapas de un estudio de métodos



**Fuente:** Autor del trabajo

Tabla 4 Etapas de un estudio de métodos

Seleccionar	Seleccionar el proceso a estudio
Registrar	Registrar el trabajo a estudiar, recolectar los datos necesarios y registrar los hechos relevantes relacionados con ese trabajo en estudio
Establecer	Establecer buscar el método más práctico, eficaz y económico métodos mediante las personas concernidas
Evaluar	Evaluar diferentes opciones para realizar un nuevo método comparando la relación costo-eficacia entre el nuevo método actual
Definir	Definir el método nuevo en forma clara a personas que puedan concernir
Implantar	Implantar el nuevo método con una práctica normal formando todas las personas que han de utilizarlo
Controlar	Controlar la aplicación del método nuevo para evitar el uso del método

Fuente: Autor del trabajo

**El estudio de tiempos:** Según (Roncancio, 2019, pág. 15) el estudio de tiempos implica a la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base de la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de fatiga, demoras personales y retrasos inevitables. El analista de tiempos cuenta con varias técnicas útiles para establecer un estándar como cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos.

Según (Nieto Saldaña, 2011) Las principales técnicas que se utilizan en la medición del trabajo son las siguientes:

- Estudio de tiempos con cronómetro
- Métodos de observación instantáneos (muestreo del trabajo)
- Normas predeterminadas de tiempos-movimientos, (MTM, MODAPS)
- Empleo de películas
- Síntesis de datos tipo
- Evaluación analítica. (experiencia personal)

**Estudios de muestreo de desempeño:** es una etapa muy importante porque requiere observar al operador para calificarlo, debido a que la clasificación es un tema de importancia cuando se realiza un estudio de tiempo con cronómetros y esto es exactamente lo que debe hacer el muestreo de desempeño. Las observaciones de un operador ocurren en un momento, y es en ese momento cuando el observador debe juzgar la velocidad y el ritmo de aquel. Tal velocidad y ritmo varía según el trabajador, y aun este mismo exhibe diferencias de un instante al otro.

**Estudios para el establecimiento de estándares de tiempo:** El muestreo del trabajo sirve también para establecer con exactitud y rapidez estándares de tiempo, en los que se valen de todas las técnicas de muestreo del trabajo y son su fin último; el procedimiento es paso a paso, de muestreo, desempeño, con el uso de datos adicionales como las unidades producidas y tolerancias. El sistema de desarrollo de estándares de tiempo se inicia después de completar las otras dos técnicas.

Luego de realizar un análisis de los diversos conceptos acerca del estudio de métodos, se avala como una herramienta muy importante para las organizaciones en la actualidad, realizando aportes metodológicos enfocados en el aumento de la productividad y disminución de los costos. Como parte de esta metodología el factor humano cada vez se hace más importante, colaboradores cada vez más eficientes y eficaces que ayudan con el cumplimiento de las metas y objetivos propuestos en la visión de la empresa, todo esto en conjunto ayuda enormemente a la consecución de ventajas competitivas en este mercado.

Los ingenieros industriales cuentan con las herramientas apropiadas para realizar un trabajo de calidad mejor en un tiempo menor, esto es el plus que los profesionales pueden dar a las empresas; cabe mencionar que existe una gran variedad de herramientas disponibles para la solución de problemas y cada una de ellas con aplicaciones específicas., entre las más usadas en la actualidad se encuentran:

- Diagrama causa efecto
- Diagrama de Pert
- Guía para el análisis de trabajo-sitio de trabajo
- Grafica de proceso operativo
- Diagrama de flujo de proceso
- Diagrama analítico
- Estándares de tiempo por muestreo

## 5.2 MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se realiza una breve descripción de los términos técnicos clave para la comprensión del proyecto:

**Estudio de movimientos:** estudio de los movimientos del cuerpo humano al realizar una operación, para mejorarla mediante la eliminación de movimientos innecesarios, la simplificación de los necesarios y el establecimiento de la secuencia de movimientos más favorable para la eficiencia máxima. (Roncancio, 2019)

**Estudio de tiempos:** El estudio de tiempos implica la actividad de toma de tiempos de todas las operaciones que interfieren en un proceso productivo con el objetivo

de establecer un estándar del tiempo permisible, teniendo en cuenta todos los factores que puedan afectar el normal desempeño. (Roncancio, 2019)

**Medición del trabajo:** es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida. (Marín Osorio, 2016)

**Tiempo estándar:** Es el tiempo que requiere un trabajador calificado que, trabajando a ritmo normal, necesita para llevar a cabo la operación. (Roncancio, 2019)

**Exactitud:** se refiere a cuán cerca del valor real se encuentra el valor medido. En términos estadísticos, la exactitud está relacionada con el sesgo de una estimación. Cuanto menor es el sesgo, más exacta es una estimación. (Marín Osorio, 2016)

**Muestra:** serie de datos que sirven para representar a una población, ya poseen sus mismos parámetros estadísticos. (Roncancio, 2019)

**Productividad:** relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. (Marín Osorio, 2016)

**Tamaño de la muestra:** Es el número de datos que componen una muestra perteneciente a una población. (Roncancio, 2019).

**Proceso:** se puede definir como una serie de actividades, acciones o eventos organizados interrelacionados, orientadas a obtener un resultado específico y predeterminado. (Marín Osorio, 2016)

**Muestreo de trabajo:** técnica usada para investigar las proporciones de tiempo total dedicadas a las diversas actividades que constituyen una tarea o una situación de trabajo, es de gran utilidad a la hora de determinar la utilización de la máquina y personal, los suplementos aplicables a la tarea y los estándares de producción. (Roncancio, 2019)

**Transformadores de corriente:** es un transformador utilizado para aumentar o disminuir una corriente alterna (AC). (Paterson, W, 1977).

**Transformadores de potencia:** es un transformador utilizado para aumentar o disminuir la tensión eléctrica. (Paterson, W, 1977).

### 5.3 MARCO LEGAL

A continuación, se describe los requisitos legales que sirven de dirección para la elaboración del proyecto, son de gran importancia para la consecución de un proyecto de investigación en esta área la cual es objeto de estudio.

**Tabla 5 Legislación**

LEY	ESPECIFICACIÓN
Ley 142 de 1994	Establece que los servicios públicos domiciliarios se deben prestar de forma eficiente.
Ley 143 de 1994	Establece el régimen de las actividades del sector eléctrico colombiano.
NTC 9001:2015	Abordar los riesgos y las oportunidades, establece una base para aumentar la eficacia del sistema de gestión de la calidad, alcanzar mejores resultados y prevenir los efectos negativos
NTC 2205	Aplica a transformadores de corriente nuevos para uso con instrumentos de medición eléctrica y dispositivos de protección eléctrica con frecuencias entre 15 Hz y 100 Hz.
NTC 2207	Aplica a los transformadores de tensión inductivos nuevos para uso con instrumentos de medición eléctrica y dispositivos de protección eléctrica, con frecuencias entre 15 Hz y 100 Hz.
NTC 4856	Establece los ensayos de rutina, incluido el ensayo de exactitud (calibración), que se deben realizar a los medidores de energía para propósitos de verificación inicial; así como, para propósitos de verificación posterior de los medidores en funcionamiento.
RETIE	El Retie (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas) es un documento técnico-legal para Colombia expedido por el ministerio de Minas y energía.
Resolución CREG 108 e1997	Señala criterios generales sobre protección de los derechos de los usuarios de los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica y gas combustible por red física, en relación con la facturación, comercialización y demás asuntos relativos a la relación entre la empresa y el usuario, y se dictan otras disposiciones.

**Fuente:** Autor del trabajo

## **5.4 UBICACIÓN DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Gestión de la Productividad.

## 6 DISEÑO METODOLÓGICO

### 6.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio a desarrollar es de tipo descriptivo; según (Hernández Sampieri, 2014) Cuando se habla de un estudio descriptivo, se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

Para orientar la investigación a realizar basada en la propuesta mencionada en el capítulo X, será preciso realizar una labor de reconocimiento de todas las variables que se están generando en la realización de las actividades del proyecto de tecnología de la medida en el proceso de Medida Especial para identificar si el proceso está fallando con el nivel de cumplimiento. Durante todo el estudio se buscará describir y cuantificar todas aquellas actividades, tiempos, movimientos, métodos y demás, que estén realizando los operarios en la ejecución de revisiones e instalaciones de equipos de medición de MI/MS.

### 6.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Para dar cumplimiento con los objetivos propuestos en la actual investigación, se implementará el método de observación, por medio del cual se logrará obtener la información necesaria acerca de los tiempos de ejecución de las actividades que serán objeto de estudio. Además, se usará el método de análisis y evaluación para establecer las diferentes causas-efectos de las cuales está compuesta el objeto de investigación, y estimar el impacto que trae el definir estándares de tiempo y eficiencia para la organización.

### 6.3 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

**6.3.1 Universo:** El universo de estudio será el proyecto de tecnología de la empresa APPLUS NORCONTROL sede Santa Marta.

**6.3.2 Población:** objeto de este estudio será el proceso Medida Especial de la empresa APPLUS NORCONTROL con sede en la ciudad de santa marta.

**6.3.3 Muestra:** La muestra que se tomará para la investigación corresponde a las 5 brigadas operativas conformadas por 5 técnicos y 5 auxiliares, que desempeñan las siguientes actividades repetitivas del proceso de Medida Especial.

- Revisión de M/S
- Revisión de M/I
- Instalación de M/S
- Instalación de M/I

Estas actividades pueden ser realizadas en las áreas urbanas y rurales del departamento de la Magdalena.

## **6.4 FUENTES DE INFORMACIÓN**

**6.4.1 Primaria:** Esta fuente se obtendrá a través de la realización de entrevistas, visitas a campo y reuniones con los operarios los cuales conforman 5 brigadas operativas que están constituidas como se describe en el apartado X, observación directa de las actividades productivas, manuales operativos y documentos de procedimientos de la empresa (Procedimiento ME Versión 24-05-2013- Especificaciones Licitación Medida Especial Y Alcance contractual de órdenes de servicio).

**6.4.2 Secundaria:** Para la recopilación de las fuentes secundarias se tendrán en cuenta los estudios relacionados con el tema principal de la investigación los cuales pueden ser obtenidos en la Internet, bibliografía entre otros.

**6.4.3 Análisis de datos y tratamiento de la información:** Para el análisis de la información se graficarán las mediciones obtenidas mediante el registro de los tiempos predeterminados, luego se obtendrá el tiempo estándar para la ejecución de cada actividad y a partir de este se diseñará el nuevo método o técnicas de ejecución el cual se verificará por medio de aplicación en campo.

Las técnicas y herramientas que permitirán recolectar la información son las grabaciones de los operarios en la ejecución de las actividades, pequeñas entrevistas, instrumentos de registro que se emplean son cámaras digitales, cronómetro, bases de datos, computador, memoria USB y demás medios que se puedan necesitar en el transcurso de esta investigación.

**Tabla 6 Cronograma del estudio de investigación**

ANEXO NO. 1- CRONOGRAMA																	
CRONOGRAMA EN DETALLE DE LA INTERVENCIÓN																	
ETAPA	ACTIVIDAD	RESULTADO ESPERADO	ENTREGABLE PROPUESTO	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE	
				S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2
1 DIAGNOSTICO	1.1. Analizar el método implementado	Nivel de cumplimiento del Proceso	Diagrama de proceso	■	■	■	■										
	1.2. Toma de tiempos del método actual		Tablas de toma de tiempos	■	■	■	■										
2 ANALISIS DE PROCESOS	2.1. Analizar la información obtenida	Identificación del bajo cumplimiento del proceso	Informe final				■	■	■								
	2.2. Determinar el tiempo estándar.		Análisis estadístico				■	■	■								
	2.3. Diseño de nuevos métodos.		Manual de ejecución					■	■	■							
3 APLICACIÓN	3.1. Emplear los nuevos métodos.	Optimización de las actividades	Informe final									■	■				
4 CONFRONTAR	4.1. Comparación de los tiempos iniciales y los nuevos tiempos.	Identificación de tiempo óptimo.	Análisis estadístico Final											■			
	4.2. Tiempo ahorrado.													■	■		
5 MEJORA	5.1. Identificar oportunidades de mejora y cambios	Optimización continua de los procesos.	Informe final												■	■	
	5.2. Proponer acciones de mejora.															■	■

Fuente: Autor del trabajo

Tabla 7 Presupuesto

ANEXO 2- PRESUPUESTO												
ETAPA	ACTIVIDAD	RESULTADO ESPERADO	RUBROS	ENTREGABLE	CANTIDAD	UNIDAD (Kilos, días, m3, kms, mes, jornada...)	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	FUENTE DE FINANCIACIÓN			
									PROPIA (AUTORES)	EMPRESA APPLUS NORCONTROL	UAN	NTES OTROS ENTES EXTERNOS (FONDO EMPRENDEUR SENA)
1 DIAGNOSTICO	1.1. Analizar el método implementado	Nivel de cumplimiento del Proceso	Aporte de Salarios del equipo del proyecto.	Diagrama de proceso	24	Hora Laboral	\$ 15.000	\$ 360.000		\$ 360.000		
	1.2. Toma de tiempos del método actual		Aporte de Salarios del equipo del proyecto.	Tablas de toma de tiempos	24	Hora Laboral	\$ 15.000	\$ 360.000		\$ 360.000		
2 ANALISIS DE PROCESOS	2.1. Analizar la información obtenida	Identificación de procesos de bajo cumplimiento	Compra de Maquinaria, equipo de producción	Informe final	11	Computador	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000			
	2.2. Determinar el tiempo estándar.		Pago de Honorarios de Asistencia técnica.	Análisis estadístico	11	Honorarios	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000			
	2.3. Diseño de nuevos métodos.											
3 APLICACIÓN	3.1. Emplear los nuevos métodos.	Optimización de las actividades	Aporte de Salarios del equipo del proyecto.	Informe final	24	Hora Laboral	\$ 15.000	\$ 360.000		\$ 360.000		
4 CONFRONTAR	4.1. Comparación de los tiempos iniciales y los nuevos tiempos.	Identificación de tiempo óptimo.	Pago de Honorarios de Asistencia técnica.	Base de datos	11	Honorarios	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000			
	4.2. Tiempo ahorrado.		Pago de Honorarios de Asistencia técnica.	Análisis estadístico Final	11	Honorarios	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000			
5 MEJORA	5.1. Identificar oportunidades de mejora y cambios	Optimización continua de los procesos.	Honorarios de Dirección del Proyecto.	Informe final	8	Hora Laboral	\$ 13.333	\$ 106.664		\$ 106.664		
	5.2. Proponer acciones de mejora.		Servicio técnico Especializado.	Informe final	11	Honorarios	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000			
<b>SUBTOTAL</b>									<b>\$ 3.900.000</b>	<b>\$ 1.186.664</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>TOTAL</b>									<b>\$</b>	<b>5.086.664</b>		

Fuente: Autor del trabajo

## 7 CAPÍTULO DE RESULTADOS

Revisar el Nivel de desempeño actual del proceso de Medida Especial en el último año, para conocer su nivel de cumplimiento, mediante revisión de indicadores de gestión y métodos propios de dicho proceso. Para este objetivo específico realizamos un diagnóstico al proceso de Medida Especial mediante la siguiente matriz.

### 7.1 MATRIZ DOFA

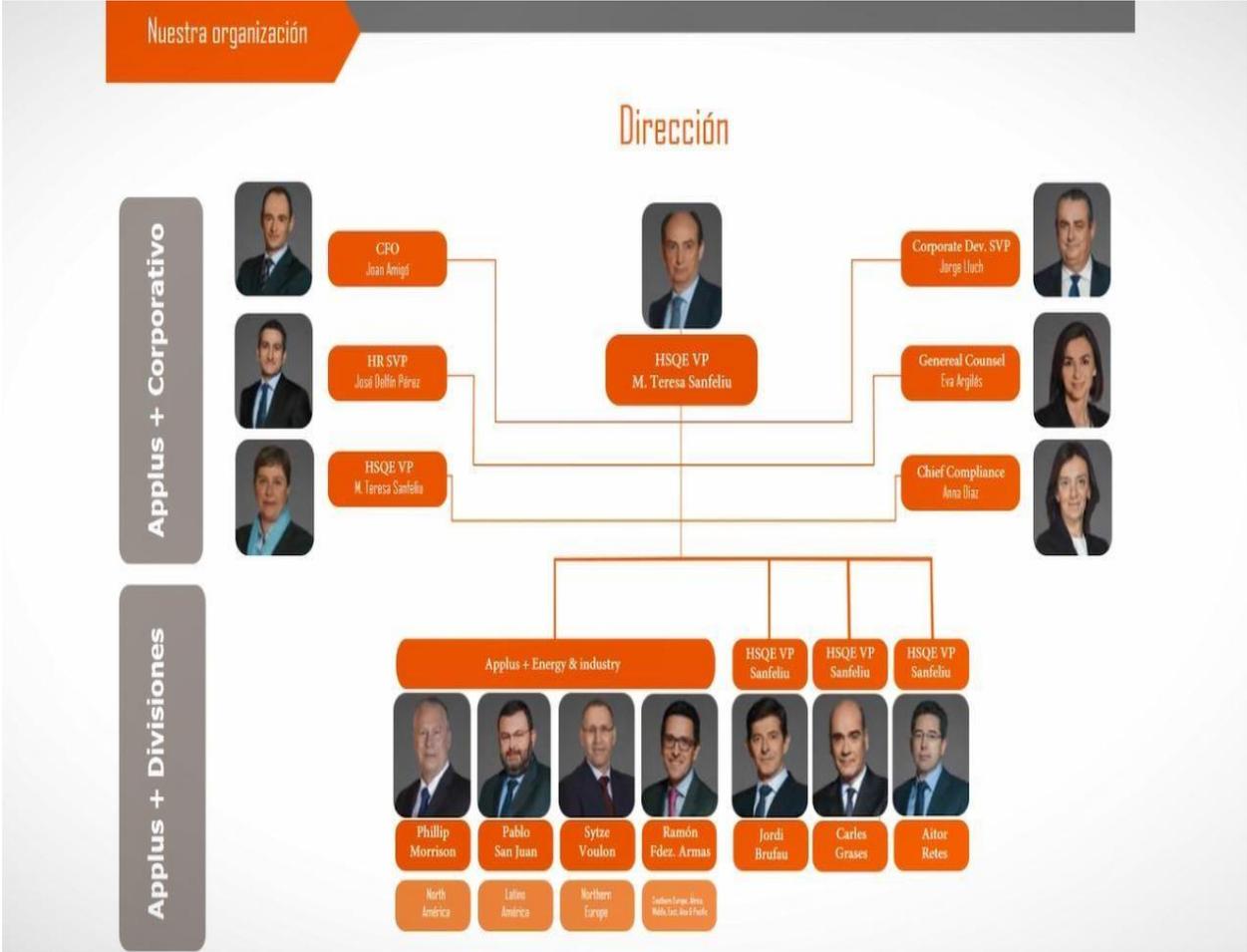
**Tabla 8 Matriz DOFA**

	<p><b>Debilidades(D)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuentan con mano de obra disponible en mercado laboral. (RRHH).</li> <li>• El proceso de producción no cumple con los indicadores de producción que la empresa propone mensualmente.</li> </ul>	<p><b>Fortalezas(F)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleados con altas habilidades laborales y estudios de técnico eléctrico profesional. (Cliente ECA).</li> <li>• El amplio reconocimiento de su nombre a nivel internacional.</li> </ul>
<p><b>Oportunidades (O)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La implementación de nuevas tecnologías.</li> <li>• La inversión económica de grupos extranjeros. (Latín American Group Corp)</li> </ul>	<p><b>Estrategias (DO)</b></p> <p>Implementar un programa de reemplazo de tecnología en las actividades del proceso productivo, buscando reducir los tiempos de ejecución y permitiendo realizar más actividades diarias.</p>	<p><b>Estrategias (FO)</b></p> <p>Promover el nivel educativo, las habilidades y el conocimiento del capital humano en el sitio web de la empresa, para brindar confianza en potenciales nuevos clientes.</p>
<p><b>Amenazas (A)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El crecimiento de empresas del sector de servicios eléctricos. (DELTEC SA)</li> <li>• La desaceleración económica en Colombia.</li> </ul>	<p><b>Estrategias (DA)</b></p> <p>Crear semilleros de capacitación en el SENA, con enfoque en el sistema productivo de la organización y así seguir siendo competitivos en el mercado del sector eléctrico.</p>	<p><b>Estrategias (FA)</b></p> <p>Consolidarse en el mercado nacional, mantener una política de precios bajos para estimular la inversión y el consumo.</p>

**Fuente:** Autor del trabajo

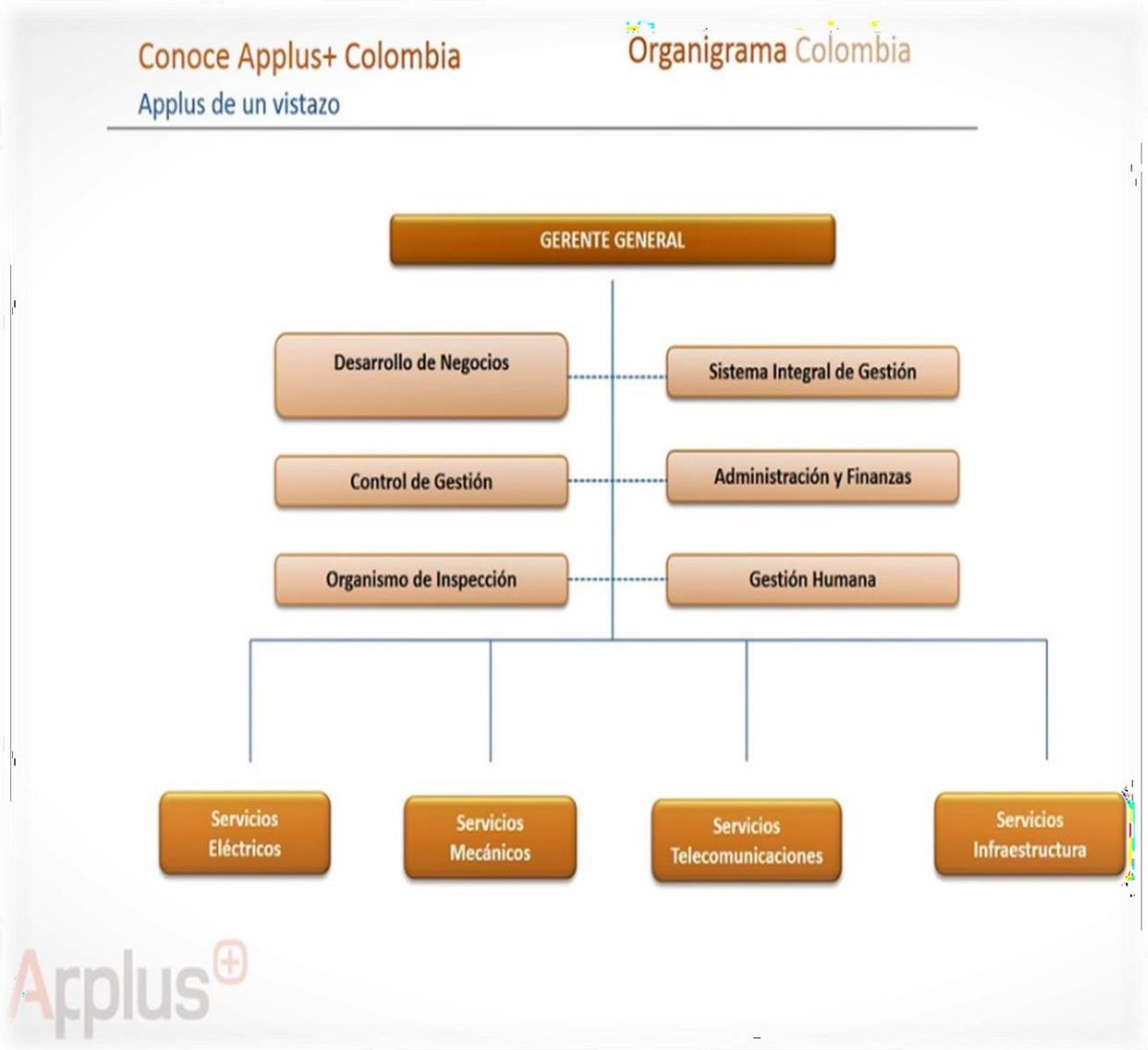
## 7.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Gráfica 3 Organigrama General



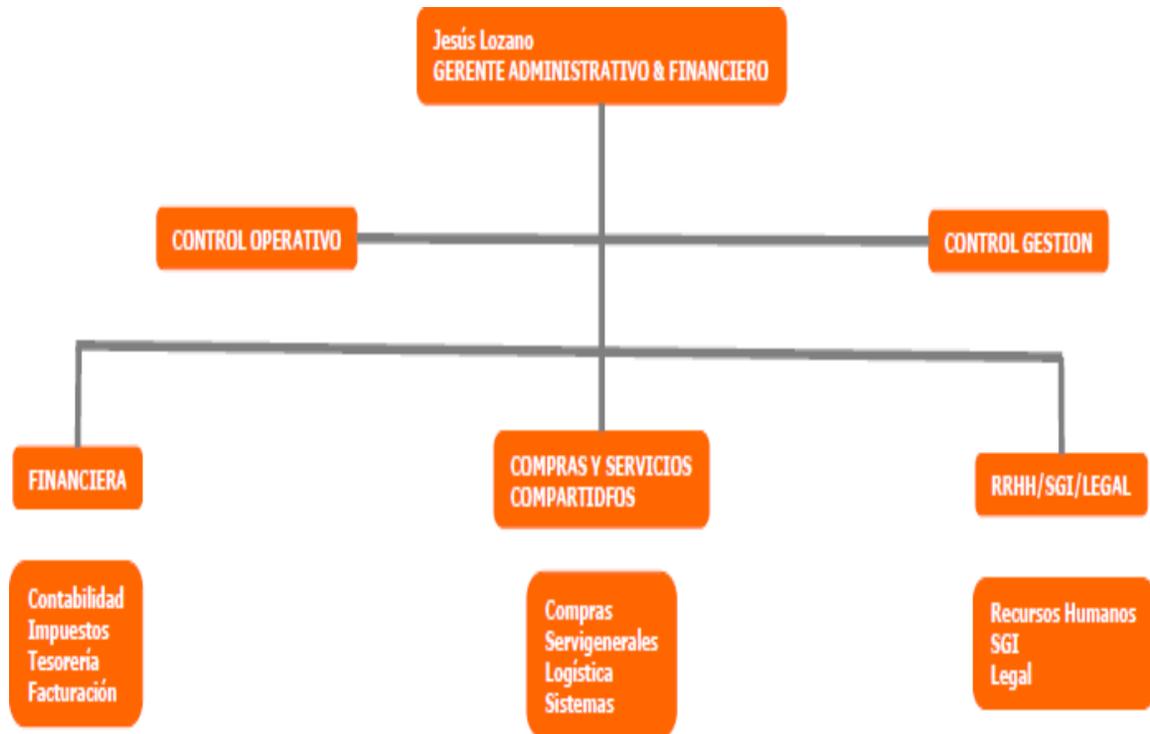
Fuente: (Applus Norcontrol, 2019)

Gráfica 4 Organigrama Colombia



Fuente: (Applus Norcontrol, 2019)

**Gráfica 5 Organización de Proyectos**



**Fuente:** (Applus Norcontrol, 2019)

**7.2.1 Misión:** Somos una empresa de servicios de ingeniería, consultoría, interventoría e inspecciones con gran experiencia en inspección industrial y asistencia técnica en el sector de energía, el petróleo y el gas, construcción e infraestructuras. (Applus Norcontrol, 2019)

**7.2.2 Visión:** Desde la posición de liderazgo Applus Norcontrol, ser en el país una multinacional de referencia en Ingeniería, Consultoría e Inspección de Calidad, Medio Ambiente y Seguridad. Distinguiéndose por la excelencia en la calidad de los servicios que presta, y por el liderazgo en todos los mercados en los que opera. (Applus Norcontrol, 2019).

Siguiendo con el diagnóstico del proceso de Medida Especial revisando los datos suministrado por la empresa y desarrollando 3 indicadores de gestión que permitirán conocer el nivel de cumplimiento del proceso de Medida Especial en el último año.

### 7.3 LOS INDICADORES DE GESTIÓN

Generalmente los indicadores de gestión deben cumplir tres características:

- **Simple:** un indicador sencillo de medir e interpretar, no puede abarcar más de un elemento (producto, área, proceso, dependencia) de la organización.
- **Medible:** permite comparar la situación actual de un elemento de estudio en el tiempo o con respecto a patrones establecidos.
- **Comunicable:** transmite información acerca de un tema en particular para la toma de decisiones.

Para diseñar un indicador de gestión es importante determinar los aspectos que serán objeto de control y las características a medir. La decisión sobre los proyectos, procesos, actividades, productos y/o servicios a medir, dependerá de la información que pueda arrojar para la mejora el objeto de evaluación.

- **Eficacia:** Expresan el logro de los objetivos, metas y resultados de un proceso, plan, programa o proyecto. Equivale a los indicadores de calidad al evaluar el cumplimiento de un requisito (logro del objetivo de la calidad).
- **Eficiencia:** Permiten establecer la relación de productividad en el uso de los recursos. Relaciona las variables “Logro alcanzado” y “Recursos utilizados”.
- **Efectividad:** Abarcan la medida del impacto de los productos en el objetivo. Incluyen la eficacia y la eficiencia.

A continuación, revisaremos se revisará el nivel de desempeño actual del proceso de Medida Especial en el último año, para conocer su nivel de cumplimiento, mediante revisión de indicadores de gestión.

**7.3.1 Indicador Efectividad de la Brigadas:** Este indicador busca realizar seguimiento y medición a las actividades ejecutadas por las brigadas y medir la efectividad en cuanto a la recuperación de energía. La meta de este indicador según la gerencia es del 15%.

**Tabla 9 Calificación de Indicadores de Efectividad**

%	Calificación
25%	Excelente
19% - 24%	Bueno
15% - 18%	Aceptable
10% - 14%	Regular
0% - 9%	Malo

Fuente: Autor del trabajo

Esta tabla describe la calificación con la cual el proceso de Medida Especial mide el cumplimiento del indicador de Efectividad de ejecución de las actividades.

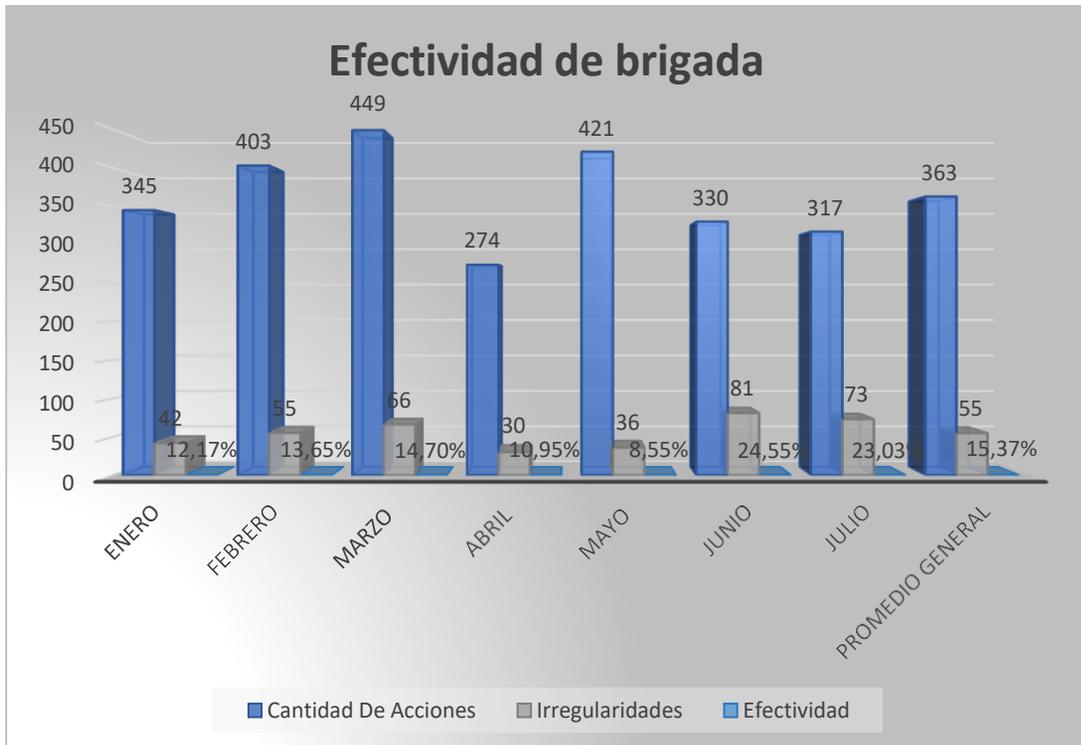
**Tabla 10 Irregularidades vs Cantidad de Revisiones**

<b>Mes</b>	<b>Cantidad de Acciones</b>	<b>Irregularidades</b>	<b>Efectividad</b>
Enero	345	42	12.17%
Febrero	403	55	13.65%
Marzo	449	66	14.70%
Abril	274	30	10.95%
Mayo	421	36	8.55%
Junio	330	81	24.55%
Julio	317	73	23.03%
<b>Promedio General</b>	<b>363</b>	<b>55</b>	<b>15.37%</b>

**Fuente:** Autor del trabajo

En esta tabla se puede observar la cantidad de actividades ejecutadas mensualmente por las brigadas operativas del proceso de Medida Especial que aplican para el levantamiento de irregularidades contrastándolas con las irregularidades detectadas a los clientes en términos de recuperación de energía. Se puede evidenciar que en Efectividad el indicador del proceso de Medida especial fue de **15.37%**, calificándose como **aceptable**.

**Gráfica 6 Efectividad de las Brigadas**



**Fuente:** Autor del trabajo

Así mismo este gráfico enseña de manera clara como ha sido el desarrollo de las actividades en lo transcurrido del año en términos de efectividad en el proceso de Medida Especial de la empresa Applus Norcontrol.

**7.3.2 Indicador Productividad de las Brigadas:** Este indicador busca realizar seguimiento y medición a las actividades ejecutadas por las brigadas y medir la productividad en cuanto a la relación actividades No Conforme vs Total actividades ejecutadas. La meta de este indicador según la gerencia es del 90%.

A continuación, se describen los parámetros con los cuales se examina la productividad de las brigadas del proceso de Medida Especial de la empresa Applus Norcontrol.

#### **Parámetros**

- Calidad de la documentación
- Ejecución técnica

**Tabla 11 Calificación de indicadores**

<b>%</b>	<b>Calificación</b>
100%	Excelente
95% - 99%	Bueno
90% - 94%	Aceptable
85% - 89%	Regular
0% - 84%	Malo

**Fuente:** Autor del trabajo

Esta tabla describe la calificación con la cual el proceso de Medida Especial mide el cumplimiento del indicador de Productividad de ejecución de las actividades.

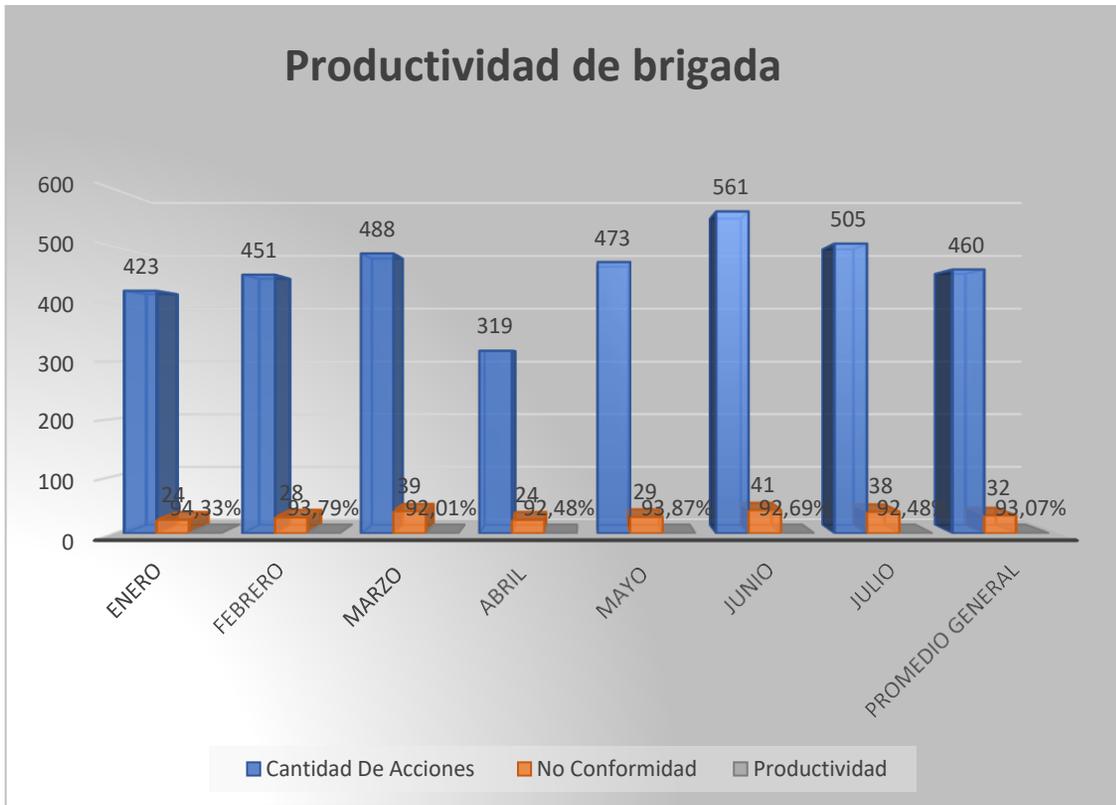
**Tabla 12 No Conforme vs Total actividades ejecutadas.**

<b>Mes</b>	<b>Cantidad de Acciones</b>	<b>No conformidad</b>	<b>Productividad</b>
Enero	423	24	94.33%
Febrero	451	28	93.79%
Marzo	488	39	92.01%
Abril	319	24	92.48%
Mayo	473	29	93.87%
Junio	561	41	92.69%
Julio	505	38	93.07%
<b>Promedio General</b>	<b>460</b>	<b>32</b>	<b>93.07%</b>

**Fuente:** Autor del trabajo

En esta tabla se puede ver con claridad la cantidad total de las actividades ejecutadas mensualmente por las brigadas operativas del proceso de Medida Especial contrastándolas con las actividades No Conforme detectadas auditor interno. En términos generales el indicador de productividad del proceso de Medida especial fue de 93.07%, calificándose como aceptable.

**Gráfica 7 Productividad de las brigadas**



**Fuente:** Autor del trabajo

Así mismo este gráfico resume el total de actividades desarrolladas a lo largo del año 2020 en términos de Productividad en el proceso de Medida Especial de la empresa Applus Norcontrol.

**7.3.3 Indicador Rendimiento de la Producción:** Este indicador busca realizar seguimiento y medición a las actividades ejecutadas por las brigadas y medir la producción real realizada por las brigadas en comparación con la producción meta establecida por el proceso de Medida Especial de la empresa Applus Norcontrol. La meta de este indicador según la gerencia es del 90%.

**Tabla 13 Calificación de indicadores Rendimiento de la Producción**

<b>%</b>	<b>Calificación</b>
<b>100%</b>	Excelente
<b>95% - 99%</b>	Bueno
<b>90% - 94%</b>	Aceptable
<b>85% - 89%</b>	Regular
<b>0% - 84%</b>	Malo

Fuente: Autor

Esta tabla describe la calificación con la cual el proceso de Medida Especial mide el cumplimiento del indicador de Producción de las brigadas operativas.

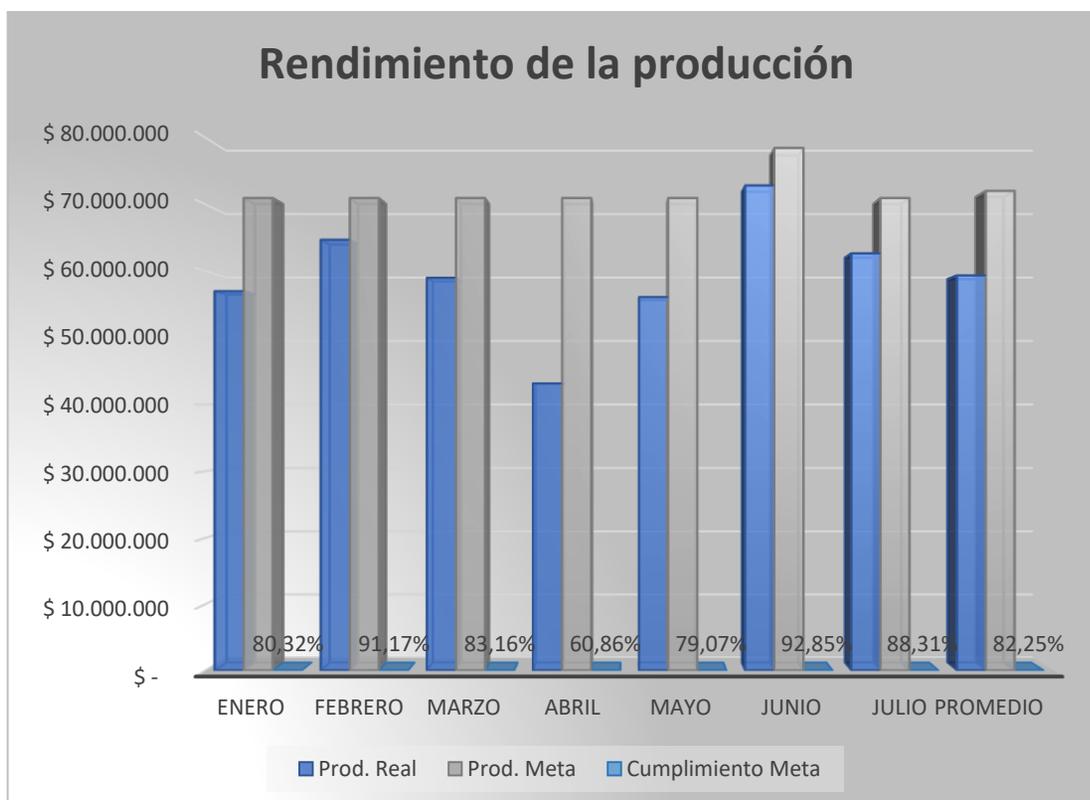
**Tabla 14 Producción real vs Producción meta**

<b>Mes</b>	<b>Producción Real</b>	<b>Producción Meta</b>	<b>Cumplimiento Meta</b>
Enero	\$ 56'971.630	\$ 70'929.906	80.32%
Febrero	\$ 64'668.634	\$ 70'929.906	91.17%
Marzo	\$ 58'981.940	\$ 70'929.906	83.16%
Abril	\$ 43'165.076	\$ 70'929.906	60.86%
Mayo	\$ 56'084.999	\$ 70'929.906	79.07%
Junio	\$ 72'823.551	\$ 78'429.906	92.85%
Julio	\$ 62'638.434	\$ 70'929.906	88.31%
<b>Promedio General</b>	<b>\$ 59'333.467</b>	<b>\$ 72'001.335</b>	<b>82.25%</b>

Fuente: Autor del trabajo

En esta tabla recoge los datos de la producción mensual de las brigadas operativas del proceso de Medida Especial contrastándola con la producción meta establecida por el proceso de Medida Especial. En rendimiento de la producción el indicador del proceso de Medida especial fue de 82.25%, calificándose como Malo.

**Gráfica 8 Rendimiento de la producción de las brigadas**



**Fuente:** Autor del trabajo

Así mismo este gráfico evalúa mes a mes la producción de las brigadas operativas del proceso de Medida Especial a lo largo del año 2020, donde se establecen metas según el número de brigadas que se encuentren operando en el mes.

Luego de analizar los indicadores de gestión, con los cuales la organización mide su nivel de cumplimiento, se pudo determinar que el único indicador que no se viene cumpliendo es el **Indicador Rendimiento de la Producción**.

## 7.4 ESTUDIO DE METODOS

Para la realización de este estudio de métodos en las diferentes actividades desarrolladas por el proceso de Medida Especial de la empresa Applus Norcontrol, se contó con la colaboración de las 5 brigadas operativas, el coordinador de zona Magdalena, inspector de seguridad y salud del trabajo, y el analista operativo.

El estudio de métodos fue una evaluación de cómo se están realizando las actividades actualmente dentro del proceso de Medida Especial, donde se observó secuencialmente como los operarios realizaban las actividades, para disminuir la fatiga del operario, reducir el uso de herramientas, materiales y esfuerzo humano.

Las actividades que fueron objeto de estudio fueron seleccionadas, por la alta gerencia, por ser las actividades repetitivas del proceso de Medida Especial, las cuales se enumeran así:

- Revisión de M/S
- Revisión de M/I
- Instalación de M/S
- Instalación de M/I

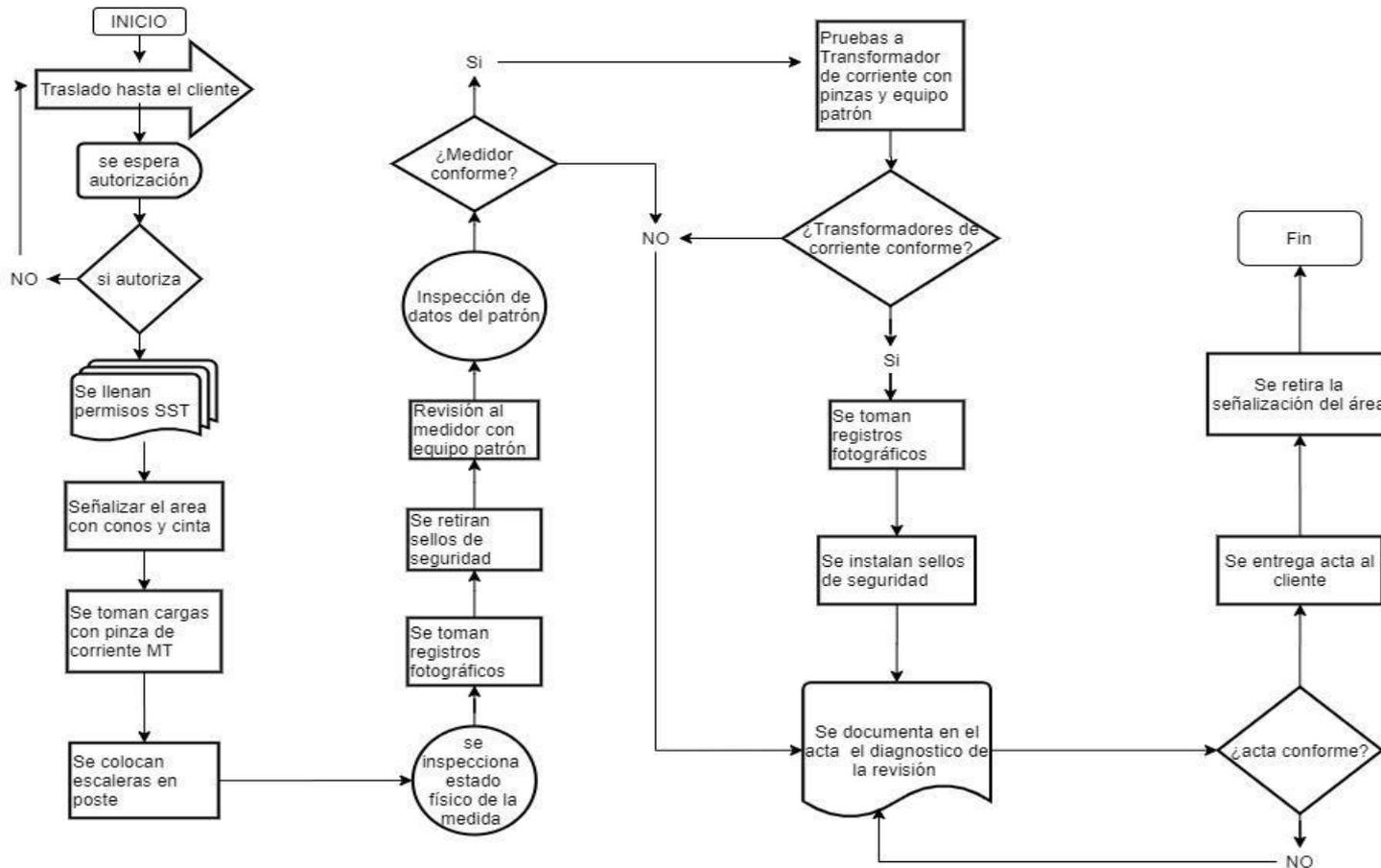
Asimismo, se realizaron los diagramas de flujo, diagramas analíticos y descripción de las actividades para cada una de estas actividades mencionadas anteriormente.

Por la dificultad para movilizarse por restricciones impuestas por el gobierno debido a la emergencia sanitaria del Covid-19, todas las actividades que fueron objetos de estudio se realizaron en Santa Marta.

Dentro de este orden de ideas se empieza este estudio con la Revisión de Medida Semidirecta. A continuación, en la ilustración se presenta el diagrama de flujo de dicha actividad:

### 7.4.1 Revisión de Medida Semi Directa

Gráfica 9 Diagrama de flujo de revisión de M/S



Fuente: Autor del trabajo

Luego de analizar la actividad y de realizar el diagrama de flujo se describió de forma detallada la actividad, tal cual como se describe a continuación:

**Tabla 15 Descripción de Revisión de Medida Semidirecta**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Traslado hasta el cliente	La brigada se traslada en un vehículo hasta el primer cliente del día.
Espera de autorización	La brigada espera a que el cliente autorice la revisión de la M/S
Diligenciar permisos SST	Luego de que el cliente autorice la revisión de la medida se procede al llenado de los permisos de SST por parte del jefe de brigada y el auxiliar, en los cuales se describen todos los riesgos a los que se exponen al realizar la actividad.
Señalización del área	El jefe y el auxiliar de brigada señalizan el área de trabajo con conos y cinta de seguridad para prevenir que ingresen personas al área de trabajo.
Toma de Cargas	El jefe de brigada realiza la toma de cargas con la pinza de corriente y el auxiliar toma los registros fotográficos.
Posicionamiento de Escaleras	El jefe y el auxiliar de brigada posicionan las escaleras al poste con el coordinador de seguridad de manera que queden aseguradas.
Inspección Física de la Medida	El jefe y el auxiliar de brigada realizan una inspección visual al equipo de medida para garantizar que el estado físico de esta se encuentre en buen estado.
Registros Fotográficos	El jefe de brigada toma todos los registros fotográficos iniciales (Fachada, Estructura, Transformadores Potencia, CT, MT, Celda de TC, Gabinete de Medidor y Sellos de Seguridad).
Retirar Sellos de Seguridad	El jefe de brigada retira todos los sellos de seguridad con el cortafrío.
Revisión al Medidor	El jefe de brigada realiza la prueba tiempo-potencia al medidor con equipo patrón.
Inspección de Datos	El jefe de brigada inspecciona los datos suministrados por el equipo patrón para cerciorarse que el medidor se encuentre funcionando correctamente y los dicta al auxiliar de brigada para que posteriormente estos se plasmen en el acta.
Pruebas a los TCs	El jefe de brigada realiza la prueba llamada RTC para la cual toma las corrientes con la pinza por primario y las corrientes por secundario que arroja el equipo patrón, con estos valores el auxiliar de brigada realiza los cálculos para hallar el % E de los TCs y posteriormente estos se plasmen en el acta.
Registros Fotográficos	El jefe de brigada toma todos los registros fotográficos (Medidor, bloque de Prueba, Conexiones, Lecturas)
Instalación de Sellos de Seguridad	El jefe de brigada instala todos los sellos de seguridad.

Diligenciamiento del Acta	El auxiliar de brigada documenta en el acta detalladamente todo el diagnóstico de la revisión.
Entrega del Acta al Cliente	Luego de socializar al cliente lo hallazgos encontrados en la revisión, este debe firmar el acta y se le entrega una copia de esta.
Retiro de Escaleras	El jefe y el auxiliar de brigada retiran las escaleras de la estructura y son fijadas en el porta-escalera del vehículo.
Retiro de Señalización del área	El jefe y el auxiliar de brigada retiran la señalización realizada previamente (Conos y cinta de Seguridad).

Fuente: Autor del trabajo

Seguido de esta descripción se realizó el diagrama analítico de dicha actividad con el objetivo de identificar la cantidad de operaciones realizadas y los retrasos que se estén presentando.

**Tabla 16 Diagrama de Analítico de Revisión de Medida Semidirecta**

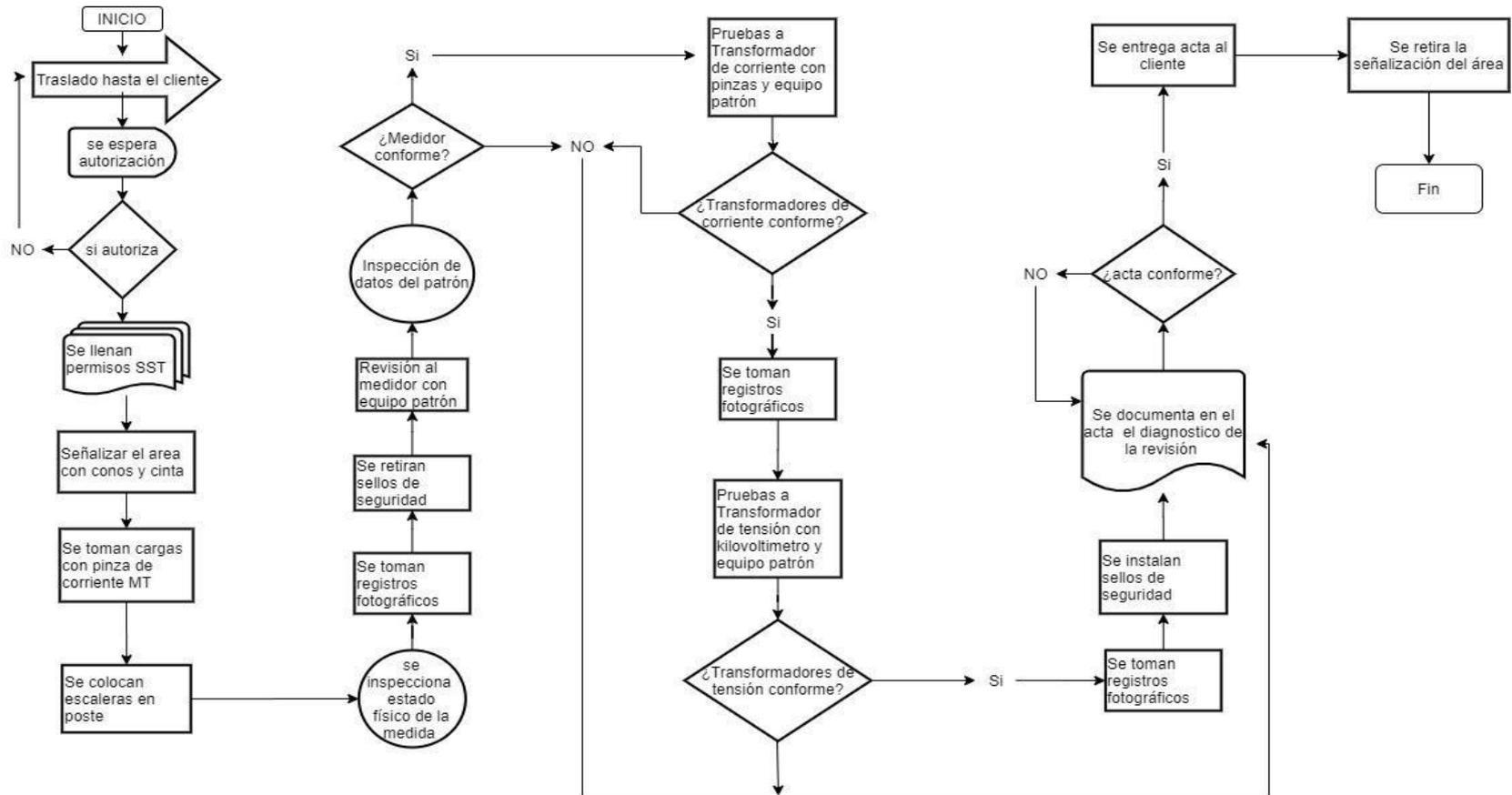
PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA				
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL				
ACTIVIDAD	REVISIÓN DE M/S				
DESCRIPCIÓN	Símbolo				
	□	○	⇒	▽	D
TRASLADO HASTA EL CLIENTE			●		
ESPERA DE AUTORIZACIÓN					●
DILIGENCIAR PERMISOS SST		●			
SEÑALIZACIÓN DEL ÁREA		●			
TOMA DE CARGAS		●			
POSICIONAMIENTO DE ESCALERAS		●			
INSPECCIÓN FÍSICA DE LA MEDIDA	●				
REGISTROS FOTOGRÁFICOS		●			
RETIRAR SELLOS DE SEGURIDAD		●			
REVISIÓN AL MEDIDOR		●			
INSPECCIÓN DE DATOS	●				
PRUEBAS A LOS TCS		●			
INSPECCIÓN DE DATOS	●				
REGISTROS FOTOGRÁFICOS		●			
INSTALACIÓN DE SELLOS DE SEGURIDAD		●			
DILIGENCIAMIENTO DEL ACTA		●			
INSPECCIÓN DE DATOS	●				
ENTREGA DEL ACTA AL CLIENTE			●		
RETIRO Y ALMACENAMIENTO DE ESCALERAS					●
RETIRO DE SEÑALIZACIÓN DEL ÁREA Y ALMACENAMIENTO					●
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Fuente: Autor del trabajo

En segundo lugar, continuamos con Revisión de Medida Indirecta, a continuación, se describen los datos obtenidos en el estudio de Métodos, en la ilustración se presenta el diagrama de flujo de dicha actividad.

## 7.4.2 Revisión de Medida Indirecta

Gráfica 10 Diagrama de flujo de revisión de Medida Indirecta



Fuente: Autor del trabajo

Luego de analizar la actividad y de realizar el diagrama de flujo, se realizó una descripción detallada de la actividad como se describe a continuación:

**Tabla 17 Descripción de Revisión de Medida Indirecta**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Traslado hasta el cliente	La brigada se traslada en un vehículo hasta el primer cliente del día.
Espera de autorización	La brigada espera a que el cliente autorice la revisión de la M/I
Diligenciar permisos SST	Luego de que el cliente autorice la revisión de la medida se procede al llenado de los permisos de SST por parte del jefe de brigada y el auxiliar, en los cuales se describen todos los riesgos a los que se exponen al realizar la actividad.
Señalización del área	El jefe y el auxiliar de brigada señalizan el área de trabajo con conos y cinta de seguridad para prevenir que ingresen personas al área de trabajo.
Toma de Cargas	El jefe de brigada realiza la toma de cargas con la pinza de corriente y el auxiliar toma los registros fotográficos.
Posicionamiento de Escaleras	El jefe y el auxiliar de brigada posicionan las escaleras al poste con el coordinador de seguridad de manera que queden aseguradas.
Inspección Física de la Medida	El jefe y el auxiliar de brigada realizan una inspección visual al equipo de medida para garantizar que el estado físico de esta se encuentre en buen estado.
Registros Fotográficos	El jefe de brigada toma todos los registros fotográficos iniciales (Fachada, Estructura, Transformadores Potencia, Transformadores de Corriente, Transformadores de Tensión, CT, MT, Celda de TC, Gabinete de Medidor y Sellos de Seguridad).
Retirar Sellos de Seguridad	El jefe de brigada retira todos los sellos de seguridad con el cortafrío.
Revisión al Medidor	El jefe de brigada realiza la prueba tiempo-potencia al medidor con equipo patrón.
Inspección de Datos	El jefe de brigada inspecciona los datos suministrados por el equipo patrón para cerciorarse que el medidor se encuentre funcionando correctamente y los dicta al auxiliar de brigada para que posteriormente estos se plasmen en el acta.
Pruebas a los TCs	El jefe de brigada realiza la prueba RTC para la cual toma las corrientes con la pinza por primario y las corrientes por secundario que arroja el equipo patrón, con estos valores el auxiliar de brigada realiza los cálculos para hallar el % E de los TCs y posteriormente estos se plasmen en el acta.
Pruebas a los TTs	El jefe de brigada realiza la prueba RTT para la cual toma las tensiones por primario con el Kilovoltmetro y las tensiones por secundario que arroja el equipo patrón, con estos valores el auxiliar de brigada realiza los cálculos para hallar el % E de los TTs y posteriormente estos se plasmen en el acta.
Registros Fotográficos	El jefe de brigada toma todos los registros fotográficos (Medidor, bloque de Prueba, Conexiones, Lecturas)
Instalación de Sellos de Seguridad	El jefe de brigada instala todos los sellos de seguridad.
Diligenciamiento del Acta	El auxiliar de brigada documenta en el acta detalladamente todo el diagnóstico de la revisión.

Entrega del Acta al Cliente	Luego de socializar al cliente lo hallazgos encontrados en la revisión, este debe firmar el acta y se le entrega una copia de esta.
Retiro de Escaleras	El jefe y el auxiliar de brigada retiran las escaleras de la estructura y son fijadas en la porta-escalera del vehículo.
Retiro de Señalización del área	El jefe y el auxiliar de brigada retiran la señalización realizada previamente (Conos y cinta de Seguridad).

Fuente: Autor del trabajo

Seguido de esta descripción se realizó el diagrama analítico de dicha actividad con el objetivo de identificar la cantidad de operaciones realizadas y los retrasos que se estén presentando

**Tabla 2 Diagrama de Analítico de Revisión de Medida Indirecta**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA				
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL				
ACTIVIDAD	REVISIÓN DE M/I				
DESCRIPCIÓN	Símbolo				
	□	○	⇒	▽	D
TRASLADO HASTA EL CLIENTE			●		●
ESPERA DE AUTORIZACIÓN		●			
DILIGENCIAR PERMISOS SST		●			
SEÑALIZACIÓN DEL ÁREA		●			
TOMA DE CARGAS		●			
POSICIONAMIENTO DE ESCALERAS	●				
INSPECCIÓN FÍSICA DE LA MEDIDA		●			
REGISTROS FOTOGRÁFICOS		●			
RETIRAR SELLOS DE SEGURIDAD	●				
REVISIÓN AL MEDIDOR		●			
INSPECCIÓN DE DATOS	●				
PRUEBAS A LOS TCS		●			
INSPECCIÓN DE DATOS	●				
PRUEBAS A LOS TTS		●			
INSPECCIÓN DE DATOS		●			
REGISTROS FOTOGRÁFICOS		●			
INSTALACIÓN DE SELLOS DE SEGURIDAD	●				
DILIGENCIAMIENTO DEL ACTA			●		
INSPECCIÓN DE DATOS				●	
ENTREGA DEL ACTA AL CLIENTE					●
RETIRO Y ALMACENAMIENTO DE ESCALERAS					●
RETIRO DE SEÑALIZACIÓN DEL ÁREA Y ALMACENAMIENTO					●
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Fuente: Autor del trabajo

### Gráfica 11 Estudio del método de Instalación Medida Semidirecta

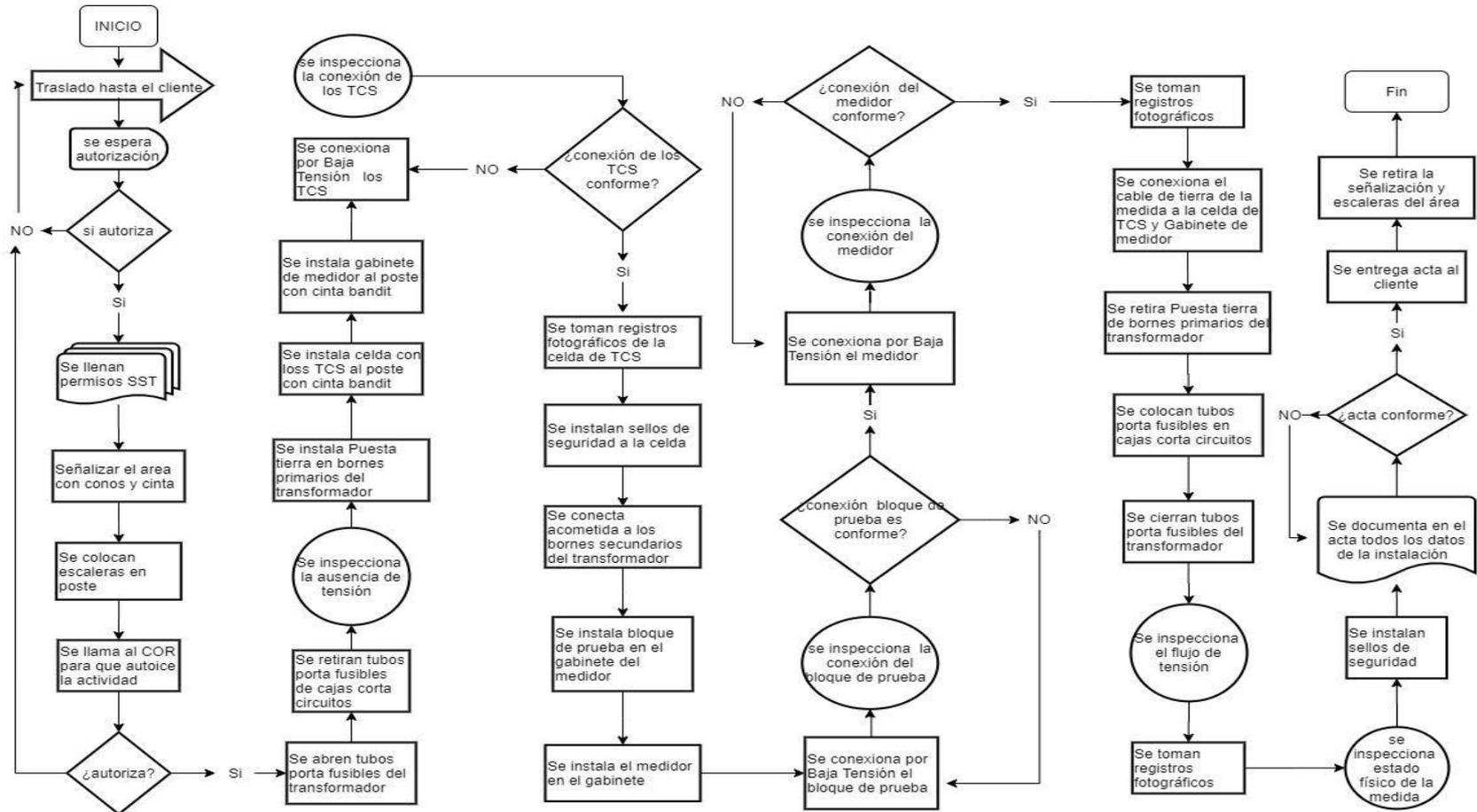


Fuente: Autor del trabajo

En tercer lugar, continuamos con la Instalación Medida Semidirecta, a continuación, se describen los datos obtenidos en el estudio de Métodos. A continuación, en la ilustración se presenta el diagrama de flujo de dicha actividad:

### 7.4.3 Instalación Medida Semidirecta

Gráfica 12 Diagrama de flujo de Instalación Medida Semidirecta



Fuente: Autor del trabajo

Luego de analizar la actividad y de realizar el diagrama de flujo se realizó una descripción detallada de la actividad como se describe a continuación:

**Tabla 19 Descripción de Instalación de Medida Semidirecta**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Traslado hasta el cliente	La brigada se traslada en un vehículo hasta el primer cliente del día.
Espera de autorización	La brigada espera a que el cliente autorice la instalación de la M/S
Diligenciar permisos SST	Luego de que el cliente autorice la revisión de la medida se procede al llenado de los permisos de SST por parte del jefe de brigada y el auxiliar, en los cuales se describen todos los riesgos a los que se exponen al realizar la actividad.
Señalización del área	El jefe y el auxiliar de brigada señalizan el área de trabajo con conos y cinta de seguridad para prevenir que ingresen personas al área de trabajo
Posicionamiento de Escaleras	El jefe y el auxiliar de brigada posicionan las escaleras al poste con el coordinador de seguridad de manera que queden aseguradas.
Llamada al COR	El jefe de brigada llama al COR que es el centro de control para que autorice la actividad.
Apertura de Tubos Portafusibles	El jefe de brigada realiza la apertura de los tubos portafusibles utilizando todos los elementos de protección y el auxiliar de brigada toma los registros fotográficos de la maniobra.
Bloqueo de Tubos Portafusibles	El jefe de brigada realiza el retiro de los tubos portafusibles utilizando todos los elementos de protección y el auxiliar de brigada toma los registros fotográficos de la maniobra.
Verificación de Ausencia de Tensión	El jefe de brigada realiza la verificación de ausencia de tensión con el detector de ausencia de tensión y el auxiliar de brigada toma los registros fotográficos de la maniobra.
Instalación de Sistema Puesta a Tierra Temporal	El jefe de brigada realiza la instalación del sistema puesta a tierra temporal y el auxiliar de brigada toma los registros fotográficos de la maniobra.
Instalación de Celda de TCs	El jefe de brigada realiza la instalación de la celda de TCs al poste con dos hebillas, cinta bandit y la sunchadora.
Instalación de Gabinete de Medidor	El auxiliar de brigada realiza la instalación del gabinete del medidor al poste con dos hebillas, cinta bandit y la sunchadora.
Conexión de TCs	El jefe de brigada realiza la conexión de los TCs por baja tensión con el cable de señales de corriente 6 x 12 y el cable de señales de tensión 4 x 12.
Inspección de Conexión de TCs	El jefe de brigada realiza una inspección a la conexión de los TCs para garantizar que se encuentren conectadas correctamente.
Registros Fotográficos	El jefe de brigada toma los registros fotográficos de las conexiones en la celda de TCs.
Instalación de Sellos de Seguridad	El jefe de brigada instala los sellos de seguridad a la celda de TCs.
Conexión de Acometida	El jefe de brigada realiza la instalación de la acometida del cliente a los bornes secundarios del transformador de potencia.
Instalación del Bloque de Prueba en el Gabinete	El auxiliar de brigada realiza la instalación del bloque de prueba en el gabinete de medidor fijando este con tornillos a la base.
Instalación de Medidor en el Gabinete	El auxiliar de brigada realiza la instalación del medidor en el gabinete fijando este con tornillos a la base.

Conexión del Bloque de Prueba	El auxiliar de brigada realiza la conexión del bloque de prueba con el cable de señales de corriente 6 x 12 y el cable de señales de tensión 4 x 12.
Conexión de Medidor	El auxiliar de brigada realiza la conexión del bloque de prueba con el cable de señales de corriente 6 x 12 y el cable de señales de tensión 4 x 12.
Registros Fotográficos	El auxiliar de brigada toma los registros fotográficos de las conexiones del bloque de prueba y del medidor.
Conexión de Tierra Celda de TCs	El jefe de brigada realiza la conexión de la celda de TCs a la tierra con un conductor 12 AWG de color verde y un conector de cuña tipo A.
Conexión de Tierra de Gabinete de Medidor	El auxiliar de brigada realiza el cierre del sistema de tierra, conectando el conductor 12 AWG de color verde al gabinete del medidor con un terminal Ponchable No 12.
Retiro del Sistema Puesta a Tierra Temporal	El jefe de brigada retira el sistema puesta a tierra temporal.
Posicionamiento de Tubos Portafusibles	El jefe de brigada posiciona los tubos portafusibles en las cajas cortacircuitos.
Cierre de Tubos Portafusibles	El jefe de brigada realiza el cierre de los tubos portafusibles utilizando todos los elementos de protección.
Inspección del Flujo de Tensión	El auxiliar de brigada verifica el flujo de tensión en el medidor.
Registros Fotográficos	El jefe de brigada toma los registros fotográficos del medidor (Lecturas, Tensiones y Corrientes)
Inspección a la Medida	El jefe de brigada realiza una inspección general a la medida, verificando que se encuentre instalada correctamente.
Instalación de Sellos de Seguridad	El jefe de brigada instala los sellos de seguridad al medidor, bloque de prueba y gabinete.
Diligenciamiento del Acta	El auxiliar de brigada documenta en el acta detalladamente todo el procedimiento de la instalación del equipo de medida MS.
Entrega del Acta al Cliente	Luego de socializar al cliente el procedimiento realizado en la instalación del equipo de medida MS, este debe firmar el acta y se le entrega una copia de esta.
Retiro de Escaleras	El jefe y el auxiliar de brigada retiran las escaleras de la estructura y son fijadas en la porta-escalera del vehículo.
Retiro de Señalización del área	El jefe y el auxiliar de brigada retiran la señalización realizada previamente (Conos y cinta de Seguridad).

**Fuente: Autor del trabajo**

Seguido de esta descripción se realizó el diagrama analítico de dicha actividad con el objetivo de identificar la cantidad de operaciones realizadas y los retrasos que se estén presentando

**Tabla 20 Diagrama de Analítico de Instalación de Medida Semidirecta**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA				
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL				
ACTIVIDAD	INSTALACIÓN DE M/S				
DESCRIPCIÓN	Símbolo				
	□	○	→	▽	D
ESPERA DE AUTORIZACIÓN					
DILIGENCIAR PERMISOS SST					
SEÑALIZACIÓN DEL ÁREA					
POSICIONAMIENTO DE ESCALERA					
LLAMADA AL COR					
APERTURA DE TUBOS PORTAFUSIBLES					
BLOQUEO DE TUBOS PORTAFUSIBLES					
VERIFICACIÓN DE AUSENCIA DE TENSIÓN					
INSTALACIÓN DE SISTEMA PUESTA A TIERRA TEMPORAL					
INSTALACIÓN DE CELDA DE TCS					
INSTALACIÓN DE GABINETE DE MEDIDOR					
CONEXIÓN DE TCS					
INSPECCIÓN DE CONEXIÓN DE TCS					
REGISTROS FOTOGRÁFICOS					
INSTALACIÓN DE SELLOS DE SEGURIDAD					
CONEXIÓN DE ACOMETIDA					
INSTALACIÓN DEL BLOQUE DE PRUEBA EN EL GABINETE					
INSTALACIÓN DE MEDIDOR EN EL GABINETE					
CONEXIÓN DEL BLOQUE DE PRUEBA					
INSPECCIÓN DE CONEXIÓN DEL BLOQUE DE PRUEBA					
CONEXIÓN DE MEDIDOR					
INSPECCIÓN DE CONEXIÓN DE MEDIDOR					
REGISTROS FOTOGRÁFICOS					
CONEXIÓN DE TIERRA CELDA DE TCS					
CONEXIÓN DE TIERRA DE GABINETE DE MEDIDOR					
RETIRO DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA TEMPORAL					
POSICIONAMIENTO DE TUBOS PORTAFUSIBLES					
CIERRE DE TUBOS PORTAFUSIBLES					
INSPECCIÓN DEL FLUJO DE TENSIÓN					
REGISTROS FOTOGRÁFICOS					
INSPECCIÓN A LA MEDIDA					
INSTALACIÓN DE SELLOS DE SEGURIDAD					
DILIGENCIAMIENTO DEL ACTA					
INSPECCIÓN DEL ACTA					
ENTREGA DEL ACTA AL CLIENTE					
RETIRO Y ALMACENAMIENTO DE ESCALERAS					
RETIRO DE SEÑALIZACIÓN DEL ÁREA Y ALMACENAMIENTO					
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>25</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Fuente: Autor del trabajo

### Gráfica 13 Estudio del método de Instalación Medida Semidirecta



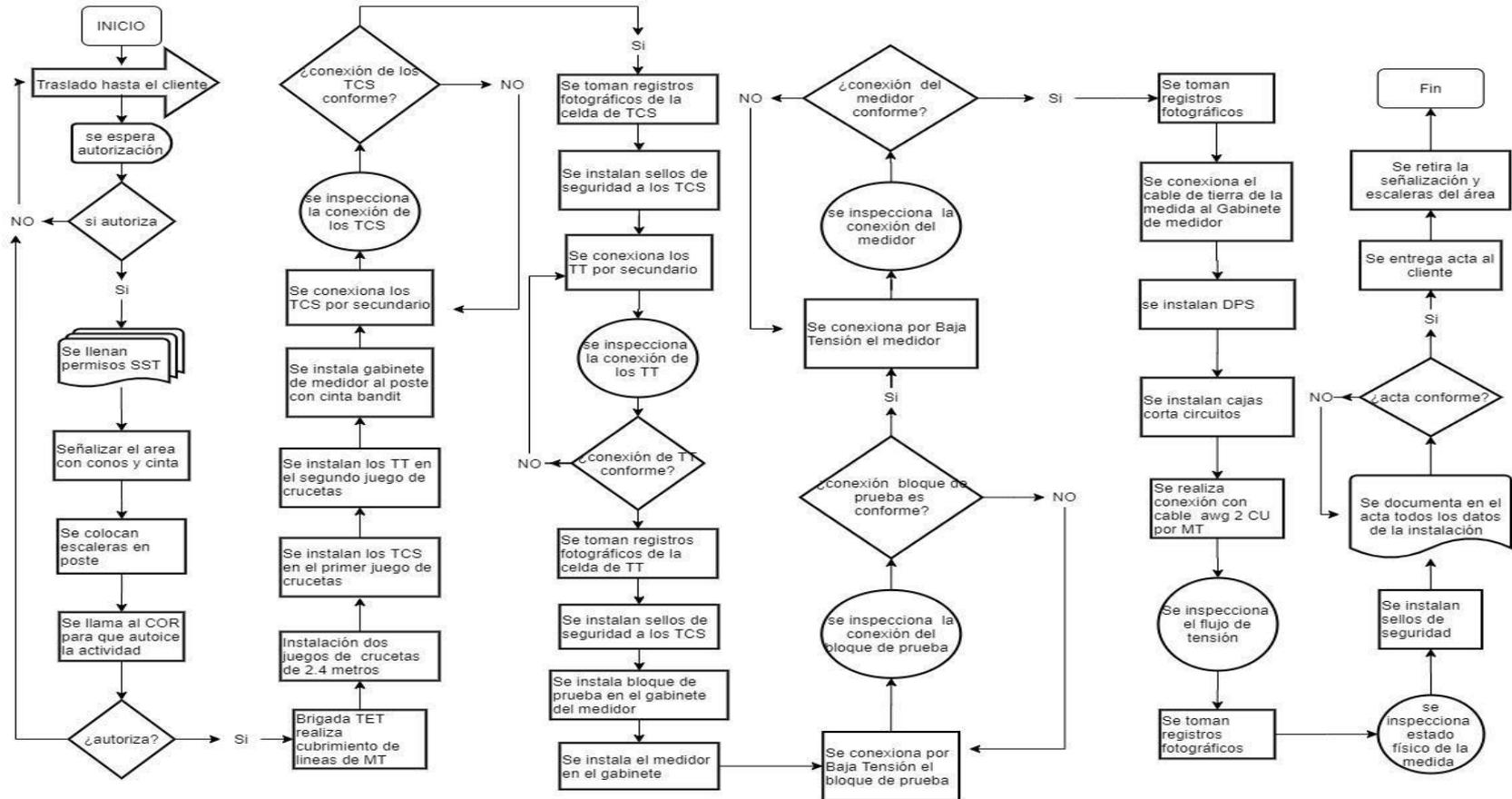
Fuente: Autor del trabajo

Por último, se describen los datos obtenidos en el estudio de Métodos de la Instalación de Medida Indirecta.

A continuación, en la ilustración se presenta el diagrama de flujo de dicha actividad:

## 7.4.4 Instalación Medida Indirecta

Gráfica 14 Diagrama de flujo de Instalación de Medida Indirecta



Fuente: Autor del trabajo

Luego de analizar la actividad y de realizar el diagrama de flujo, se realizó una descripción detallada de la actividad como se describe a continuación:

**Tabla 21 Descripción de Instalación de M/I**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Traslado hasta el cliente	La brigada se traslada en un vehículo hasta el primer cliente del día.
Espera de autorización	La brigada espera a que el cliente autorice la instalación de la M/I
Diligenciar permisos SST	Luego de que el cliente autorice la revisión de la medida se procede al llenado de los permisos de SST por parte del jefe de brigada y el auxiliar, en los cuales se describen todos los riesgos a los que se exponen al realizar la actividad.
Señalización del área	El jefe y el auxiliar de brigada señalizan el área de trabajo con conos y cinta de seguridad para prevenir que ingresen personas al área de trabajo
Posicionamiento de Escaleras	El jefe y el auxiliar de brigada posicionan la escalera al poste con el coordinador de seguridad de manera que quede asegurada.
Llamada al COR	El jefe de brigada llama al COR que es el centro de control para que autorice la actividad.
Cubrimiento de líneas	La brigada TET utilizando los elementos de protección personal (Guates y mangas) realiza el cubrimiento de las líneas de MT con las mantas y cubridores de líneas.
Instalación de Crucetas	La brigada TET utilizando los elementos de protección personal, instala en el poste dos juegos de cruceta de 2.4 mts.
Instalación de TCs	La brigada TET utilizando los elementos de protección personal, instala los juegos de TCs (2 o 3) con los accesorios en el primer juego de crucetas.
Instalación de TTs	La brigada TET utilizando los elementos de protección personal, instala los juegos de TTs (2 o 3) con los accesorios en el segundo juego de crucetas.
Instalación de Gabinete	El jefe y el auxiliar de brigada instalan el gabinete al poste con cinta bandit y hebillas.
Conexión de TCs	La brigada TET utilizando los elementos de protección personal, realizan la conexión de los TCs por secundario (Corrientes, retornos y tierra) empleando coraza de 1", cable 6 x 12 y demás accesorios.
Inspección de Conexión de TCs	El jefe de brigada realiza una inspección a la conexión de los TCs para garantizar que se encuentren conectados correctamente.
Registros Fotográficos	La brigada TET toma los registros fotográficos de las conexiones de los TCs.
Instalación de Sellos de Seguridad	La brigada TET instala los sellos de seguridad a cada TCs.
Conexión de TTs	La brigada TET utilizando los elementos de protección personal, realizan la conexión de los TTs por secundario (Tensiones, neutro y tierra) empleando coraza de 1", cable 4 x 12 y demás accesorios.
Inspección de Conexión de TTs	El jefe de brigada realiza una inspección a la conexión de los TTs para garantizar que se encuentren conectados correctamente.
Registros Fotográficos	La brigada TET toma los registros fotográficos de las conexiones de los TTs.
Instalación de Sellos de Seguridad	La brigada TET instala los sellos de seguridad a cada TTs.

Instalación del Bloque de Prueba en el Gabinete	El jefe de brigada realiza la instalación del bloque de prueba en el gabinete de medidor fijando este con tornillos a la base.
Instalación de Medidor en el Gabinete	El jefe de brigada realiza la instalación del medidor en el gabinete fijando este con tornillos a la base.
Conexión del Bloque de Prueba	El jefe de brigada realiza la conexión del bloque de prueba con el cable de señales de corriente 6 x 12 y el cable de señales de tensión 4 x 12.
Conexión de Medidor	El jefe de brigada realiza la conexión del bloque de prueba con el cable de señales de corriente 6 x 12 y el cable de señales de tensión 4 x 12.
Registros Fotográficos	El jefe de brigada de toma los registros fotográficos de las conexiones del bloque de prueba y del medidor.
Conexión de Tierra de Gabinete de Medidor	El jefe de brigada realiza el cierre del sistema de tierra, conectando el conductor 12 AWG de color verde al gabinete del medidor con un terminal Ponchable No 12.
Instalación de DPS	La brigada TET utilizando los elementos de protección personal, instala los DPS (2 o 3) en el primer juego de crucetas.
Instalación de Cajas Corta Circuitos	La brigada TET utilizando los elementos de protección personal, instala las cajas corta circuitos (2 o 3) en el segundo juego de crucetas.
Conexión de Medida por MT	La brigada TET utilizando los elementos de protección personal, realiza la conexión de los equipos por MT con cable AWG 2 CU.
Posicionamiento de Tubos Portafusibles	El jefe de brigada posiciona los tubos portafusibles en las cajas cortacircuitos.
Cierre de Tubos Portafusibles	El jefe de brigada realiza el cierre de los tubos portafusibles utilizando todos los elementos de protección.
Inspección del Flujo de Tensión	El auxiliar de brigada verifica el flujo de tensión en el medidor.
Registros Fotográficos	El jefe de brigada toma los registros fotográficos del medidor (Lecturas, Tensiones y Corrientes)
Inspección a la Medida	El jefe de brigada realiza una inspección general a la medida, verificando que se encuentre instalada correctamente.
Instalación de Sellos de Seguridad	El jefe de brigada instala los sellos de seguridad al medidor, bloque de prueba y gabinete.
Diligenciamiento del Acta	El auxiliar de brigada documenta en el acta detalladamente todo el procedimiento de la instalación del equipo de medida MI.
Entrega del Acta al Cliente	Luego de socializar al cliente el procedimiento realizado en la instalación del equipo de medida MI, este debe firmar el acta y se le entrega una copia de esta.
Retiro de Escaleras	El auxiliar de brigada retira la escalera de la estructura y es fijada en el porta-escalera del vehículo.
Retiro de Señalización del área	El jefe y el auxiliar de brigada retiran la señalización realizada previamente (Conos y cinta de Seguridad).

**Fuente: Autor del trabajo**

**Tabla 22 Diagrama de Análítico de Instalación de Medida Indirecta**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA				
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL				
ACTIVIDAD	INSTALACIÓN DEM/I				
DESCRIPCIÓN	Símbolo				
	□	○	→	▽	D
TRASLADO HASTA EL CLIENTE			●		●
ESPERA DE AUTORIZACIÓN		●			
DILIGENCIAR PERMISOS SST		●			
SEÑALIZACIÓN DEL ÁREA		●			●
POSICIONAMIENTO DE ESCALERA					●
LLAMADA AL COR		●			
CUBRIMIENTO DE LÍNEAS		●			
INSTALACIÓN DE CRUCETAS		●			
INSTALACIÓN DE TCS		●			
INSTALACIÓN DE TTS		●			
INSTALACIÓN DE GABINETE		●			
CONEXIÓN DE TCS	●				
INSPECCIÓN DE CONEXIÓN DE TCS		●			
REGISTROS FOTOGRÁFICOS		●			
INSTALACIÓN DE SELLOS DE SEGURIDAD		●			
CONEXIÓN DE TTS	●				
INSPECCIÓN DE CONEXIÓN DE TTS		●			
REGISTROS FOTOGRÁFICOS		●			
INSTALACIÓN DE SELLOS DE SEGURIDAD		●			
INSTALACIÓN DEL BLOQUE DE PRUEBA EN EL GABINETE		●			
INSTALACIÓN DE MEDIDOR EN EL GABINETE		●			
CONEXIÓN DEL BLOQUE DE PRUEBA	●				
INSPECCIÓN DE LA CONEXIÓN BLOQUE DE PRUEBA		●			
CONEXIÓN DEL MEDIDOR	●				
INSPECCIÓN DE LA CONEXIÓN DEL MEDIDOR		●			
REGISTROS FOTOGRÁFICOS		●			
CONEXIÓN DE TIERRA DE GABINETE DE MEDIDOR		●			
INSTALACIÓN DE DPS		●			
INSTALACIÓN DE CAJAS CORTA CIRCUITOS		●			
CONEXIÓN DE MEDIDA POR MT		●			
POSICIONAMIENTO DE TUBOS PORTAFUSIBLES		●			
CIERRE DE TUBOS PORTAFUSIBLES	●				
INSPECCIÓN DEL FLUJO DE TENSIÓN		●			
REGISTROS FOTOGRÁFICOS		●			
INSPECCIÓN A LA MEDIDA		●			
INSTALACIÓN DE SELLOS DE SEGURIDAD		●			
DILIGENCIAMIENTO DEL ACTA	●				
INSPECCIÓN DEL ACTA			●		
ENTREGA DEL ACTA AL CLIENTE				●	
RETIRO Y ALMACENAMIENTO DE ESCALERA				●	
RETIRO DE SEÑALIZACIÓN DEL ÁREA Y ALMACENAMIENTO					●
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>27</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Fuente: Autor del trabajo

### Gráfica 15 Estudio del método de Instalación Medida Indirecta



Fuente: Autor del trabajo

Analizar los métodos y determinar los tiempos estándar del proceso de media especial y proponer acciones para promover la mejora del mismo.

La toma de los tiempos de cada actividad se realizó mediante la observación directa y para el registro de los datos se utilizaron tablas donde se describió cada actividad. Con este procedimiento se puede detectar claramente los inconvenientes que se puedan estar presentado en la realización eficiente de las actividades.

Los registros fueron tomados mediante un cronometro digital y la información fue relacionada en tablas para luego ser consignadas en el programa de Excel.

Para establecer el número de observaciones que se deben realizar se utilizó la siguiente formula estadística para el muestreo de los datos tomada de la tesis realizada por Néstor Raúl Pimiento (Ortiz Pimiento, 1999, págs. 143-160)

$$n = \frac{(S * t_{\infty/2;p})^2}{e^2}$$

Fuente: (Ortiz Pimiento, 1999, págs. 143-160)

Donde:

**S**: Desviación Estándar

$t_{\infty/2; v}$ : Valor de la tabla t-student

$e^2$ : Margen de error deseado multiplicado por la media, elevado al cuadrado.

Según el autor (Ortiz Pimiento, 1999) para aplicar esta fórmula se debe tomar previamente una muestra de los tiempos de las actividades realizadas, las mismas a observar en la muestra y luego de esto se saca la información anteriormente descrita

Las muestras deben ser entre 5 y 10 observaciones y como estas son la base para identificar la muestra, es necesario adicionar a la fórmula estadística un factor de corrección por lo tanto la fórmula para determinar el número de muestra para cada procedimiento será:

#### Cálculo de número de muestra

$$n = \frac{(S * t_{\infty/2; v})^2}{e^2} * \left(1 + \frac{2}{n_1}\right)$$

Fuente: (Ortiz Pimiento, 1999, págs. 143-160)

En esta fórmula  $n_1$  se refiere al número de observaciones realizadas en la muestra.

Ya obtenida el número de muestras necesarias para la realización del estudio se procederá a la toma de tiempos de las actividades mencionadas anteriormente.

Una vez recolectada y registrada la información, se identificó el tiempo estándar de cada actividad y el tiempo estándar total del proceso observado.

Para la determinación de estos tiempos se usaron las siguientes formulas.

**TN**:  $T_o * V$

Donde:

**TN**. Tiempo Normal

**T<sub>o</sub>**: Tiempo Observado

**V**: Valoración dada a cada operario en la realización de la actividad.

Luego de haber calculado el Tiempo Normal es posible realizar el cálculo del Tiempo Promedio Normal, para hallarlo se usará la siguiente fórmula.

$$\text{TPN: } \frac{\sum \text{TN}}{n}$$

Donde:

**n**: Es el número de observaciones realizadas en el estudio

Según (Ortiz Pimiento, 1999) es necesario hallar los suplementos antes de identificar el tiempo estándar, estos suplementos dependen específicamente de lo observado en cada actividad y se calculan de acuerdo a las posiciones adquiridas, ambiente de trabajo y demás factores que puedan influir en la realización de las actividades. Estos suplementos serán tomados de la tabla de Suplementos propuestas por la OTI.

Por último, ya identificado los suplementos para cada actividad determinaron el tiempo estándar para cada actividad y en consecuencia el de procedimiento completo de cada actividad a través de la siguiente fórmula:

$$TE = TPN (1 + \%S)$$

Donde:

**%S**: Porcentaje de suplementos encontrado para la actividad.

Como resultado se presentan los tiempos obtenidos desde la muestra, muestras y tiempos estándar.

Para este estudio de tiempos, el número de observaciones realizadas como pre muestras fueron 10 y los resultados obtenidos se describen a continuación:

**Tabla 23 Registro de Datos de Premuestra de Revisión de Medida Semidirecta**

PROYECTO	TECNOLOGIA DE LA MEDIDA										
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL										
ACTIVIDAD	REVISION DE M/S										
OPERACIÓN	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)										TIEMPO PROMEDIO
	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	To 6	To 7	To 8	To 9	To 10	
Traslado hasta el cliente	12,4	14,5	13,8	14,5	15,5	13,8	13,8	12,4	15,5	14,51	14,07
Espera de autorización	3,82	4,21	5,11	3,98	4,44	4,25	4,16	4,17	4,28	5,01	4,34
Diligenciar permisos sst	5,22	5,95	5,31	5,11	5,19	5,08	4,99	4,9	4,81	4,72	5,13
Señalización del área	3,12	3,22	3,35	3,49	3,95	4,01	4,08	3,39	4,04	4,07	3,67
Toma de cargas	3,25	3,55	3,68	3,44	3,01	3,29	3,15	3,09	3,03	2,97	3,25
Posicionamiento de escaleras	5,12	5,98	5,87	5,08	5,22	5,24	5,17	5,10	5,03	4,96	5,28
Inspección física de la medida	3,16	3,44	3,12	2,99	3,88	3,61	3,71	3,13	3,12	3,11	3,33
Registros fotográficos	2,13	2,11	2,25	2,38	2,44	2,52	2,61	2,70	2,79	2,88	2,48
Retirar sellos de seguridad	1,15	1,33	1,29	1,41	1,13	1,27	1,27	1,28	1,29	1,29	1,27
Revisión al medidor	6,12	6,44	6,11	6,96	6,93	7,10	6,08	6,58	6,79	7,01	6,61
Inspección de datos	3,12	3,03	2,98	3,22	3,09	3,12	3,14	3,15	3,06	3,19	3,11
Pruebas a los tcs	5,22	5,31	5,26	6,02	5,95	6,03	5,42	5,67	5,85	6,07	5,68
Registros fotográficos	2,11	2,31	2,22	2,19	1,99	2,05	2,02	1,98	1,94	1,91	2,07
Instalación de sellos de seguridad	3,45	3,65	3,33	3,67	3,88	3,86	3,94	3,88	3,82	3,65	3,71
Diligenciamiento del acta	12,33	15,22	16,25	14,77	15,12	15,47	15,82	16,17	16,52	16,87	15,45
Entrega del acta al cliente	1,56	2,12	1,96	3,15	5,22	2,12	1,96	1,80	1,64	1,48	2,30
Retiro y almacenamiento de escaleras	4,11	4,98	4,23	4,55	4,78	5,01	3,88	3,61	3,71	4,93	4,38
Retiro y almacenamiento de señalización del área	3,12	3,66	4,12	4,21	4,01	4,00	3,94	3,89	3,83	3,78	3,86
<b>PROMEDIO</b>											89,99

Fuente: Autor

Esta tabla contiene todos los datos obtenidos en la toma de tiempos realizada a la actividad de Revisión de Medida Semidirecta.

**Tabla 24 Valores estadísticos de Revisión de Medida Semidirecta**

S: Desviación Estándar	4,027
$t_{\infty/2}$ : v Valor de la tabla t-student	2,262
e = Margen de error deseado multiplicado por la media	4,50
n1 = número de observaciones realizadas en la premuestra.	10

Fuente: Autor del trabajo

Con estos datos se aplicó la prueba estadística para muestreo de datos descrita anteriormente y se pudo determinar que la muestra necesaria para esta actividad es de 5 observaciones, como es menor a la tomada inicialmente se utilizaron estos datos para muestra.

Para continuar con el cálculo del TE, se requiere realizar el cálculo de los suplementos según la tabla de la OIT

**Tabla 25 Suplementos Revisión de Medida Semi Directa**

<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplementos por Necesidades Personales	5%	Los operarios que realizan esta actividad son hombres
Suplementos por Fatiga	4%	
<b>Suplementos Variables</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplemento por trabajar de pie	2%	Toda la actividad se desarrolla de pie
Suplemento por postura anormal	2%	Postura inclinada en la escalera.
Uso de fuerza/energía muscular	3%	Posicionamiento de la escalera y Pruebas a TCs
Concentración intensa	2%	Pruebas a equipos eléctricos
Monotonía	1%	Actividad rutinaria

**Fuente:** Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

El resultado de los suplementos para esta actividad fue del 19%, ya con esta información podemos realizar el cálculo del TE.

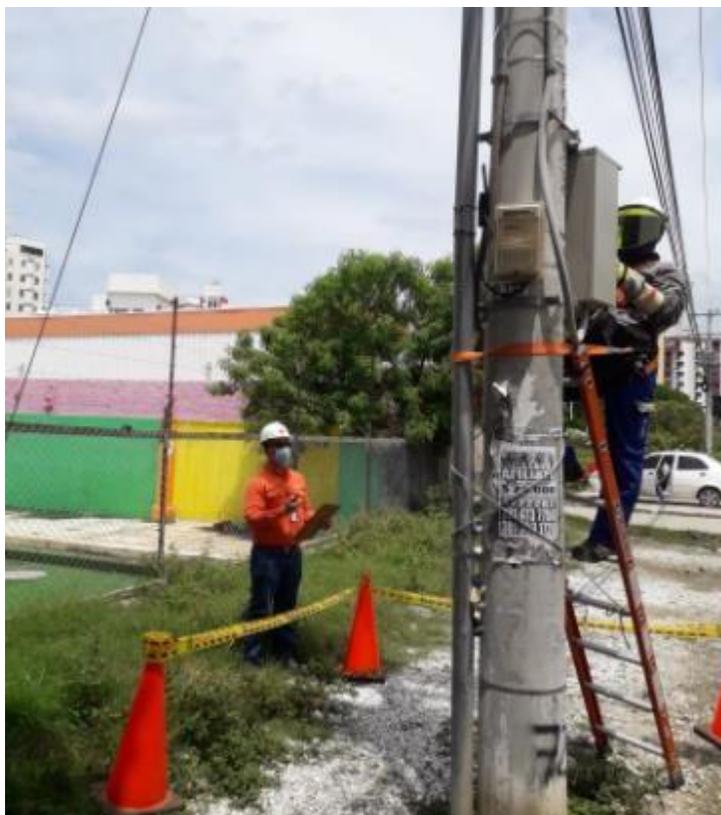
A continuación, se describe en la tabla los datos obtenidos:

**Tabla 26 Muestra de Revisión de Medida Semi Directa**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA													
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL													
ACTIVIDAD	REVISIÓN DE M/S													
OPERACIÓN	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)										V.	TPN (Min)	% SUPL.	TE (Min)
	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	To 6	To 7	To 8	To 9	To 10				
Traslado hasta el cliente	12,41	14,53	13,76	14,51	15,52	13,76	13,76	12,41	15,52	14,51	1,00	14,07	19%	16,74
Espera de autorización	3,82	4,21	5,11	3,98	4,44	4,25	4,16	4,17	4,28	5,01	1,00	4,34	19%	5,17
Diligenciar permisos sst	5,22	5,95	5,31	5,11	5,19	5,08	4,99	4,9	4,81	4,72	1,00	5,13	19%	6,10
Señalización del área	3,12	3,22	3,35	3,49	3,95	4,01	4,08	3,39	4,04	4,07	1,00	3,67	19%	4,37
Toma de cargas	3,25	3,55	3,68	3,44	3,01	3,29	3,15	3,09	3,03	2,97	1,00	3,25	19%	3,86
Posicionamiento de escaleras	5,12	5,98	5,87	5,08	5,22	5,24	5,17	5,10	5,03	4,96	1,00	5,28	19%	6,28
Inspección física de la medida	3,16	3,44	3,12	2,99	3,88	3,61	3,71	3,13	3,12	3,11	1,00	3,33	19%	3,96
Registros fotográficos	2,13	2,11	2,25	2,38	2,44	2,52	2,61	2,70	2,79	2,88	1,00	2,48	19%	2,95
Retirar sellos de seguridad	1,15	1,33	1,29	1,41	1,13	1,27	1,27	1,28	1,29	1,29	1,00	1,27	19%	1,51
Revisión al medidor	6,12	6,44	6,11	6,96	6,93	7,10	6,08	6,58	6,79	7,01	1,00	6,61	19%	7,87
Inspección de datos	3,12	3,03	2,98	3,22	3,09	3,12	3,14	3,15	3,06	3,19	1,00	3,11	19%	3,70
Pruebas a los tcs	5,22	5,31	5,26	6,02	5,95	6,03	5,42	5,67	5,85	6,07	1,00	5,68	19%	6,76
Registros fotográficos	2,11	2,31	2,22	2,19	1,99	2,05	2,02	1,98	1,94	1,91	1,00	2,07	19%	2,47
Instalación de sellos de seguridad	3,45	3,65	3,33	3,67	3,88	3,86	3,94	3,88	3,82	3,65	1,00	3,71	19%	4,42
Diligenciamiento del acta	12,33	15,22	16,25	14,77	15,12	15,47	15,82	16,17	16,52	16,87	1,00	15,45	19%	18,39
Entrega del acta al cliente	1,56	2,12	1,96	3,15	5,22	2,12	1,96	1,80	1,64	1,48	1,00	2,30	19%	2,74
Retiro y almacenamiento de escaleras	4,11	4,98	4,23	4,55	4,78	5,01	3,88	3,61	3,71	4,93	1,00	4,38	19%	5,21
Retiro y almacenamiento de señalización del área	3,12	3,66	4,12	4,21	4,01	4,00	3,94	3,89	3,83	3,78	1,00	3,86	19%	4,59
<b>PROMEDIO</b>												<b>89,99</b>		<b>107,09</b>

Fuente: Autor del trabajo

## Gráfica 16 Toma de tiempos Revisión de Medida Semidirecta



Fuente: Autor del trabajo

En la ilustración se puede observar cómo se realizó la toma de tiempos de esta actividad, como consecuencia del estudio de tiempos realizado, se pudo determinar los siguientes resultados los cuales son descritos en la tabla.

**Tabla 27 Resultados de Estudio de Tiempos de Revisión de Medida Semi Directa**

TIEMPO	MINUTOS
Promedio Normal	89,99
Estándar	107,09

Fuente: Autor del trabajo

Donde:

**V:** Valoración del Operario

**To:** Tiempo observado en cada actividad

**TPN:** Tiempo Promedio Normal

**TE:** Tiempo Estándar

A continuación, se presenta cuáles son los cuellos de botellas que se presentan en el desarrollo de Revisión de Medida Semidirecta, los cuales son los que más generan la mayor cantidad de No Conformidades internas y externas.

**Tabla 28 Cuellos de botellas Revisión de Medida Semidirecta**

<b>Revisión de Medida Semidirecta</b>
1. Errores en el diligenciamiento en los permisos SST
2. Omiten soportes fotográficos
3. Demoras y errores en el diligenciamiento de las Actas

**Fuente:** Autor del trabajo

En segundo lugar, se continúa con Revisión de Medida Indirecta, a continuación, se describen los datos obtenidos en el estudio de Tiempos, para este estudio de tiempos, el número de observaciones realizadas como pre muestras fueron 5 y los resultados obtenidos se describen a continuación.

**Tabla 29 Registro de Datos de Premuestra de Revisión de Medida Indirecta.**

<b>PROYECTO</b>	<b>TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA</b>					
<b>PROCESO</b>	<b>MEDIDA ESPECIAL</b>					
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>REVISIÓN DE M/I</b>					
<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)</b>					<b>TIEMPO PROMEDIO</b>
	<b>To 1</b>	<b>To 2</b>	<b>To 3</b>	<b>To 4</b>	<b>To 5</b>	
Traslado hasta el cliente	13,91	16,63	19,76	17,78	16,52	16,92
Espera de autorización	3,51	4,11	4,71	3,78	4,14	4,05
Diligenciar permisos sst	5,42	5,25	5,21	5,16	5,14	5,24
Señalización del área	3,22	3,26	3,25	3,19	3,15	3,21
Toma de cargas	3,45	3,57	3,78	3,24	3,11	3,43
Posicionamiento de escaleras	2,12	2,88	2,97	3,01	2,12	2,62
Inspección física de la medida	3,26	3,14	3,22	2,89	3,18	3,14
Registros fotográficos	2,43	2,31	2,45	2,58	2,22	2,40
Retirar sellos de seguridad	1,35	1,43	1,39	1,43	1,23	1,37
Revisión al medidor	6,32	6,41	6,19	6,16	6,03	6,22
Inspección de datos	2,82	2,97	2,98	3,25	2,88	2,98
Pruebas a los tcs	8,19	8,43	7,91	7,86	7,96	8,07

Pruebas a los TTs	9,22	8,92	9,31	9,16	9,81	9,28
Registros fotográficos	2,33	2,39	2,43	2,55	2,42	2,42
Instalación de sellos de seguridad	3,32	3,42	3,29	3,23	3,25	3,30
Diligenciamiento del acta	18,56	20,05	19,66	17,31	18,44	18,80
Entrega del acta al cliente	2,75	2,93	2,39	2,73	3,23	2,81
Retiro y almacenamiento de escaleras	1,85	1,73	1,99	1,83	1,93	1,87
Retiro y almacenamiento de señalización del área	2,12	2,88	2,58	2,39	2,88	2,57
<b>PROMEDIO</b>						<b>100,70</b>

Fuente: Autor del trabajo

**Gráfica 17 Toma de tiempos Revisión de Medida Indirecta**



Fuente: Autor del trabajo

Esta tabla contiene todos los datos obtenidos en la toma de tiempos realizada a la actividad de Revisión de Medida Indirecta.

**Tabla 30 Valores estadísticos de Revisión de Medida Indirecta.**

S: Desviación Estándar	3,535
$t_{\infty/2}$ : v Valor de la tabla t-student	2,7765
e = Margen de error deseado multiplicado por la media	5,035
n1 = número de observaciones realizadas en la muestra.	5

**Fuente:** Autor del trabajo

Con estos datos, se aplicó la prueba estadística para muestreo de datos descrita anteriormente y se pudo determinar que la muestra necesaria para esta actividad es de 5 observaciones, como es la misma cantidad a la tomada inicialmente se utilizaron estos datos para muestra.

Para continuar con el cálculo del TE, se requiere realizar el cálculo de los suplementos según la tabla de la OIT.

**Tabla 31 Suplementos Revisión de Medida Indirecta.**

<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplementos por Necesidades Personales	5%	Los operarios que realizan esta actividad son hombres
Suplementos por Fatiga	4%	
<b>Suplementos Variables</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplemento por trabajar de pie	2%	Toda la actividad se desarrolla de pie
Suplemento por postura anormal	2%	Postura inclinada en la escalera.
Uso de fuerza/energía muscular	3%	Pruebas a TCs y TTs
Concentración intensa	2%	Pruebas a equipos eléctricos
Monotonía	1%	Actividad rutinaria

**Fuente:** Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

El resultado de los suplementos para esta actividad fue del 19%, ya con esta información podemos realizar el cálculo del TE.

**Tabla 32 Muestra de Revisión de Medida Indirecta.**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA								
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL								
ACTIVIDAD	REVISIÓN DE M/I								
OPERACIÓN	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)								
	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	V.	TPN (Min)	% SUPL.	TE (Min)
Traslado hasta el cliente	13,91	16,63	19,76	17,78	16,52	1	16,92	19%	20,13
Espera de autorización	3,51	4,11	4,71	3,78	4,14	1	4,05	19%	4,82
Diligenciar permisos sst	5,42	5,25	5,21	5,16	5,14	1	5,24	19%	6,23
Señalización del área	3,22	3,26	3,25	3,19	3,15	1	3,21	19%	3,82
Toma de cargas	3,45	3,57	3,78	3,24	3,11	1	3,43	19%	4,08
Posicionamiento de escaleras	2,12	2,88	2,97	3,01	2,12	1	2,62	19%	3,12
Inspección física de la medida	3,26	3,14	3,22	2,89	3,18	1	3,14	19%	3,73
Registros fotográficos	2,43	2,31	2,45	2,58	2,22	1	2,40	19%	2,85
Retirar sellos de seguridad	1,35	1,43	1,39	1,43	1,23	1	1,37	19%	1,63
Revisión al medidor	6,32	6,41	6,19	6,16	6,03	1	6,22	19%	7,40
Inspección de datos	2,82	2,97	2,98	3,25	2,88	1	2,98	19%	3,55
Pruebas a los tcs	8,19	8,43	7,91	7,86	7,96	1	8,07	19%	9,60
Pruebas a los TTs	9,22	8,92	9,31	9,16	9,81	1	9,28	19%	11,05
Registros fotográficos	2,33	2,39	2,43	2,55	2,42	1	2,42	19%	2,88
Instalación de sellos de seguridad	3,32	3,42	3,29	3,23	3,25	1	3,30	19%	3,93
Diligenciamiento del acta	18,56	20,05	19,66	17,31	18,44	1	18,80	19%	22,38
Entrega del acta al cliente	2,75	2,93	2,39	2,73	3,23	1	2,81	19%	3,34
Retiro y almacenamiento de escaleras	1,85	1,73	1,99	1,83	1,93	1	1,87	19%	2,22
Retiro y almacenamiento de señalización del área	2,12	2,88	2,58	2,39	2,88	1	2,57	19%	3,06
<b>PROMEDIO</b>							<b>104,31</b>		<b>119,83</b>

**Fuente:** Autor del trabajo

En la ilustración se puede observar cómo se realizó la toma de tiempos de esta actividad, como consecuencia del estudio de tiempos realizado, se pudo determinar los siguientes resultados los cuales son descritos en la tabla.

**Tabla 33 Resultados de Estudio de Tiempos de Revisión de Medida Indirecta**

TIEMPOS	MINUTOS
Promedio Normal	104,31
Estándar	119,83

**Fuente:** Autor del trabajo

Donde:

**V:** Valoración del Operario

**To:** Tiempo observado en cada actividad

**TPN:** Tiempo Promedio Normal

**TE:** Tiempo Estándar

A continuación, se presenta cuáles son los cuellos de botellas que se presentan en el desarrollo de Revisión de Medida Indirecta, los cuales son los que más generan la mayor cantidad de No Conformidades internas y externas.

**Tabla 34 Cuellos de botellas Revisión de Medida Indirecta**

<b>Revisión de Medida Indirecta</b>
1. Errores en el diligenciamiento en los permisos SST.
2. Omiten soportes fotográficos
3. Demoras y errores en el diligenciamiento de las actas

**Fuente:** Autor del trabajo

En tercer lugar, continuamos con la Instalación Medida Semidirecta, a continuación, se describen los datos obtenidos en el estudio de Tiempos.

La actividad que se trató a continuación fue la instalación de medida semidirecta, para este estudio de tiempos, el número de observaciones realizadas como pre muestras fueron 5 y los resultados obtenidos se describen a continuación:

|

**Tabla 35 Registro de Datos de Premuestra de Instalación de Medida Semidirecta**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA					
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL					
ACTIVIDAD	INSTALACIÓN DE M/S					
	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)					TIEMPO PROMEDIO
OPERACIÓN	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	
Traslado hasta el cliente	14,51	15,52	19,77	16,63	16,08	16,50
Espera de autorización	15,33	15,15	15,66	19,89	14,92	16,19
Diligenciar permisos sst	8,12	9,02	8,89	8,56	9,13	8,74
Señalización del área	4,17	5,02	4,77	4,55	5,08	4,72
Posicionamiento de escalera	8,79	8,66	8,53	8,45	8,27	8,54
Llamada al cor	13,66	12,45	15,22	16,75	15,45	14,71
Apertura de tubos portafusibles	2,12	2,55	2,12	2,33	2,43	2,31
Bloqueo de tubos portafusibles	2,89	2,75	2,66	2,77	2,95	2,80
Verificación de ausencia de tensión	1,89	2,01	1,75	2,15	2,11	1,98
Instalación de sistema puesta a tierra temporal	15,52	14,77	16,52	14,78	17,52	15,82
Instalación de celda de tcs	15,62	14,87	16,62	14,88	17,62	15,92
Instalación de gabinete de medidor	8,51	9,03	9,15	9,07	8,59	8,87
Conexión de tcs	15,66	14,89	14,12	13,35	15,58	14,72
Inspección de conexión de tcs	2,15	2,03	2,11	1,89	1,67	1,97
Registros fotográficos	1,02	0,89	0,93	0,97	1,01	0,96
Instalación de sellos de seguridad	1,09	1,03	1,16	1,22	1,28	1,16
Conexión de acometida	15,86	16,15	15,44	14,43	15,02	15,38
Instalación del bloque de prueba en el gabinete	4,56	4,78	5,12	5,46	5,58	5,10
Instalación de medidor en el gabinete	4,02	4,07	4,02	4,17	4,12	4,08
Conexión del bloque de prueba	9,25	9,37	9,49	9,61	9,73	9,49
Conexión de medidor	9,42	8,97	8,52	9,07	8,62	8,92
Registros fotográficos	0,99	0,95	0,91	0,87	0,83	0,91
Conexión de tierra celda de tcs	2,87	2,95	3,03	2,98	2,89	2,94
Conexión de tierra de gabinete de medidor	2,13	2,16	2,19	2,22	2,25	2,19
Retiro del sistema puesta a tierra temporal	9,13	9,15	9,17	9,19	9,11	9,15
Posicionamiento de tubos portafusibles	5,52	5,77	5,02	5,27	6,52	5,62
Cierre de tubos portafusibles	2,13	2,21	2,29	2,37	2,35	2,27
Inspección del flujo de tensión	2,41	2,11	2,19	2,27	2,15	2,23
Registros fotográficos	3,21	3,29	3,37	3,45	3,53	3,37
Inspección a la medida	4,88	5,12	5,36	5,26	5,34	5,19
Instalación de sellos de seguridad	4,17	4,55	4,93	5,31	4,69	4,73
Diligenciamiento del acta	48,12	50,15	53,22	45,88	51,19	49,71
Entrega del acta al cliente	9,13	9,25	9,37	9,49	9,31	9,31
Retiro y almacenamiento de escaleras	8,41	8,49	8,57	8,65	8,73	8,57
Retiro de señalización del área	4,16	4,44	4,72	5,07	5,18	4,71
<b>PROMEDIO</b>						<b>289,80</b>

Fuente: Autor del trabajo

Esta tabla contiene todos los datos obtenidos en la toma de tiempos realizada a la actividad de instalación de Medida Semidirecta.

**Tabla 36 Valores estadísticos Medida Semidirecta.**

S: Desviación Estándar	7,032
$t_{\infty/2}$ : v Valor de la tabla t-student	2,7765
e = Margen de error deseado multiplicado por la media	14,490
n1 = número de observaciones realizadas en la premuestra.	5

**Fuente:** Autor del trabajo

Con estos datos, se aplicó la prueba estadística para muestreo de datos descrita anteriormente y se pudo determinar que la muestra necesaria para esta actividad es de 4 observaciones, como es menor a la cantidad tomada inicialmente se utilizaron estos datos para muestra.

Para continuar con el cálculo del TE, se requiere realizar el cálculo de los suplementos según la tabla de la OIT

**Tabla 37 Suplementos Instalación de Medida Semidirecta.**

<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplementos por Necesidades Personales	5%	Los operarios que realizan esta actividad son hombres
Suplementos por Fatiga	4%	
<b>Suplementos Variables</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplemento por trabajar de pie	2%	Toda la actividad se desarrolla de pie
Suplemento por postura anormal	7%	Postura estirada en la escalera.
Uso de fuerza/energía muscular	3%	Cargue de celda y gabinete
Concentración intensa	2%	Conexión de equipos eléctricos

**Fuente:** Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

El resultado de los suplementos para esta actividad fue del 23%, ya con esta información podemos realizar el cálculo del TE.

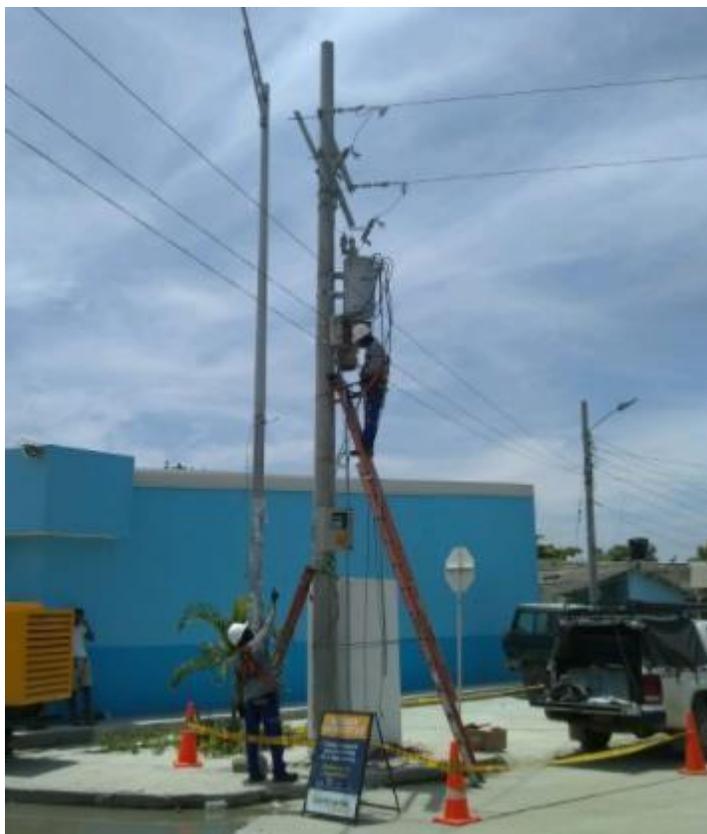
**Tabla 38 Registro de Datos de Muestra de Instalación de Medida Semidirecta**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA								
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL								
ACTIVIDAD	REVISIÓN DE M/S								
	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)								
OPERACIÓN	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	V.	TPN (Min)	% SUPL.	TE (Min)
Traslado hasta el cliente	14,51	15,52	19,77	16,63	16,08	1,00	16,50	23%	20,30
Espera de autorización	15,33	15,15	15,66	19,89	14,92	1,00	16,19	23%	19,91
Diligenciar permisos sst	8,12	9,02	8,89	8,56	9,13	1,00	8,74	23%	10,76
Señalización del área	4,17	5,02	4,77	4,55	5,08	1,00	4,72	23%	5,80
Posicionamiento de escalera	8,79	8,66	8,53	8,45	8,27	1,00	8,54	23%	10,50
Llamada al cor	13,66	12,45	15,22	16,75	15,45	1,00	14,71	23%	18,09
Apertura de tubos portafusibles	2,12	2,55	2,12	2,33	2,43	1,00	2,31	23%	2,84
Bloqueo de tubos portafusibles	2,89	2,75	2,66	2,77	2,95	1,00	2,80	23%	3,45
Verificación de ausencia de tensión	1,89	2,01	1,75	2,15	2,11	1,00	1,98	23%	2,44
Instalación de sistema puesta a tierra temporal	15,52	14,77	16,52	14,78	17,52	1,00	15,82	23%	19,46
Instalación de celda de tcs	15,62	14,87	16,62	14,88	17,62	1,00	15,92	23%	19,58
Instalación de gabinete de medidor	8,51	9,03	9,15	9,07	8,59	1,00	8,87	23%	10,91
Conexión de tcs	15,66	14,89	14,12	13,35	15,58	1,00	14,72	23%	18,11
Inspección de conexión de tcs	2,15	2,03	2,11	1,89	1,67	1,00	1,97	23%	2,42
Registros fotográficos	1,02	0,89	0,93	0,97	1,01	1,00	0,96	23%	1,19
Instalación de sellos de seguridad	1,09	1,03	1,16	1,22	1,28	1,00	1,16	23%	1,42
Conexión de acometida	15,86	16,15	15,44	14,43	15,02	1,00	15,38	23%	18,92
Instalación del bloque de prueba en el gabinete	4,56	4,78	5,12	5,46	5,58	1,00	5,10	23%	6,27
Instalación de medidor en el gabinete	4,02	4,07	4,02	4,17	4,12	1,00	4,08	23%	5,02
Conexión del bloque de prueba	9,25	9,37	9,49	9,61	9,73	1,00	9,49	23%	11,67
Conexión de medidor	9,42	8,97	8,52	9,07	8,62	1,00	8,92	23%	10,97
Registros fotográficos	0,99	0,95	0,91	0,87	0,83	1,00	0,91	23%	1,12
Conexión de tierra celda de tcs	2,87	2,95	3,03	2,98	2,89	1,00	2,94	23%	3,62
Conexión de tierra de gabinete de medidor	2,13	2,16	2,19	2,22	2,25	1,00	2,19	23%	2,69
Retiro del sistema puesta a tierra temporal	9,13	9,15	9,17	9,19	9,11	1,00	9,15	23%	11,25
Posicionamiento de tubos portafusibles	5,52	5,77	5,02	5,27	6,52	1,00	5,62	23%	6,91
Cierre de tubos portafusibles	2,13	2,21	2,29	2,37	2,35	1,00	2,27	23%	2,79
Inspección del flujo de tensión	2,41	2,11	2,19	2,27	2,15	1,00	2,23	23%	2,74
Registros fotográficos	3,21	3,29	3,37	3,45	3,53	1,00	3,37	23%	4,15

Inspección a la medida	4,88	5,12	5,36	5,26	5,34	1,00	5,19	23%	6,39
Instalación de sellos de seguridad	4,17	4,55	4,93	5,31	4,69	1,00	4,73	23%	5,82
Diligenciamiento del acta	48,12	50,15	53,22	45,88	51,19	1,00	49,71	23%	61,15
Entrega del acta al cliente	9,13	9,25	9,37	9,49	9,31	1,00	9,31	23%	11,45
Retiro de escaleras	8,41	8,49	8,57	8,65	8,73	1,00	8,57	23%	10,54
Retiro de señalización del área	4,16	4,44	4,72	5,07	5,18	1,00	4,71	23%	5,80
<b>PROMEDIO</b>							<b>289,80</b>		<b>356,45</b>

**Fuente:** Autor del trabajo

**Gráfica 18 Toma de tiempos Instalación de Medida Semidirecta**



**Fuente:** Autor del trabajo

En la ilustración se puede observar cómo se realizó la toma de tiempos de esta actividad, como producto del estudio de tiempos realizado, se pudo determinar los siguientes resultados los cuales son descritos en la tabla.

**Tabla 39 Resultados de Estudio de Tiempos de Instalación de Medida Semidirecta**

<b>TIEMPOS</b>	<b>MINUTOS</b>
Promedio Normal	289,80
Estándar	356,45

**Fuente:** Autor del trabajo

Donde:

**V:** Valoración del Operario

**To:** Tiempo observado en cada actividad

**TPN:** Tiempo Promedio Normal

**TE:** Tiempo Estándar

A continuación, se presenta cuáles son los cuellos de botellas que se presentan en el desarrollo de Instalación de Medida Semidirecta.

**Tabla 40 Cuellos de botellas Instalación de Medida Semidirecta**

<b>Instalación de Medida Semidirecta</b>
Errores en el diligenciamiento en los permisos SST.
Omiten soportes fotográficos
Demoras y errores en el diligenciamiento de las Actas
Demoras en la conexión de TCs
Demoras en la conexión del Medidor.

**Fuente:** Autor del trabajo

La actividad que se trató a continuación fue la instalación de medida Indirecta, para este estudio de tiempos, el número de observaciones realizadas como pre muestras fueron 5 y los resultados obtenidos se describen a continuación:

**Tabla 41 Registro de Datos de Premuestra de Instalación de Medida Indirecta**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA					
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL					
ACTIVIDAD	INSTALACIÓN DE M/I					
	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)					TIEMPO PROMEDIO
OPERACIÓN	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	
Traslado hasta el cliente	15,31	15,72	19,57	18,13	17,18	17,18
Espera de autorización	13,33	14,25	14,66	17,39	16,92	15,31
Diligenciar permisos sst	9,18	9,42	9,29	9,56	9,53	9,40
Señalización del área	6,17	7,02	6,87	6,75	7,08	6,78
Posicionamiento de escaleras	3,34	4,12	2,98	3,33	3,42	3,44
Llamada al cor	9,43	9,35	9,55	11,39	12,11	10,37
Cubrimiento de líneas	18,23	15,44	21,12	20,33	19,55	18,93
Instalación de crucetas	15,29	14,23	14,43	15,59	16,19	15,15
Instalación de tcs	9,62	9,59	9,56	9,73	9,66	9,63
Instalación de TTs	9,41	9,52	9,51	9,63	9,59	9,53
Instalación de gabinete	7,12	6,98	6,84	6,79	6,86	6,92
Conexión de tcs	29,56	30,12	30,68	30,24	30,82	30,28
Inspección de conexión de tcs	3,12	3,09	2,95	3,02	3,22	3,08
Registros fotográficos	3,19	2,99	3,09	3,19	3,02	3,10
Instalación de sellos de seguridad	5,33	5,65	5,90	5,44	6,10	5,68
Conexión de TTs	23,44	26,12	25,33	24,79	22,86	24,51
Inspección de conexión de TTs	2,78	2,89	2,67	3,12	2,98	2,89
Registros fotográficos	2,33	2,67	2,67	2,89	2,39	2,59
Instalación de sellos de seguridad	5,23	5,62	5,66	5,49	5,11	5,42
Instalación del bloque de prueba en el gabinete	4,66	4,70	5,32	5,16	5,28	5,02
Instalación de medidor en el gabinete	4,32	4,27	4,29	4,31	4,21	4,28
Conexión del bloque de prueba	9,55	9,57	9,43	9,31	9,71	9,51
Conexión de medidor	9,92	9,57	9,52	9,37	9,62	9,60
Registros fotográficos	2,58	2,69	2,63	3,52	2,58	2,80
Conexión de tierra de gabinete de medidor	3,12	3,45	3,33	3,56	3,01	3,29
Instalación de dps	12,33	12,77	13,54	17,22	16,45	14,46
Instalación de cajas corta circuitos	11,19	12,12	10,98	12,45	13,55	12,06
Conexión de medida por mt	18,55	15,33	17,22	18,09	16,35	17,11
Posicionamiento de tubos portafusibles	5,22	5,55	5,12	6,03	5,89	5,56
Cierre de tubos portafusibles	2,23	2,34	2,45	2,12	2,44	2,32
Inspección del flujo de tensión	2,44	2,50	2,31	2,88	2,72	2,57
Registros fotográficos	3,12	3,45	2,98	2,78	2,45	2,96

Inspección a la medida	7,22	7,45	6,98	8,15	6,55	7,27
Instalación de sellos de seguridad	4,56	6,23	5,67	5,78	6,12	5,67
Diligenciamiento del acta	57,12	58,12	49,89	55,22	57,45	55,56
Entrega del acta al cliente	10,23	11,11	10,78	13,22	12,67	11,60
Retiro de escalera	1,67	1,45	1,61	2,01	1,89	1,73
Retiro de señalización del área	6,33	6,29	5,33	5,67	6,10	5,94
<b>PROMEDIO</b>						<b>379,50</b>

**Fuente:** Autor del trabajo

Esta tabla contiene todos los datos obtenidos en la toma de tiempos realizada a la actividad de instalación de Medida Indirecta.

**Tabla 42 Valores estadísticos Medida Indirecta**

S: Desviación Estándar	11,397
$t_{\infty/2}$ : v Valor de la tabla t-student	2,7765
e = Margen de error deseado multiplicado por la media	18,975
n1 = número de observaciones realizadas en la premuestra.	5

**Fuente:** Autor del trabajo

Con estos datos, se aplicó la prueba estadística para muestreo de datos descrita anteriormente y se pudo determinar que la muestra necesaria para esta actividad es de 4 observaciones, como es menor a la cantidad tomada inicialmente se utilizaron estos datos para muestra.

Para continuar con el cálculo del TE, se requiere realizar el cálculo de los suplementos según la tabla de la OIT.

**Tabla 43 Suplementos Instalación de Medida Indirecta**

<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplementos por Necesidades Personales	5%	Los operarios que realizan esta actividad son hombres
Suplementos por Fatiga	4%	
<b>Suplementos Variables</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplemento por trabajar de pie	2%	Toda la actividad se desarrolla de pie
Suplemento por postura anormal	2%	Postura estirada en la escalera.
Uso de fuerza/energía muscular	9%	Cargue de Equipos y gabinete
Concentración intensa	2%	Conexión de equipos eléctricos

**Fuente:** Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

El resultado de los suplementos para esta actividad fue del 24%, ya con esta información podemos realizar el cálculo del TE.

**Tabla 44 Registro de Datos de Muestra de Instalación de Medida Indirecta**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA								
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL								
ACTIVIDAD	INSTALACIÓN DE M/I								
OPERACIÓN	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)								
	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	V.	TPN (min)	% SUPL.	TE (min)
Traslado hasta el cliente	15,31	15,72	19,57	18,13	17,18	1,00	17,18	24%	21,31
Espera de autorización	10,33	10,25	11,66	12,39	12,92	1,00	11,51	24%	14,27
Diligenciar permisos sst	8,18	8,42	8,29	8,56	8,53	1,00	8,40	24%	10,41
Señalización del área	6,17	6,02	5,87	6,75	6,08	1,00	6,18	24%	7,66
Posicionamiento de escaleras	2,34	3,12	2,98	2,33	2,42	1,00	2,64	24%	3,27
Llamada al cor	9,43	9,35	9,55	10,39	10,11	1,00	9,77	24%	12,11
Cubrimiento de líneas	14,23	13,44	14,12	12,33	15,55	1,00	13,93	24%	17,28
Instalación de crucetas	13,29	14,23	14,43	13,59	14,19	1,00	13,95	24%	17,29
Instalación de tcs	8,62	8,59	8,56	8,73	8,66	1,00	8,63	24%	10,70
Instalación de TTs	8,41	8,52	8,51	8,63	8,59	1,00	8,53	24%	10,58
Instalación de gabinete	5,12	4,98	5,84	4,79	4,86	1,00	5,12	24%	6,35
Conexión de tcs	25,56	24,12	26,68	25,24	24,82	1,00	25,28	24%	31,35
Inspección de conexión de tcs	2,12	2,09	2,95	2,52	3,02	1,00	2,54	24%	3,15
Registros fotográficos	3,19	2,99	3,09	3,19	3,02	1,00	3,10	24%	3,84
Instalación de sellos de seguridad	5,33	5,65	5,90	5,44	6,10	1,00	5,68	24%	7,05
Conexión de TTs	19,44	20,12	20,33	19,79	20,86	1,00	20,11	24%	24,93
Inspección de conexión de TTs	2,78	2,89	2,67	3,12	2,98	1,00	2,89	24%	3,58
Registros fotográficos	2,33	2,67	2,67	2,89	2,39	1,00	2,59	24%	3,21
Instalación de sellos de seguridad	4,23	4,62	4,66	4,49	4,11	1,00	4,42	24%	5,48
Instalación del bloque de prueba en el gabinete	3,66	3,70	4,32	4,16	4,28	1,00	4,02	24%	4,99
Instalación de medidor en el gabinete	4,32	4,27	4,29	4,31	4,21	1,00	4,28	24%	5,31
Conexión del bloque de prueba	9,55	9,57	9,43	9,31	9,71	1,00	9,51	24%	11,80
Conexión de medidor	9,92	9,57	9,52	9,37	9,62	1,00	9,60	24%	11,90
Registros fotográficos	2,58	2,69	2,63	3,52	2,58	1,00	2,80	24%	3,47
Conexión de tierra de gabinete de medidor	2,12	2,45	2,33	2,56	2,01	1,00	2,29	24%	2,84
Instalación de dps	10,33	10,77	11,54	12,22	11,45	1,00	11,26	24%	13,96
Instalación de cajas corta circuitos	11,19	12,12	10,98	12,45	13,55	1,00	12,06	24%	14,95

Conexión de medida por mt	12,55	13,33	12,22	15,09	13,35	1,00	13,31	24%	16,50
Posicionamiento de tubos portafusibles	5,22	5,55	5,12	6,03	5,89	1,00	5,56	24%	6,90
Cierre de tubos portafusibles	2,23	2,34	2,45	2,12	2,44	1,00	2,32	24%	2,87
Inspección del flujo de tensión	2,44	2,50	2,31	2,88	2,72	1,00	2,57	24%	3,19
Registros fotográficos	3,12	3,45	2,98	2,78	2,45	1,00	2,96	24%	3,67
Inspección a la medida	7,22	7,45	6,98	8,15	6,55	1,00	7,27	24%	9,01
Instalación de sellos de seguridad	4,56	6,23	5,67	5,78	6,12	1,00	5,67	24%	7,03
Diligenciamiento del acta	57,12	58,12	49,89	55,22	57,45	1,00	55,56	24%	68,89
Entrega del acta al cliente	10,23	11,11	10,78	13,22	12,67	1,00	11,60	24%	14,39
Retiro de escalera	1,67	1,45	1,61	2,01	1,89	1,00	1,73	24%	2,14
Retiro de señalización del área	6,33	6,29	5,33	5,67	6,10	1,00	5,94	24%	7,37
<b>PROMEDIO</b>							<b>342,76</b>	<b>425,02</b>	

Fuente: Autor del trabajo

### Gráfica 19 Toma de tiempos Instalación de Medida Indirecta



Fuente: Autor del trabajo

En la ilustración se puede observar cómo se realizó la toma de tiempos de esta actividad, como consecuencia del estudio de tiempos realizado, se pudo determinar los siguientes resultados los cuales son descritos en la tabla.

**Tabla 45 Resultados de Estudio de Tiempos de Instalación de Medida Indirecta**

TIEMPO	MINUTOS
Promedio Normal	342,76
Estándar	425,02

**Fuente:** Autor del trabajo

Donde:

**V:** Valoración del Operario

**To:** Tiempo observado en cada actividad

**TPN:** Tiempo Promedio Normal

**TE:** Tiempo Estándar

A continuación, se presenta cuáles son los cuellos de botellas que se presentan en el desarrollo de Instalación de Medida Indirecta.

**Tabla 46 Cuellos de botellas Instalación de Medida Indirecta**

Instalación de Medida Indirecta
Errores en el diligenciamiento en los permisos SST
Omiten soportes fotográficos
Demoras en el diligenciamiento de las Actas
Demoras en la conexión de TCs
Demoras en la conexión de TTs
Demoras en la conexión del Medidor

**Fuente:** Autor del trabajo

Como resultado de este estudio, se identificaron los cuellos de botella que generan mayor agotamiento y consumo de tiempo en el proceso de Medida Especial, la mejora del tiempo es indispensable para permitir alcanzar la meta de cumplimiento del **Indicador Rendimiento de la Producción**, el cual no se viene cumpliendo. Es necesario que articulen los esfuerzos las áreas implicadas con la finalidad de corregir los errores que se están presentando en la empresa. Para ello, es requiere tener en cuenta las siguientes indicaciones.

Ahora bien, se propone a continuación, atacar los cuellos de botella comunes que se generan en la Revisión e instalación de Medida Semidirecta y Revisión e instalación de Medida Indirecta. Se deben seguir puntualmente cada uno de los pasos para dar cumplimiento y alcanzar la mejora en el tiempo del desarrollo de las actividades.

**Tabla 47 Propuesta de Mejoramiento cuellos de botellas comunes**

<b>Revisión de Medida Semidirecta y Medida Indirecta</b>
Capacitaciones sobre el diligenciamiento de los permisos de SST
Listado de las fotografías a tomar para dar cumplimiento a la actividad
Capacitaciones sobre el diligenciamiento de las Actas

**Fuente:** Autor del trabajo

De acuerdo a lo propuesto anteriormente, es una forma de mitigar los errores que se están cometiendo en el desarrollo de las actividades antes mencionadas, el objetivo es disminuir el tiempo y mejorar la satisfacción del cliente.

Se requiere la integración de los procesos de la organización para alcanzar este objetivo, asociado con el área de seguridad y salud en el trabajo debe realizar capacitaciones y evaluaciones sobre el correcto diligenciamiento de los permisos SST a todo el personal del proceso de Medida Especial.

En conjunto con el área de calidad debe realizar un listado donde se especifiquen que fotografías deben tomarse para dar cumplimiento a la actividad y a los requerimientos del cliente, adicionalmente se propone realizar capacitaciones y evaluaciones sobre el correcto diligenciamiento de las Actas.

Seguidamente se proponen una serie de cambios en la instalación de Medida Semidirecta que podrían disminuir los tiempos de ejecución de la actividad.

**Tabla 48 Propuesta de Mejoramiento cuellos de botella Instalación de Medida Semidirecta**

<b>Instalación de Medida Semidirecta</b>
Capacitaciones sobre el diligenciamiento de los permisos de SST
Listado de las fotografías a tomar para dar cumplimiento a la actividad
Capacitaciones sobre el diligenciamiento de las Actas
Conexionar Previamente los TCs
Conexionar Previamente el Medidor

**Fuente:** Autor del trabajo

Como ya se explicó la propuesta de mejora de los 3 primeros cuellos de botella, nos adentramos en la conexión previa de los TCs.

**Conexionar Previamente los TCs:** Esto indica que dicha conexión se propone realizar antes de instalar la celda en el poste, con el fin de que se realice de una forma más fácil y cómoda a la altura del piso y así lograr disminuir el tiempo de ejecución de la actividad, la fatiga del jefe de brigada por realizar esta conexión a 7 mts de altura en una posición estirada e inclinada.

**Conexionar Previamente el Medidor:** Esta propuesta integra la realización previa de otras actividades, como es la instalación del bloque de prueba y la instalación del medidor en el gabinete, permitiendo que se integren estas en la conexión del medidor, consiste en que antes de realizar la instalación del gabinete al poste con la cinta bandit, se realicen las actividades antes mencionadas de una manera más sencilla por parte del auxiliar a nivel del piso y no en una posición ligeramente inclinada y a 2 mts de altura.

A continuación, se proponen modificaciones en el método de realizar la instalación de Medida Indirecta que lograrían reducir los tiempos de realización de dicha actividad.

**Tabla 49 Propuesta de Mejoramiento cuellos de botella Medida Indirecta**

<b>Instalación de Medida Indirecta</b>
Capacitaciones sobre el diligenciamiento de los permisos de SST
Listado de las fotografías a tomar para dar cumplimiento a la actividad
Capacitaciones sobre el diligenciamiento de las Actas
Conexionar Previamente los TCs
Conexionar Previamente los TTs
Conexionar Previamente el Medidor

**Fuente:** Autor del trabajo

Como ya se explicó la propuesta de mejora de los 3 primeros cuellos de botella, nos adentramos en la conexión previa de los TCs.

### **Conexionar Previamente los TCs**

Esta conexión inicialmente es realizada por la brigada TET, la cual la hace a 12 Mts de altura y con unos elementos de protección personal algo incomodos para la realización de esta conexión, la propuesta es que el jefe de brigada antes de que la brigada TET instale los 2 juegos de cruceta en el poste, presentar los TCs en estas con el objetivo tomar las dimensiones y así poder tener con antelación el cableado cortado y ponchado, esto permitirá una reducir el tiempo de trabajo de la brigada TET.

**Conexionar Previamente los TTs:** Esta conexión inicialmente es realizada por la brigada TET, la cual la hace a 12 Mts de altura y con unos elementos de protección personal algo incomodos para la realización de esta conexión, la propuesta es que el jefe de brigada antes de que la brigada TET instale los 2 juegos de cruceta en el poste, presentar los TTs en estas con el objetivo tomar las dimensiones y así poder tener con antelación el cableado cortado y ponchado, esto permitirá una reducir el tiempo de trabajo de la brigada TET.

**Conexionar Previamente el Medidor:** Esta propuesta integra la realización previa de otras actividades, como es la instalación del bloque de prueba y la instalación del medidor en el gabinete, permitiendo que se integren estas en la conexión del medidor, consiste en que antes de realizar la instalación del gabinete al poste con la cinta bandit, se realicen las actividades antes mencionadas de una manera más sencilla por parte del jefe de brigada a nivel del piso y no en una posición ligeramente inclinada y a 2 mts de altura.

Para dar alcance a las acciones planteadas, se propone iniciar con las capacitaciones del personal sobre el correcto diligenciamiento de los permisos de trabajo y de las actas.

#### **Gráfica 20 capacitación de Diligenciamiento de Permisos de Trabajo**



**Fuente:** Autor del trabajo

En la ilustración, se observa la capacitación dictada por el responsable HSE a cada operario del proceso de Medida Especial, donde se expusieron los hallazgos más significativos, se le enseñó al personal como corregirlos, capacitación que enseñó sobre la disminución de tiempo, y la importancia que tiene el correcto diligenciamiento de los permisos de trabajo dentro de los procesos de todas las organizaciones.

## Gráfica 21 Capacitación Diligenciamiento de Actas



**Fuente:** Autor del trabajo

La ilustración 21 muestra la capacitación del diligenciamiento de las actas la cual conto con la participación de todo el personal operativo del proceso de medida especial, se expresaron todos los conceptos básicos sobre el correcto diligenciamiento de las actas, se aclararon las dudas del personal, se unificaron criterios y luego se realizó una evaluación para conocer el grado de entendimiento que el personal tuvo sobre esta capacitación.

Luego de proponer los ajustes a las distintas actividades y de dictar las capacitaciones al personal operativo del proceso de medida especial, se realizó nuevamente el estudio de tiempo a las actividades propuestas y se obtuvieron los resultados descritos a continuación.

Iniciamos con el estudio de tiempos de la Revisión de Medida Semidirecta y para este estudio de tiempos, el número de observaciones realizadas como pre muestras fueron 5 y los resultados obtenidos se describen a continuación:

**Tabla 50 Registro de Datos de Premuestra de Revisión de Medida Semidirecta**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA					
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL					
ACTIVIDAD	REVISIÓN DE M/S					
OPERACIÓN	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)					TIEMPO PROMEDIO
	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	
Traslado hasta el cliente	14,53	13,76	13,76	12,4	14,51	13,79
Espera de autorización	4,21	4,11	3,19	4,12	2,31	3,59
Diligenciar permisos sst	3,23	2,41	2,28	3,19	3,11	2,84
Señalización del área	3,12	3,15	4,11	3,49	4,17	3,61
Toma de cargas	2,55	3,18	3,44	3,19	2,87	3,05
Posicionamiento de escaleras	5,78	5,67	5,44	5,21	4,86	5,39
Inspección física de la medida	3,14	3,16	3,21	3,23	3,17	3,18
Registros fotográficos	2,01	2,15	2,12	2,27	2,58	2,23
Retirar sellos de seguridad	1,36	1,25	1,37	1,18	1,19	1,27
Revisión al medidor	6,24	6,21	7,01	6,48	6,21	6,43
Inspección de datos	3,13	3,38	3,42	3,55	3,69	3,43
Pruebas a los tcs	5,11	5,16	5,43	5,17	6,01	5,38
Registros fotográficos	2,21	2,32	2,15	1,92	1,95	2,11
Instalación de sellos de seguridad	3,55	3,43	3,56	3,68	3,75	3,59
Diligenciamiento del acta	13,72	13,75	14,47	14,27	14,81	14,20
Entrega del acta al cliente	2,22	1,91	2,02	1,78	1,41	1,87
Retiro de escaleras	4,91	4,33	4,81	3,68	4,83	4,51
Retiro de señalización del área	3,56	4,02	4,05	3,79	3,38	3,76
<b>PROMEDIO</b>						<b>84,24</b>

Fuente: Autor del trabajo

Esta tabla contiene todos los datos obtenidos en la toma de tiempos realizada a la actividad de Revisión de Medida Semidirecta.

**Tabla 51 Valores estadísticos de Revisión de Medida Semidirecta.**

S: Desviación Estándar	1,270
$t_{\infty/2}$ : v Valor de la tabla t-student	2,776
e = Margen de error deseado multiplicado por la media	4,21
n1 = número de observaciones realizadas en la premuestra.	5

Fuente: Autor del trabajo

Con estos datos se aplicó la prueba estadística para muestreo de datos descrita anteriormente y se pudo determinar que la muestra necesaria para esta actividad es de 2 observaciones, como es menor a la tomada inicialmente se utilizaron estos datos para muestra.

Para continuar con el cálculo del TE, se requiere realizar el cálculo de los suplementos según la tabla de la OIT

**Tabla 52 Suplementos Revisión de Medida Semidirecta**

<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplementos por Necesidades Personales	5%	Los operarios que realizan esta actividad son hombres
Suplementos por Fatiga	4%	
<b>Suplementos Variables</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplemento por trabajar de pie	2%	Toda la actividad se desarrolla de pie
Suplemento por postura anormal	2%	Postura inclinada en la escalera.
Uso de fuerza/energía muscular	3%	Posicionamiento de la escalera y Pruebas a TCs
Concentración intensa	2%	Pruebas a equipos eléctricos
Monotonía	1%	Actividad rutinaria

**Fuente:** Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

El resultado de los suplementos para esta actividad fue del 19%, ya con esta información podemos realizar el cálculo del TE.

**Tabla 53 Muestra de Revisión de Medida Semidirecta**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA								
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL								
ACTIVIDAD	REVISIÓN DE M/S								
	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)								
OPERACIÓN	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	V.	TPN	SUPL.	TE
Traslado hasta el cliente	14,53	13,76	13,76	12,41	14,51	1,00	13,79	19%	16,41
Espera de autorización	4,21	4,11	3,19	4,12	2,31	1,00	3,59	19%	4,27
Diligenciar permisos sst	3,23	2,41	2,28	3,19	3,11	1,00	2,84	19%	3,38
Señalización del área	3,12	3,15	4,11	3,49	4,17	1,00	3,61	19%	4,29
Toma de cargas	2,55	3,18	3,44	3,19	2,87	1,00	3,05	19%	3,62
Posicionamiento de escaleras	5,78	5,67	5,44	5,21	4,86	1,00	5,39	19%	6,42
Inspección física de la medida	3,14	3,16	3,21	3,23	3,17	1,00	3,18	19%	3,79
Registros fotográficos	2,01	2,15	2,12	2,27	2,58	1,00	2,23	19%	2,65
Retirar sellos de seguridad	1,36	1,25	1,37	1,18	1,19	1,00	1,27	19%	1,51
Revisión al medidor	6,24	6,21	7,01	6,48	6,21	1,00	6,43	19%	7,65
Inspección de datos	3,13	3,38	3,42	3,55	3,69	1,00	3,43	19%	4,09
Pruebas a los tcs	5,11	5,16	5,43	5,17	6,01	1,00	5,38	19%	6,40
Registros fotográficos	2,21	2,32	2,15	1,92	1,95	1,00	2,11	19%	2,51
Instalación de sellos de seguridad	3,55	3,43	3,56	3,68	3,75	1,00	3,59	19%	4,28
Diligenciamiento del acta	13,72	13,75	14,47	14,27	14,81	1,00	14,20	19%	16,90
Entrega del acta al cliente	2,22	1,91	2,02	1,78	1,41	1,00	1,87	19%	2,22
Retiro de escaleras	4,91	4,33	4,81	3,68	4,83	1,00	4,51	19%	5,37
Retiro de señalización del área	3,56	4,02	4,05	3,79	3,38	1,00	3,76	19%	4,47
<b>PROMEDIO</b>							<b>84,24</b>		<b>100,24</b>

Fuente: Autor del trabajo

## Gráfica 22 Toma de tiempos Revisión de Medida Semidirecta



**Fuente:** Autor del trabajo

En la ilustración se puede observar cómo se realizó la toma de tiempos de esta actividad, como consecuencia del estudio de tiempos realizado, se pudo determinar los siguientes resultados los cuales son descritos en la tabla.

**Tabla 54 Resultados de Estudio de Tiempos de Revisión de Medida Semidirecta**

<b>TIEMPO</b>	<b>MINUTOS</b>
Promedio Normal	84,24
Estándar	100,24

**Fuente:** Autor del trabajo

Donde:

**V:** Valoración del Operario

**To:** Tiempo observado en cada actividad

**TPN:** Tiempo Promedio Normal

**TE:** Tiempo Estándar

En segundo lugar, continuamos con Revisión de Medida Indirecta, a continuación, se describen los datos obtenidos en el estudio de Tiempos.

**Tabla 55 Registro de Datos de Premuestra de Revisión de Medida Indirecta.**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA					
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL					
ACTIVIDAD	REVISIÓN DE M/S					
OPERACIÓN	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)					TIEMPO PROMEDIO
	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	
Traslado hasta el cliente	14,51	15,52	16,77	16,63	16,08	15,90
Espera de autorización	3,41	4,01	4,66	3,98	4,04	4,02
Diligenciar permisos sst	3,12	3,09	3,11	2,76	3,14	3,04
Señalización del área	3,22	3,26	3,25	3,19	3,15	3,21
Toma de cargas	3,35	3,37	3,48	3,22	3,01	3,29
Posicionamiento de escaleras	2,11	2,48	2,67	3,11	3,12	2,70
Inspección física de la medida	3,16	3,12	3,29	2,99	3,08	3,13
Registros fotográficos	2,43	2,31	2,45	2,58	2,22	2,40
Retirar sellos de seguridad	1,35	1,43	1,39	1,43	1,23	1,37
Revisión al medidor	5,32	6,31	6,29	6,06	5,03	5,80
Inspección de datos	2,82	2,97	2,98	3,25	2,88	2,98
Pruebas a los tcs	8,29	8,23	7,94	7,96	7,86	8,06
Pruebas a los TTs	9,12	8,62	9,11	9,19	9,51	9,11
Registros fotográficos	2,33	2,39	2,43	2,55	2,42	2,42
Instalación de sellos de seguridad	3,32	3,42	3,29	3,23	3,25	3,30
Diligenciamiento del acta	13,51	13,15	13,26	13,11	12,84	13,17
Entrega del acta al cliente	2,75	2,93	2,39	2,73	3,23	2,81
Retiro de escaleras	1,85	1,71	1,79	1,88	1,81	1,81
Retiro de señalización del área	2,11	2,78	2,38	2,29	2,81	2,47
<b>PROMEDIO</b>						<b>90,99</b>

**Fuente:** Autor del trabajo

### Gráfica 23 Toma de tiempos Revisión de Medida Indirecta



Fuente: Autor del trabajo

Esta tabla contiene todos los datos obtenidos en la toma de tiempos realizada a la actividad de Revisión de Medida Indirecta.

**Tabla 56 Valores estadísticos de Revisión de Medida Indirecta.**

S: Desviación Estándar	1,8469
$t_{\infty/2}$ : v Valor de la tabla t-student	2,7765
e = Margen de error deseado multiplicado por la media	4,5496
n1 = número de observaciones realizadas en la premuestra.	5

Fuente: Autor del trabajo

Con estos datos, se aplicó la prueba estadística para muestreo de datos descrita anteriormente y se pudo determinar que la muestra necesaria para esta actividad es de 3 observaciones, como es menor a la cantidad tomada inicialmente se utilizaron estos datos para muestra.

Para continuar con el cálculo del TE, se requiere realizar el cálculo de los suplementos según la tabla de la OIT.

**Tabla 57 Suplementos Revisión de Medida Indirecta**

<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplementos por Necesidades Personales	5%	Los operarios que realizan esta actividad son hombres
Suplementos por Fatiga	4%	
<b>Suplementos Variables</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplemento por trabajar de pie	2%	Toda la actividad se desarrolla de pie
Suplemento por postura anormal	2%	Postura inclinada en la escalera.
Uso de fuerza/energía muscular	3%	Pruebas a TCs y TTs
Concentración intensa	2%	Pruebas a equipos eléctricos
Monotonía	1%	Actividad rutinaria

**Fuente:** Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

El resultado de los suplementos para esta actividad fue del 19%, ya con esta información podemos realizar el cálculo del TE.

**Tabla 58 Muestra de Revisión de Medida Indirecta**

<b>PROYECTO</b>	<b>TECNOLOGIA DE LA MEDIDA</b>								
<b>PROCESO</b>	<b>MEDIDA ESPECIAL</b>								
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>REVISION DE M/S</b>								
<b>OPERACION</b>	<b>TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)</b>								
	<b>To 1</b>	<b>To 2</b>	<b>To 3</b>	<b>To 4</b>	<b>To 5</b>	<b>V.</b>	<b>TPN</b>	<b>SUPL.</b>	<b>TE</b>
Traslado hasta el cliente	14,51	15,52	16,8	16,63	16,1	1,0	15,90	19%	18,92
Espera de autorización	3,41	4,01	4,66	3,98	4,04	1,0	4,02	19%	4,78
Diligenciar permisos sst	3,12	3,09	3,11	2,76	3,14	1,0	3,04	19%	3,62
Señalización del área	3,22	3,26	3,25	3,19	3,15	1,0	3,21	19%	3,82
Toma de cargas	3,35	3,37	3,48	3,22	3,01	1,0	3,29	19%	3,91
Posicionamiento de escaleras	2,11	2,48	2,67	3,11	3,12	1,0	2,70	19%	3,21
Inspección física de la medida	3,16	3,12	3,29	2,99	3,08	1,0	3,13	19%	3,72
Registros fotográficos	2,43	2,31	2,45	2,58	2,22	1,0	2,40	19%	2,85
Retirar sellos de seguridad	1,35	1,43	1,39	1,43	1,23	1,0	1,37	19%	1,63
Revisión al medidor	5,32	6,31	6,29	6,06	5,03	1,0	5,80	19%	6,90
Inspección de datos	2,82	2,97	2,98	3,25	2,88	1,0	2,98	19%	3,55
Pruebas a los tcs	8,29	8,23	7,94	7,96	7,86	1,0	8,06	19%	9,59
Pruebas a los TTs	9,12	8,62	9,11	9,19	9,51	1,0	9,11	19%	10,84
Registros fotográficos	2,33	2,39	2,43	2,55	2,42	1,0	2,42	19%	2,88
Instalación de sellos de seguridad	3,32	3,42	3,29	3,23	3,25	1,0	3,30	19%	3,93
Diligenciamiento del acta	13,51	13,15	13,3	13,11	12,8	1,0	13,17	19%	15,68
Entrega del acta al cliente	2,75	2,93	2,39	2,73	3,23	1,0	2,81	19%	3,34
Retiro de escaleras	1,85	1,71	1,79	1,88	1,81	1,0	1,81	19%	2,15
Retiro de señalización del área	2,11	2,78	2,38	2,29	2,81	1,0	2,47	19%	2,94
<b>PROMEDIO</b>							<b>90,99</b>		<b>108,28</b>

**Fuente:** Autor del trabajo

En la ilustración se puede observar cómo se realizó la toma de tiempos de esta actividad, como consecuencia del estudio de tiempos realizado, se pudo determinar los siguientes resultados los cuales son descritos en la tabla.

**Tabla 59 Resultados de Estudio de Tiempos de Revisión de Medida Indirecta**

<b>TIEMPO</b>	<b>MINUTOS</b>
Promedio Normal	90,99
Estándar	108,28

**Fuente:** Autor del trabajo

Donde:

**V:** Valoración del Operario

**To:** Tiempo observado en cada actividad

**TPN:** Tiempo Promedio Normal

**TE:** Tiempo Estándar

En tercer lugar, continuamos con la Instalación Medida Semidirecta, a continuación, se describen los datos obtenidos en el estudio Tiempos.

La actividad que se trató a continuación fue la instalación de medida semidirecta, para este estudio de tiempos, el número de observaciones realizadas como pre muestras fueron 5 y los resultados obtenidos se describen a continuación:

**Tabla 60 Registro de Datos de Premuestra de Instalación de Medida Semidirecta**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA					
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL					
ACTIVIDAD	REVISIÓN DE M/S					
OPERACIÓN	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)					TIEMPO PROMEDIO
	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	
Traslado hasta el cliente	13,53	13,26	13,62	13,41	14,51	13,67
Espera de autorización	13,23	15,35	15,26	14,39	14,42	14,53
Diligenciar permisos sst	5,12	5,22	6,19	5,86	6,13	5,70
Señalización del área	4,57	4,77	4,79	4,55	5,18	4,77
Posicionamiento de escaleras	8,29	8,36	8,33	8,35	8,47	8,36
Llamada al cor	12,66	12,55	13,21	14,45	13,89	13,35
Apertura de tubos portafusibles	2,02	2,25	2,32	2,23	2,53	2,27
Bloqueo de tubos portafusibles	2,92	2,95	2,96	2,97	2,95	2,95
Verificación de ausencia de tensión	1,79	2,11	1,95	2,05	2,21	2,02
Instalación de sistema puesta a tierra temporal	14,22	14,17	13,32	12,78	13,52	13,60
Conexionar previamente los tcs	7,17	8,02	7,77	7,55	8,08	7,72
Inspección de conexión de tcs	1,15	1,23	1,11	1,29	1,27	1,21
Instalación de celda de tcs	16,26	17,89	15,12	15,35	16,52	16,23
Conexión de acometida	15,26	15,35	14,44	15,43	15,02	15,10
Registros fotográficos	1,02	0,89	0,93	0,97	1,01	0,96
Conexionar previamente el medidor	11,23	11,11	11,82	12,18	11,12	11,49
Instalación de gabinete de medidor	4,22	4,17	4,32	4,27	4,02	4,20
Conexión del bloque de prueba	8,15	8,37	8,59	8,31	8,76	8,44
Conexión de tierra celda de tcs	2,37	2,77	3,02	2,91	2,79	2,77
Conexión de tierra de gabinete de medidor	2,13	2,16	2,19	2,22	2,25	2,19
Instalación de sellos de seguridad	1,09	1,03	1,16	1,22	1,28	1,16
Registros fotográficos	0,92	1,05	1,11	1,07	1,03	1,04
Retiro del sistema puesta a tierra temporal	9,11	9,2	8,17	8,19	9,01	8,74
Posicionamiento de tubos portafusibles	5,52	5,77	5,02	5,27	6,52	5,62
Cierre de tubos portafusibles	2,03	2,11	2,39	2,57	2,45	2,31
Inspección del flujo de tensión	2,41	2,11	2,19	2,27	2,15	2,23
Registros fotográficos	3,11	3,33	3,31	3,25	3,23	3,25
Inspección a la medida	4,28	5,02	4,36	4,26	4,44	4,47
Instalación de sellos de seguridad	4,07	4,52	4,99	5,28	4,79	4,73
Diligenciamiento del acta	38,42	40,25	44,22	39,88	41,39	40,83
Entrega del acta al cliente	7,03	7,55	6,27	6,29	6,31	6,69
Retiro de escaleras	8,21	8,35	8,33	8,15	8,26	8,26
Retiro de señalización del área	4,22	4,14	4,32	5,07	5,11	4,57
<b>PROMEDIO</b>						<b>245,42</b>

Fuente: Autor del trabajo

Esta tabla contiene todos los datos obtenidos en la toma de tiempos realizada a la actividad de instalación de Medida Semidirecta.

**Tabla 61 Valores estadísticos Medida Semidirecta**

S: Desviación Estándar	4,8507
$t_{\infty/2}$ : v Valor de la tabla t-student	2,7765
e = Margen de error deseado multiplicado por la media	12,271
n1 = número de observaciones realizadas en la premuestra.	5

**Fuente:** Autor del trabajo

Con estos datos, se aplicó la prueba estadística para muestreo de datos descrita anteriormente y se pudo determinar que la muestra necesaria para esta actividad es de 3 observaciones, como es menor a la cantidad tomada inicialmente se utilizaron estos datos para muestra.

Para continuar con el cálculo del TE, se requiere realizar el cálculo de los suplementos según la tabla de la OIT

**Tabla 62 Suplementos Instalación de Medida Semidirecta.**

<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplementos por Necesidades Personales	5%	Los operarios que realizan esta actividad son hombres
Suplementos por Fatiga	4%	
<b>Suplementos Variables</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplemento por trabajar de pie	2%	Toda la actividad se desarrolla de pie
Suplemento por postura anormal	7%	Postura estirada en la escalera.
Uso de fuerza/energía muscular	3%	Cargue de celda y gabinete
Concentración intensa	2%	Conexión de equipos eléctricos

**Fuente:** Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

El resultado de los suplementos para esta actividad fue del 23%, ya con esta información podemos realizar el cálculo del TE.

**Tabla 63 Registro de Datos de Muestra de Instalación de Medida Semi Directa**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA								
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL								
ACTIVIDAD	REVISIÓN DE M/S								
	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)								
OPERACIÓN	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	V.	TPN	SUPL	TE
Traslado hasta el cliente	13,53	13,26	13,62	13,41	14,51	1,00	13,67	23%	16,81
Espera de autorización	13,23	15,35	15,26	14,39	14,42	1,00	14,53	23%	17,87
Diligenciar permisos sst	5,12	5,22	6,19	5,86	6,13	1,00	5,70	23%	7,02
Señalización del área	4,57	4,77	4,79	4,55	5,18	1,00	4,77	23%	5,87
Posicionamiento de escaleras	8,29	8,36	8,33	8,35	8,47	1,00	8,36	23%	10,28
Llamada al cor	12,66	12,55	13,21	14,45	13,89	1,00	13,35	23%	16,42
Apertura de tubos portafusibles	2,02	2,25	2,32	2,23	2,53	1,00	2,27	23%	2,79
Bloqueo de tubos portafusibles	2,92	2,95	2,96	2,97	2,95	1,00	2,95	23%	3,63
Verificación de ausencia de tensión	1,79	2,11	1,95	2,05	2,21	1,00	2,02	23%	2,49
Instalación de sistema puesta a tierra temporal	14,22	14,17	13,32	12,78	13,52	1,00	13,60	23%	16,73
Conexionar previamente los tcs	7,17	8,02	7,77	7,55	8,08	1,00	7,72	23%	9,49
Inspección de conexión de tcs	1,15	1,23	1,11	1,29	1,27	1,00	1,21	23%	1,49
Instalación de celda de tcs	16,26	17,89	15,12	15,35	16,52	1,00	16,23	23%	19,96
Conexión de acometida	15,26	15,35	14,44	15,43	15,02	1,00	15,10	23%	18,57
Registros fotográficos	1,02	0,89	0,93	0,97	1,01	1,00	0,96	23%	1,19
Conexionar previamente el medidor	11,23	11,11	11,82	12,18	11,12	1,00	11,49	23%	14,14
Instalación de gabinete de medidor	4,22	4,17	4,32	4,27	4,02	1,00	4,20	23%	5,17
Conexión del bloque de prueba	8,15	8,37	8,59	8,31	8,76	1,00	8,44	23%	10,38
Conexión de tierra celda de tcs	2,37	2,77	3,02	2,91	2,79	1,00	2,77	23%	3,41
Conexión de tierra de gabinete de medidor	2,13	2,16	2,19	2,22	2,25	1,00	2,19	23%	2,69
Instalación de sellos de seguridad	1,09	1,03	1,16	1,22	1,28	1,00	1,16	23%	1,42
Registros fotográficos	0,92	1,05	1,11	1,07	1,03	1,00	1,04	23%	1,27
Retiro del sistema puesta a tierra temporal	9,11	9,2	8,17	8,19	9,01	1,00	8,74	23%	10,75
Posicionamiento de tubos portafusibles	5,52	5,77	5,02	5,27	6,52	1,00	5,62	23%	6,91
Cierre de tubos portafusibles	2,03	2,11	2,39	2,57	2,45	1,00	2,31	23%	2,84
Inspección del flujo de tensión	2,41	2,11	2,19	2,27	2,15	1,00	2,23	23%	2,74
Registros fotográficos	3,11	3,33	3,31	3,25	3,23	1,00	3,25	23%	3,99
Inspección a la medida	4,28	5,02	4,36	4,26	4,44	1,00	4,47	23%	5,50
Instalación de sellos de seguridad	4,07	4,52	4,99	5,28	4,79	1,00	4,73	23%	5,82
Diligenciamiento del acta	38,42	40,25	44,22	39,88	41,39	1,00	40,83	23%	50,22
Entrega del acta al cliente	7,03	7,55	6,27	6,29	6,31	1,00	6,69	23%	8,23
Retiro de escaleras	8,21	8,35	8,33	8,15	8,26	1,00	8,26	23%	10,16
Retiro de señalización del área	4,22	4,14	4,32	5,07	5,11	1,00	4,57	23%	5,62
<b>PROMEDIO</b>							<b>245,42</b>		<b>301,87</b>

Fuente: Autor del trabajo

## Gráfica 24 Toma de tiempos Instalación de Medida Semidirecta



Fuente: Autor del trabajo

En la ilustración se puede observar cómo se realizó la toma de tiempos de esta actividad, como consecuencia del estudio de tiempos realizado, se pudo determinar los siguientes resultados los cuales son descritos en la tabla.

**Tabla 64 Resultados de Estudio de Tiempos de Instalación de Medida Semidirecta**

TIEMPO	MINUTOS
Promedio Normal	245,42
Estándar	301,87

Fuente: Autor del trabajo

Donde:

**V:** Valoración del Operario

**To:** Tiempo observado en cada actividad

**TPN:** Tiempo Promedio Normal

**TE:** Tiempo Estándar

Por último, la actividad que se trató a continuación fue la instalación de medida Indirecta, para este estudio de tiempos, el número de observaciones realizadas como pre muestras fueron 5 y los resultados obtenidos se describen a continuación:

**Tabla 65 Registro de Datos de Premuestra de Instalación de Medida Indirecta**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA					
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL					
ACTIVIDAD	INSTALACIÓN DE M/I					
OPERACIÓN	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)					TIEMPO PROMEDIO
	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	
Traslado hasta el cliente	15,81	15,55	17,07	16,33	16,28	16,21
Espera de autorización	10,53	10,21	10,86	10,19	10,28	10,41
Diligenciar permisos sst	6,68	6,45	6,22	5,99	5,76	6,22
Señalización del área	5,57	5,62	5,67	5,72	5,77	5,67
Posicionamiento de escalera	1,34	1,12	1,28	1,44	1,60	1,36
Llamada al cor	8,23	8,15	8,25	8,35	8,45	8,29
Cubrimiento de líneas	15,53	15,74	15,95	16,16	16,37	15,95
Instalación de crucetas	15,91	15,23	13,83	15,23	15,19	15,08
Conexionar previamente los tcs	6,17	6,22	6,27	6,32	6,37	6,27
Conexionar previamente los TTs	5,19	5,22	5,25	5,28	5,31	5,25
Instalación de tcs	9,22	9,34	9,46	9,58	9,70	9,46
Instalación de TTs	9,31	9,46	9,61	9,76	9,91	9,61
Conexionar previamente el medidor	10,13	10,11	10,29	10,07	10,15	10,15
Instalación de gabinete	4,17	4,32	4,47	4,62	4,87	4,49
Conexión de tcs	7,76	7,86	7,96	8,06	8,16	7,96
Inspección de conexión de tcs	2,32	2,36	2,40	2,44	2,48	2,40
Registros fotográficos	2,93	2,99	3,05	3,01	3,07	3,01
Instalación de sellos de seguridad	3,33	3,65	3,97	4,29	4,61	3,97
Conexión de TTs	6,44	6,52	6,60	6,68	6,76	6,60
Inspección de conexión de TTs	2,61	2,65	2,61	3,02	2,88	2,75
Registros fotográficos	2,43	2,61	2,57	2,59	2,49	2,54
Instalación de sellos de seguridad	5,13	5,32	5,26	5,29	5,33	5,27
Conexión del bloque de prueba	9,35	9,44	9,77	9,39	9,11	9,41
Registros fotográficos	2,48	2,55	2,39	3,16	2,11	2,54
Conexión de tierra de gabinete de medidor	3,19	3,25	3,38	3,22	3,09	3,23
Instalación de dps	12,45	12,55	12,14	15,82	14,55	13,50
Instalación de cajas corta circuitos	12,69	14,02	11,28	11,99	12,35	12,47
Conexión de medida por mt	14,75	15,83	14,91	15,99	15,07	15,31
Posicionamiento de tubos portafusibles	3,72	3,45	3,62	4,13	4,29	3,84
Cierre de tubos portafusibles	2,21	2,13	2,15	2,02	2,04	2,11
Inspección del flujo de tensión	1,41	1,50	1,58	1,78	1,72	1,60
Registros fotográficos	3,22	3,15	3,38	2,97	3,15	3,17
Inspección a la medida	6,32	6,65	6,68	6,15	5,55	6,27
Instalación de sellos de seguridad	4,56	6,23	5,67	5,78	6,12	5,67
Diligenciamiento del acta	45,32	44,43	43,42	44,25	43,47	44,18
Entrega del acta al cliente	9,53	9,63	9,73	9,83	9,93	9,73
Retiro de escalera	1,61	1,55	1,63	1,89	1,99	1,73
Retiro de señalización del área	6,63	6,28	6,33	6,67	6,12	6,41
<b>PROMEDIO</b>						<b>300,08</b>

Fuente: Autor del trabajo

Esta tabla contiene todos los datos obtenidos en la toma de tiempos realizada a la actividad de instalación de Medida Indirecta.

**Tabla 66 Valores estadísticos Medida Indirecta**

S: Desviación Estándar	3,8747
$t_{\infty/2}$ : v Valor de la tabla t-student	2,7765
e = Margen de error deseado multiplicado por la media	15,004
n1 = número de observaciones realizadas en la premuestra.	5

**Fuente:** Autor del trabajo

Con estos datos, se aplicó la prueba estadística para muestreo de datos descrita anteriormente y se pudo determinar que la muestra necesaria para esta actividad es de 2 observaciones, como es menor a la cantidad tomada inicialmente se utilizaron estos datos para muestra.

Para continuar con el cálculo del TE, se requiere realizar el cálculo de los suplementos según la tabla de la OIT.

**Tabla 67 Suplementos Instalación de Medida Indirecta.**

<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplementos por Necesidades Personales	5%	Los operarios que realizan esta actividad son hombres
Suplementos por Fatiga	4%	
<b>Suplementos Variables</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Detalle</b>
Suplemento por trabajar de pie	2%	Toda la actividad se desarrolla de pie
Suplemento por postura anormal	2%	Postura estirada en la escalera.
Uso de fuerza/energía muscular	9%	Cargue de Equipos y gabinete
Concentración intensa	2%	Conexión de equipos eléctricos

**Fuente:** Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

El resultado de los suplementos para esta actividad fue del 24%, ya con esta información podemos realizar el cálculo del TE.

**Tabla 68 Registro de Datos de Muestra de Instalación de Medida Indirecta**

PROYECTO	TECNOLOGÍA DE LA MEDIDA									
PROCESO	MEDIDA ESPECIAL									
ACTIVIDAD	INSTALACIÓN DE M/I									
OPERACIÓN	TIEMPOS TOMADOS (MINUTOS)									
	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	V.	TPN (min)	% SUPL.	TE (min)	
Traslado hasta el cliente	15,81	15,55	17,07	16,33	16,28	1,00	16,21	24%	20,10	
Espera de autorización	10,53	10,21	10,86	10,19	10,28	1,00	10,41	24%	12,91	
Diligenciar permisos sst	6,68	6,45	6,22	5,99	5,76	1,00	6,22	24%	7,71	
Señalización del área	5,57	5,62	5,67	5,72	5,77	1,00	5,67	24%	7,03	
Posicionamiento de escalera	1,34	1,12	1,28	1,44	1,60	1,00	1,36	24%	1,68	
Llamada al cor	8,23	8,15	8,25	8,35	8,45	1,00	8,29	24%	10,27	
Cubrimiento de líneas	15,53	15,74	15,95	16,16	16,37	1,00	15,95	24%	19,78	
Instalación de crucetas	15,91	15,23	13,83	15,23	15,19	1,00	15,08	24%	18,70	
Conexionar previamente los tcs	6,17	6,22	6,27	6,32	6,37	1,00	6,27	24%	7,77	
Conexionar previamente los TTs	5,19	5,22	5,25	5,28	5,31	1,00	5,25	24%	6,51	
Instalación de tcs	9,22	9,34	9,46	9,58	9,70	1,00	9,46	24%	11,73	
Instalación de TTs	9,31	9,46	9,61	9,76	9,91	1,00	9,61	24%	11,92	
Conexionar previamente el medidor	10,13	10,11	10,29	10,07	10,15	1,00	10,15	24%	12,59	
Instalación de gabinete	4,17	4,32	4,47	4,62	4,87	1,00	4,49	24%	5,57	
Conexión de tcs	7,76	7,86	7,96	8,06	8,16	1,00	7,96	24%	9,87	
Inspección de conexión de tcs	2,32	2,36	2,40	2,44	2,48	1,00	2,40	24%	2,98	
Registros fotográficos	2,93	2,99	3,05	3,01	3,07	1,00	3,01	24%	3,73	
Instalación de sellos de seguridad	3,33	3,65	3,97	4,29	4,61	1,00	3,97	24%	4,92	
Conexión de TTs	6,44	6,52	6,60	6,68	6,76	1,00	6,60	24%	8,18	
Inspección de conexión de TTs	2,61	2,65	2,61	3,02	2,88	1,00	2,75	24%	3,41	
Registros fotográficos	2,43	2,61	2,57	2,59	2,49	1,00	2,54	24%	3,15	
Instalación de sellos de seguridad	5,13	5,32	5,26	5,29	5,33	1,00	5,27	24%	6,53	
Conexión del bloque de prueba	9,35	9,44	9,77	9,39	9,11	1,00	9,41	24%	11,67	
Registros fotográficos	2,48	2,55	2,39	3,16	2,11	1,00	2,54	24%	3,15	
Conexión de tierra de gabinete de medidor	3,19	3,25	3,38	3,22	3,09	1,00	3,23	24%	4,00	
Instalación de dps	12,45	12,55	12,14	15,82	14,55	1,00	13,50	24%	16,74	
Instalación de cajas corta circuitos	12,69	14,02	11,28	11,99	12,35	1,00	12,47	24%	15,46	
Conexión de medida por mt	14,75	15,83	14,91	15,99	15,07	1,00	15,31	24%	18,98	
Posicionamiento de tubos portafusibles	3,72	3,45	3,62	4,13	4,29	1,00	3,84	24%	4,76	
Cierre de tubos portafusibles	2,21	2,13	2,15	2,02	2,04	1,00	2,11	24%	2,62	
Inspección del flujo de tensión	1,41	1,50	1,58	1,78	1,72	1,00	1,60	24%	1,98	
Registros fotográficos	3,22	3,15	3,38	2,97	3,15	1,00	3,17	24%	3,94	
Inspección a la medida	6,32	6,65	6,68	6,15	5,55	1,00	6,27	24%	7,77	
Instalación de sellos de seguridad	4,56	6,23	5,67	5,78	6,12	1,00	5,67	24%	7,03	
Diligenciamiento del acta	45,32	44,43	43,42	44,25	43,47	1,00	44,18	24%	54,78	
Entrega del acta al cliente	9,53	9,63	9,73	9,83	9,93	1,00	9,73	24%	12,07	
Retiro de escalera	1,61	1,55	1,63	1,89	1,99	1,00	1,73	24%	2,15	
Retiro de señalización del área	6,63	6,28	6,33	6,67	6,12	1,00	6,41	24%	7,94	
<b>PROMEDIO</b>							<b>300,08</b>		<b>372,10</b>	

Fuente: Autor del trabajo

**Tabla 69 Resultados de Estudio de Tiempos de Instalación de Medida Indirecta**

TIEMPO	MINUTOS
Promedio Normal	300,08
Estándar	372,10

Fuente: Autor del trabajo

Donde:

**V:** Valoración del Operario

**To:** Tiempo observado en cada actividad

**TPN:** Tiempo Promedio Normal

**TE:** Tiempo Estándar

**7.4.5. Comparación de tiempos estándar en las cuatro actividades:** se comparan las cuatro actividades en tiempos iniciales y finales, y luego se promedian los tiempos totales de los iniciales y finales para determinar al final si se logró optimizar el tiempo de trabajo con la medida aplicada.

**Tabla 70 Comparación actividad 1 Revisión Medida Semidirecta**

TIEMPO	MINUTOS
Estándar tiempo inicial	107,09
Estándar tiempo final	100,24
Resultado óptimo en	6,85

Fuente: Autor del trabajo

**Tabla 71 Comparación actividad 2 Revisión Medida Indirecta**

TIEMPO	MINUTOS
Estándar tiempo inicial	119,83
Estándar tiempo final	108,28
Resultado óptimo en	11,55

Fuente: Autor del trabajo

**Tabla 72 Comparación actividad 3 Instalación Medida Semidirecta**

TIEMPO	MINUTOS
Estándar tiempo inicial	356,45
Estándar tiempo final	301,87
Resultado óptimo en	54,58

Fuente: Autor del trabajo

**Tabla 73 Comparación actividad 4 Instalación Medida Indirecta**

<b>TIEMPO</b>	<b>MINUTOS</b>
<b>Estándar tiempo inicial</b>	342,76
<b>Estándar tiempo final</b>	300,08
<b>Resultado óptimo en</b>	<b>42,68</b>

**Fuente:** Autor del trabajo

**Tabla 74 Comparación tiempos iniciales de todas las actividades**

<b>TIEMPO</b>	<b>MINUTOS</b>
<b>Estándar tiempo inicial</b>	308,71
<b>Resultado óptimo en</b>	<b>308,71</b>

**Fuente:** Autor del trabajo

**Tabla 75 Comparación tiempos finales de todas las actividades**

<b>TIEMPO</b>	<b>MINUTOS</b>
<b>Estándar tiempo inicial</b>	270,16
<b>Resultado óptimo en</b>	<b>270,16</b>

**Fuente:** Autor del trabajo

**Tabla 76 Comparación tiempo inicial total y final total**

<b>TIEMPO</b>	<b>MINUTOS</b>
<b>Estándar tiempo inicial</b>	308,71
<b>Estándar tiempo final</b>	270,16
<b>Resultado óptimo en</b>	<b>38,55</b>

**Fuente:** Autor del trabajo

## **8 RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA EN EL DESARROLLO DEL PROCESO OPERATIVO**

En este capítulo se presentan algunas reflexiones puntuales obtenidas de los resultados del estudio para la mejora en el desarrollo del proceso operativo de la empresa APPLUS NORCONTROL, contratista de mantenimiento de un operador electricidad.

El estudio se basa en la optimización de los esquemas del proceso operativo, no se trata de un diseño, sino del planteamiento de mejoras, sino de la optimización del servicio de operaciones a los usuarios frente a las dificultades en la prestación del fluido eléctrico. Se plantea un esquema óptimo factible y con posibilidad de medición de tiempos para las actividades a desarrollar.

Para realizar el cálculo del tiempo total de una actividad, se deben seguir los siguientes pasos:

- Ordenar todos los movimientos básicos realizados por el operario, que son necesarios para ejecutar una actividad, paso a paso y de forma secuencial.
- Asignar a cada movimiento los tiempos que establecen las tablas MTM
- Se sumarán todos los tiempos esperados (normales) para establecer el tiempo que conlleva la realización de cada actividad, esos tiempos no tienen en cuenta situaciones personales del operario o del entorno en el que debe realizar la tarea.
- El suplemento de tiempos deberá tenerse en cuenta a posteriori.

Es claro que las ventajas más significativas del método son:

- Requiere tener un registro riguroso de movimientos y herramientas usadas.
- Ayuda a simplificar el trabajo, con lo cual aumenta su productividad.
- Elimina la calificación o estudio de la actividad /tiempo.
- Permite establecer estándares antes de iniciar la producción.
- Proporciona datos realmente fiables.

Requiere que se realicen las siguientes actividades de forma constante:

- Llevar una descripción detallada del método, herramientas y movimientos, para obtener datos fiables.
- Aunque es más difícil transmitir el concepto a los operarios es más leal la información.
- Requiere de otros datos adicionales para complementar los datos finales de tiempo.
- Requiere la medida de tiempos por muestreo, recoger datos por un número determinado de días, muestras del funcionamiento de equipos, máquinas, actividades, procesos, y la interacción entre el hombre y las

máquinas, con ello se determina el cumplimiento de los parámetros planeados.

- Es claro que los analistas no necesitan formación detallada
- No hay interferencia en las actividades de los trabajadores
- Si el análisis retrasa el tiempo esto no debe influir en los resultados
- Mínima posibilidad de sesgo por el trabajador, por la cantidad de observaciones durante un largo periodo de tiempo.

Debe tenerse en cuenta que:

- El método no es apropiado para operaciones de ciclo corto
- Los trabajadores pueden alterar su comportamiento al ser constantemente observados.
- El encargado de realizar el estudio de tiempos debe seguir lo planeado en cada proceso de forma leal, para evitar errores lamentables.
- Es el método más representativo para medir la productividad y tiempo de los trabajadores
- Facilita el análisis de todo el ciclo
- Permite observar factores esporádicos y corregir los que afecten la medición y desempeño.
- Ayuda para obtener valores para los factores que dependen de las máquinas.
- Es imperante que se tomen los tiempos de las actividades realizadas por el operario.
- Requiere de un registro constante de todos los movimientos y equipo empleado.

El presente trabajo se compone como la base para futuros proyectos a realizarse en APPLUS NORCONTROL, por lo cual es recomendable que la empresa sea más precisa en la información que proporciona a sus operarios, con el fin que los resultados arrojados por la medición de tiempos sean efectivos y acordes a la realidad para tomar los correctivos, implementaciones y medidas oportunas.

Esta investigación pretendió establecer tiempo estándar para las operaciones, por lo tanto, una buena práctica es dar continuo seguimiento y control a los operarios para que se adapten a los tiempos para conseguir resultados favorables.

## 9 CONCLUSIONES

En la prestación de los diferentes de servicio por parte de la empresa APPLUS NORCONTROL deben establecerse modelos operativos que minimicen el impacto y costo, ello implica el factor tiempo, el cual es relevante indicar que debe ajustarse a la regulación y parámetros actuales, que debe optimizar el potencial de los resultados del estudio.

Basados en la investigación de tiempos logró identificar el tiempo estándar por cada proceso productivo, incluyendo la medida de los tiempos a los operarios y los suplementos anexos en el proceso de toma de medidas, con lo que se pudo identificar elementos que ocasionaban variabilidad en los tiempos de cada proceso, y con ello poder aportar para disminuir los errores de producción y erradicar los cuellos de botella en cada actividad.

Mediante los diagramas planteados se pudo documentar cada proceso evidenciando la relación hombre, equipo, labor en cada proceso productivo por cada uno de los operarios.

El diagnóstico de cada paso en los procesos operativos permitió distribuir mejor los tiempos para mejorar y perfeccionar el tiempo empleado en cada actividad, a partir de los resultados se obtuvieron recomendaciones sencillas en su aplicación y cumplimiento, lo que representa mayor productividad, optimización en el proceso, mejor manejo del tiempo y mayor cobertura de las labores encomendadas.

Las diferentes capacitaciones ayudan al incremento de los indicadores de productividad y control del rendimiento del tiempo de cada proceso operativo, esto genera ganancias para la empresa, representadas en mejor trabajo, incremento en el cumplimiento del servicio y mejores conceptos por parte del usuario final.

La elaboración del proyecto arrojó algunas debilidades como restricción del tiempo, trato con los operarios y supervisores, falta de capacitación, aspectos que se solución en las recomendaciones operativas, que a futuro ayudan para la mejor prestación del servicio por parte de Applus Norcontrol.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

Aguirre Goitia Moro, M. (2011). *MÉTODOS DE TRABAJO Y CONTROL DE TIEMPOS EN LA*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Applus Norcontrol. (2019). Inducción corporativa.

Benjamin W., N. (2009). *Ingeniería industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México D.F.: Mc Graw Hill.

Cajamarca Guerra, D. A. (22 de diciembre de 2017). *ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE PRODUCCIÓN EN PLANTA, PARA MEJORAR EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESCUDOS EN KAIA BORDADOS*. Obtenido de 3C Empresa: <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.39-49>

Chacón Ortega, E. A. (17 de diciembre de 2018). *unilivre.edu.co*. Obtenido de <https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/11759/Estudio%20de%20m%C3%A9todos%20y%20tiempos%20en%20la%20Comercializadora%20Herluz%20S.A.S.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. En Roberto Hernández Sampieri, *Metodología de la investigación* (pág. 92). México D.F: McGRAW-HILL.

Marín Osorio, C. J. (1 de 7 de 2016). *Core*. Obtenido de Core: <https://core.ac.uk/download/pdf/84108514.pdf>

Murillo, J. (7 de mayo de 2020). *postgradoune*. Obtenido de postgradoune: [www.postgradoune.edu.pe](http://www.postgradoune.edu.pe)

Niebel, B. W. (2004). *Métodos estándares y diseños de trabajo*.: Mc Graw Hill.

Nieto Saldaña, N. D. (24 de 03 de 2011). *Gestiopolis*. Obtenido de Gestiopolis : <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tiempos-el-estudio-del-trabajo-para-la-productividad/>

Ortiz Pimiento, N. R. (1999). Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Santander.

Paterson, W, G. (1977). *Wikipedia*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Transformador\\_de\\_corriente](https://es.wikipedia.org/wiki/Transformador_de_corriente)

Rivera 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: Universidad Rafael Landívar.

Roncancio, J. D. (11 de 11 de 2019). *repository.udistrital*. Obtenido de repository.udistrital:  
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/23202/7/RoncancioChavarroJuanDavid2019.pdf>

Ustate Pacheco, E. J. (01 de diciembre de 2007). Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales Y Derivados SA. Medellín, Antioquia, Colombia.