



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Artes en Gestión Industrial

**IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE SOPORTE REGIONAL PARA INCREMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD EN UN DEPARTAMENTO DE SERVICIOS TÉCNICOS**

**Ing. Selvyn Eduardo Velásquez Martínez**  
Asesorado por el MSc. Ing. Maynor Godoy Arias

Guatemala, julio de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE SOPORTE REGIONAL PARA INCREMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD EN UN DEPARTAMENTO DE SERVICIOS TÉCNICOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ING. SELVYN EDUARDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ**  
ASESORADO POR EL MSC. ING. MAYNOR GODOY ARIAS

AL CONFERÍRSE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Kenneth Lubeck Corado Esquivel
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Brenda Zulema Sierra Belches
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Walter Dario Caal Merida
SECRETARIA	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE SOPORTE REGIONAL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN DEPARTAMENTO DE SERVICIOS TÉCNICOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 14 de enero de 2022.



**Ing. Selvyn Eduardo Velásquez Martínez**

LNG.DECANATO.OI.567.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE SOPORTE REGIONAL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN DEPARTAMENTO DE SERVICIOS TÉCNICOS**, presentado por: **Ing. Selvyn Eduardo Velásquez Martínez**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión industrial después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, julio de 2023

AACE/gaoc



**Guatemala, julio de 2023**

LNG.EEP.OI.567.2023

En mi calidad de Directora de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE SOPORTE REGIONAL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN DEPARTAMENTO DE SERVICIOS TÉCNICOS”**

presentado por **Ing. Selvyn Eduardo Velásquez Martínez** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión industrial** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

**Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada**  
**Directora**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**





Guatemala, 12 de noviembre de 2022

**M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti**  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Presente

Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **IMPLEMENTACION DE UN CENTRO DE SOPORTE REGIONAL PARA INCREMENTEAR LA PRODUCTIIVIDAD EN UN DEPARTAMENTO DE SERVICIOS TECNICOS** del estudiante **Selvyn Eduardo Velasquez Martinez** quien se identifica con número de carné **200010669** del programa de Maestria En Gestion Industrial.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

**Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Perez**  
Coordinador  
Maestria En Gestion Industrial  
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala 1 de octubre de 2021

Maestro Ingeniero  
Hugo Humberto Rivera Pérez  
Coordinador Maestría en Gestión Industrial  
Escuela de Estudios de Postgrados de Ingeniería  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Estimado Mtro. Ing. Rivera:


Por medio de la presente hago de su conocimiento que yo Maynor Godoy Arias, acepto asesorar y dar seguimiento al trabajo de graduación del Ingeniero Selvyn Eduardo Velásquez Martínez de la maestría de Gestión Industrial quien se identifica con el CUI: 1949-59740-0101 y registro académico 999005891. El tema de la tesis a presentar se titula:

**Implementación de un centro de soporte regional para incrementar la productividad en un departamento de servicios técnicos.**

Comprometiéndome a dar seguimiento correspondiente durante el proceso de forma ad-honorem.

Sin otro particular.

Atentamente,

  
MsC. Ing. Maynor Godoy Arias  
Colegiado: 12717

**Maynor Godoy Arias**  
**Ingeniero Electricista**  
**Col. 12,717**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser fuente de vida, conocimiento y sabiduría en mi vida.
<b>Mis padres</b>	Egberto Eduardo Velásquez Cifuentes (q. d. e. p.) y América Lorena Martínez González. Por su esfuerzo, amor y apoyo incondicional.
<b>Mi esposa</b>	María Fernanda Sánchez Caballero, por ser motivación, amor y apoyo inagotable.
<b>Mi hija</b>	Mariana Fernanda Velásquez, por su amor y ser mi motivación día a día.
<b>Mis hermanos</b>	Estuardo y Claudia Velásquez, por su apoyo y ser compañía toda la vida.
<b>Mi familia</b>	Por las vivencias y compañía.

## AGRADECIMIENTOS A:

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la <i>alma mater</i> que me dio la oportunidad de superarme.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por todos los conocimientos adquiridos y formación.
<b>Mi asesor</b>	MSc. Ing. Maynor Godoy Arias, por todo su apoyo, seguimiento y amistad.
<b>Mis amigos de la facultad</b>	Por todas las vivencias, buenos momentos y amistad.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XV
OBJETIVOS.....	XIX
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO .....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXVII
1. MARCO REFERENCIAL .....	1
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Servicio .....	5
2.2. Calidad de servicio .....	5
2.3. Departamento de servicio técnico .....	5
2.4. Mantenimiento .....	6
2.5. Tipos de mantenimiento .....	7
2.5.1. Mantenimiento correctivo .....	7
2.5.2. Mantenimiento modificativo .....	8
2.5.3. Mantenimiento preventivo .....	9
2.5.4. Mantenimiento predictivo .....	10
2.6. Indicadores de gestión .....	10
2.6.1. Confiabilidad .....	11
2.6.2. Disponibilidad .....	11
2.6.3. Mantenibilidad .....	11

2.7.	Costos .....	13
2.7.1.	Costos de mano de obra .....	13
2.7.2.	Costos de repuestos .....	14
2.7.3.	Costos de servicios tercerizados .....	14
2.7.4.	Costos financieros .....	15
2.8.	Eficiencia .....	15
2.8.1.	Tipos de eficiencia .....	16
2.9.	Productividad .....	16
2.10.	Soporte técnico .....	17
2.10.1.	Niveles de soporte técnico .....	19
2.10.1.1.	Soporte de nivel 1 .....	20
2.10.1.2.	Soporte de nivel 2 .....	21
2.10.1.3.	Soporte de nivel 3 .....	21
2.10.1.4.	Soporte de nivel 4 .....	22
2.11.	Realidad aumentada .....	22
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
3.1.	Diagnóstico de la situación actual .....	25
3.1.1.	Recopilación de información .....	26
3.1.1.1.	Fuentes de información .....	26
3.1.1.2.	Tipo de información .....	29
3.1.1.3.	Captura de datos .....	29
3.1.1.4.	Informes .....	33
3.1.2.	Análisis inicial .....	35
3.1.2.1.	Procesamiento de información .....	36
3.1.2.2.	Resultados .....	38
3.1.3.	Definición de indicadores .....	41
3.1.3.1.	Tipos de servicio .....	41
3.1.3.2.	Acuerdos de nivel de servicio .....	42

	3.1.3.3.	Indicadores clave .....	43	
3.2.		Dimensionamiento de plan piloto .....	44	
	3.2.1.	Selección de herramientas .....	44	
	3.2.2.	Dimensionamiento centro de soporte .....	46	
		3.2.2.1. Recurso humano .....	47	
		3.2.2.2. Recurso tecnológico .....	51	
		3.2.2.3. Recursos materiales .....	54	
3.3.		Implementación de plan piloto .....	55	
4.		PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	61	
	4.1.	Determinar si la implementación de un centro de soporte regional incrementa la productividad en un Departamento de Servicios Técnicos .....	62	
		4.1.1. Recursos .....	62	
		4.1.2. Herramientas .....	66	
			4.1.2.1. Preferencia utilización cliente .....	66
			4.1.2.2. Efectividad herramienta .....	68
		4.1.3. Productividad .....	70	
	4.2.	Determinar qué porcentaje de casos no pueden ser resueltos a través de un centro de soporte regional .....	75	
	4.3.	Determinar las acciones que se deben ejecutar desde un centro de soporte regional para reducir los tiempos muertos de clientes finales .....	79	
5.		DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	81	
	5.1.	Determinar si la implementación de un centro de soporte regional incrementa la productividad en un Departamento de Servicios Técnicos .....	81	
		5.1.1. Recursos .....	81	

5.1.2.	Herramientas .....	83
5.1.2.1.	Preferencia utilización cliente .....	83
5.1.2.2.	Efectividad herramienta .....	86
5.1.3.	Productividad .....	86
5.2.	Determinar qué porcentaje de casos no pueden ser resueltos a través de un centro de soporte regional .....	87
5.3.	Determinar las acciones que se deben ejecutar desde un centro de soporte regional para reducir los tiempos muertos de clientes finales .....	89
CONCLUSIONES.....		91
RECOMENDACIONES .....		93
REFERENCIAS .....		95
APÉNDICES.....		99

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Ambiente de realidad .....	24
<b>Figura 2.</b>	Estructura organizacional .....	28
<b>Figura 3.</b>	Extracción de datos GMAO .....	35
<b>Figura 4.</b>	Distribución horas reportadas antes de plan piloto .....	38
<b>Figura 5.</b>	SLA por tipo de caso .....	43
<b>Figura 6.</b>	Necesidades proceso de atención .....	45
<b>Figura 7.</b>	Pareto atención de equipos .....	50
<b>Figura 8.</b>	Estructura centro de soporte .....	56
<b>Figura 9.</b>	Flujo comunicación centro de soporte .....	57
<b>Figura 10.</b>	Preferencia en el uso de herramientas .....	68
<b>Figura 11.</b>	Efectividad herramientas .....	70
<b>Figura 12.</b>	Distribución de horas durante piloto .....	72
<b>Figura 13.</b>	Tendencia casos no resueltos .....	76

### TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Unidad de análisis .....	XXIII
<b>Tabla 2.</b>	Matriz diferencia de realidad .....	23
<b>Tabla 3.</b>	Resumen entrevistas aleatorias .....	30
<b>Tabla 4.</b>	Resultados encuestas .....	31
<b>Tabla 5.</b>	Extracción de datos GMAO .....	37
<b>Tabla 6.</b>	Disponibilidad de horas periodo análisis .....	39
<b>Tabla 7.</b>	Herramientas .....	46

<b>Tabla 8.</b>	Ordenes de trabajo por caso .....	47
<b>Tabla 9.</b>	Fuentes de información .....	51
<b>Tabla 10.</b>	Equipos .....	52
<b>Tabla 11.</b>	Tiempos de llamadas .....	63
<b>Tabla 12.</b>	Distribución de llamadas por modelo .....	64
<b>Tabla 13.</b>	Modelo teoría de colas .....	65
<b>Tabla 14.</b>	Preferencia de utilización herramientas.....	67
<b>Tabla 15.</b>	Efectividad de herramientas .....	69
<b>Tabla 16.</b>	Distribución de horas después de plan piloto .....	71
<b>Tabla 17.</b>	Disponibilidad de horas periodo piloto .....	73
<b>Tabla 18.</b>	Resolución de casos por mes .....	75
<b>Tabla 19.</b>	Resolución de casos por modelo .....	78
<b>Tabla 20.</b>	Correlación tiempo atención – casos no resueltos .....	79

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>E</b>	Eficiencia
<b>%</b>	Porcentaje
<b>P</b>	Producto resultante
<b>AR</b>	Realidad aumentada
<b>R</b>	Recursos utilizados



## GLOSARIO

<b><i>Back end</i></b>	Proveniente de la informática y hace referencia a la capa de datos de un <i>software</i> o dispositivo que no es directamente accesible para los usuarios.
<b>Correctivo</b>	Que corrige o atenúa una falla, un defecto o un problema, o es útil para ello.
<b>CSV</b>	<i>Comma separated values</i> . Valores separados por comas. Documento en formato abierto sencillo para representar datos en forma de tabla.
<b><i>Efficientia</i></b>	Palabra del latín derivada de <i>efficiēns</i> que hace referencia al acto de producir o dar origen a algo.
<b><i>Front end</i></b>	Proveniente de la informática y hace referencia a la parte de <i>software</i> que interactúa con los usuarios.
<b>Gafas VR</b>	Accesorios tecnológicos que permiten a los usuarios acceder a una realidad virtual.
<b>GMAO</b>	Gestión de mantenimiento asistido por ordenador.
<b>IVR</b>	Sistema telefónico que es capaz de recibir una llamada e interactuar con el humano a través de

grabaciones de voz y el reconocimiento de respuestas.

<b>Modificativo</b>	Que modifica o sirva para modificar.
<b>Portare</b>	Palabra del latín cuyo significado es llevar.
<b>Predictivo</b>	Aquello que predice o resulta útil para tal fin.
<b>Preventivo</b>	Que previene un mal o un peligro o sirve para prevenirlo.
<b>Realidad aumentada AR</b>	Término que describe un conjunto de tecnologías que permiten al usuario visualizar parte del mundo real en un dispositivo tecnológico con información gráfica añadida.
<b>Realidad mixta RM</b>	Combinación de la realidad virtual y la realidad aumentada.
<b>Realidad virtual</b>	Representación de escenas o imágenes de objetos producida por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real.
<b><i>Service Level Agreement</i> SLA</b>	Acuerdo de nivel de servicio. Acuerdo suscrito entre un proveedor de servicio y su cliente con objeto de fijar el nivel de calidad del servicio.
<b><i>Servitium</i></b>	Palabra del latín que define la actividad de servir.

**Sub**

Palabra del latín cuyo significado está debajo.



## RESUMEN

El soporte técnico es un servicio indispensable para todo proceso productivo. Se depende de este servicio para garantizar la continua disponibilidad de equipos y así poder ser puestos en funcionamiento en cualquier momento que el proceso productivo lo requiera. Ante una falla se requiere que el servicio técnico responda de inmediato para evitar pérdidas no consideradas.

El propósito de esta investigación fue establecer un modelo que permitiera incrementar la productividad del departamento de servicios técnicos, este modelo apunta a implementar cambios en la estructura de atención de tal forma que fuera posible reducir los tiempos muertos que se experimentan en el departamento de servicios técnico y como una consecuencia que los clientes del servicio experimentarían también una reducción de los tiempos muertos. Todos estos tiempos corresponden a tiempos que cada uno de los miembros del equipo técnico invirtió en realizar una tarea que fue considerado un tiempo no efectivo de trabajo o que no aporta valor para la empresa o el cliente.

Para la investigación se utilizó un enfoque cuantitativo y diseño experimental, para su análisis se utilizaron datos obtenidos de la operación diaria antes y durante la implementación del plan piloto, y de la observación en campo apoyada por instrumentos de recolección de datos.

Posterior a la puesta en servicio del plan piloto, el análisis de resultados mostró que el diseño de implementación cumplió con el objetivo de generar un incremento en la productividad del departamento de servicios técnicos alcanzando un crecimiento del 28.1 %.



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Contexto general

En el contexto de la pandemia, muchas empresas se vieron obligadas a restringir el acceso de personal externo a sus instalaciones con el fin de salvaguardar la salud de sus empleados y garantizar la continuidad de su operación bajo estándares de calidad e inocuidad definidos.

En condiciones ideales toda empresa productiva debería ser capaz de resolver cualquier tipo de problema técnico que surja en sus líneas de producción y maquinaria, sin embargo, esto no siempre ocurre en el día a día.

Una falla en una línea de producción o maquinaria provoca una serie de situaciones que afectan compromisos de entregas, productividad, eficiencias, pérdidas económicas, en consecuencia, toda empresa productiva busca evitar estar en estas situaciones a toda costa.

Ante una falla en una línea de producción o maquinaria minimizar el tiempo total de paro es el objetivo por cumplir, pero muchas veces lograrlo no depende solamente del mismo personal técnico planta y por el contrario surge la necesidad de personal externo con un grado de conocimiento que permita dar solución al problema y restablecer la operación de una línea de producción o maquinaria.

La pandemia modificó muchos procedimientos en todas las plantas de producción que de cierta forma han ralentizado la operación, prueba de ello es

que los accesos de personal externo para atender situaciones fueron limitadas y se permitieron normalmente solo aquellas que eran completamente necesarias.

Todas aquellas visitas que finalmente fueron autorizadas debieron cumplir con una serie de requisitos y protocolos que desde un punto de vista productivo consumieron un tiempo valioso.

- Descripción del problema

Enmarcando en lo descrito en el contexto del problema y habiendo tomado como ejemplo una visita externa que se presentó a planta para dar solución a un problema técnico. Cada minuto invertido en cumplir con los nuevos procedimientos para conseguir un acceso a planta se tradujeron directamente en tiempo de producción perdido. Como el ejemplo anterior, se ocurre otra serie de eventos que se traducen también en tiempos muertos.

Dentro de estas otras situaciones están los tiempos invertidos por el equipo técnico en desplazarse de una ubicación A hacia una ubicación B, gestionar documentos o certificaciones necesarias para poder desarrollar un trabajo en planta, ejecutar una visita en donde al estar en sitio se percate que depende de otros recursos para poder dar solución al problema, eventos que impidan la movilidad y una cantidad de variables externas que imposibiliten ejecutar el trabajo.

En síntesis, el problema principal que experimentó la empresa que proporcionó el servicio fue la baja productividad a causa de la acumulación de tiempos muertos que no fueron invertidos en dar solución. Derivado de ello hubo una merma en la cantidad de casos que pudieron ser atendidos en un día por cada recurso disponible.

En contraparte y desde el punto de vista del cliente del servicio técnico, se generó un incumplimiento en los acuerdos de servicio y pérdidas económicas derivadas de no haber contado con un servicio inmediato para solventar el problema y restablecer la producción.

- Formulación del problema

A continuación, se detallan la pregunta central y preguntas auxiliares.

- Pregunta central

¿Cómo incrementar la productividad en un departamento de servicios técnicos?

- Preguntas auxiliares

- ¿La implementación de un centro de soportes regional permitirá incrementar la productividad en un departamento de servicios técnicos?
- ¿Qué porcentaje de casos podrían no ser resueltos desde un centro de soporte regional?
- ¿Qué acciones permiten reducir los tiempos muertos que experimentan los clientes del departamento de servicios técnicos?

- Delimitación del problema

La empresa de análisis de esta investigación tiene como giro de negocio principal la comercialización de maquinaria y equipos de final de línea de producción. La empresa basa sus operaciones en la región de Centroamérica en donde cada uno de los seis países cuenta con una oficina comercial y un departamento de servicios técnico encargado de proporcionar todos los servicios postventa tales como mantenimiento correctivo, preventivo, capacitaciones e instalaciones de maquinaria nueva.

La estructura del departamento de servicios técnicos puede variar de país a país en función de la cantidad de colaboradores que forman el departamento, pero el modelo y procedimientos son comunes en todas las operaciones.

Cada uno de los departamentos de servicios técnicos locales atienden a una cartera de clientes de donde se ha podido identificar que el problema planteado es común en los seis países.

Dado que se ha identificado un problema que es común en las seis operaciones y que las estructuras de los departamentos de servicios técnicos de cada país son prácticamente iguales, se tomaron los seis departamentos como un único departamento de servicios técnicos y que fue foco de esta investigación.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Elaborar una propuesta para incrementar la productividad en un departamento de servicios técnicos.

### **Específicos**

1. Determinar si la implementación de un centro de soporte regional incrementa la productividad en un departamento de servicios técnicos.
2. Determinar qué porcentaje de casos no pueden ser resueltos a través de un centro de soporte regional.
3. Determinar las acciones que se deben ejecutar desde un centro de soporte regional para reducir los tiempos muertos de clientes finales.



## RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se detalla la estructura de investigación utilizada para el proyecto de graduación. Se incluye el desglose desde la fase de investigación hasta la fase de desarrollo y documentación.

- Características del estudio

A continuación, se presentan las características que definieron el estudio del presente trabajo:

- Enfoque

El enfoque de este trabajo de graduación siguió una estrategia que permitió identificar variables críticas para la operación del departamento de servicios técnicos, definir indicadores fundamentales que dieron claridad de cómo se estaban desarrollando las actividades y que permitieron realizar una toma de decisiones efectiva a fin de mitigar todas aquellas que tuvieran una incidencia negativa en la productividad del departamento. El enfoque de la investigación fue cuantitativo ya que las variables analizadas pudieron ser medidas, como por ejemplo la productividad antes y después del plan piloto y tiempos de atención para cada caso.

- Alcance

El alcance de este trabajo fue de tipo explicativo. Durante el desarrollo de la investigación se tuvo como objetivo establecer todas aquellas variables que

permitirán conocer el estado inicial del departamento, para continuar con la implementación de acciones y finalmente determinar si los cambios ejecutados afectaron de forma positiva a la operación del departamento de servicios técnicos y de forma concreta a la productividad.

- Diseño

El diseño del estudio fue de tipo experimental que capturó información a través de la observación y medición de variables obtenidas con datos de la operación diaria. La sistematización para la captura de datos fue uno de los pilares fundamentales para determinar el desarrollo de la implementación, así como el seguimiento constante a través de visitas de campo, entrevistas informales, encuestas a clientes finales, implementación de cambios y análisis de indicadores.

Durante el desarrollo de la etapa de investigación se construyó e interpretó el escenario actual en el que se desarrollan las actividades, acto seguido se aplicaron los cambios propios de la implementación, para finalmente construir el escenario final que permitió elaborar un análisis cuantitativo de los cambios.

- Unidad de análisis

La unidad de análisis fue la productividad del departamento de servicios técnicos y de donde se estableció si cambios en la estructura, procesos y procedimientos permiten incrementar la productividad del departamento de servicios técnicos.

- Variables

La lista de variables de estudio se detalla a continuación:

**Tabla 1.**

*Unidad de análisis*

Nombre de la Variable	Definición teórica	Definición operativa	Indicador
Productividad del departamento de servicios técnicos	Productividad: Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra, equipo industrial. Relación entre lo producido y los medios empleados como mano de obra, materiales, energía, entre otros.	Definir una expresión capaz de medir la productividad del departamento de servicios técnicos y que muestre como resultado una variable cuantitativa comparable en el tiempo,	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Productividad del departamento</li> <li>● Cantidad de horas efectivas de trabajo reportadas</li> <li>● Cantidad horas empleadas en viajes</li> <li>● Casos atendidos diarios</li> </ul>
Cantidad de casos no resueltos a través de centro de soporte	Resolución: Acción y efecto de resolver o resolverse.	Definir una expresión capaz de medir la cantidad de casos procesados sin resolución exitosa y que muestren como resultado una variable cuantitativa comparable en el tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Casos sin resolución</li> <li>● Casos resueltos exitosamente</li> </ul>
Tiempo de atención por caso	Acción: Efecto que causa un agente sobre algo. Resultado de hacer.	Determinar todas las acciones que tengan una incidencia positiva sobre el proceso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Procedimientos</li> <li>● Límites de tiempo</li> </ul>

*Nota.* Lista de variables de estudio. Elaboración propia, realizado con Excel.

La investigación fue segmentada en un total de nueve etapas codesarrolladas a lo largo de ciento ochenta días, las cuales se resumen a continuación:

- Fase 1, recopilación documental

Durante esta etapa se realizó toda la recolección de información asociada al departamento de servicios técnicos abarcando desde la estructura organizativa, administración funciones, procedimientos, indicadores e historia.

- Fase 2, recolección de información

El objetivo principal de esta fase fue entender cómo el personal involucrado en la operación del departamento percibe el problema, para ello se corrió una serie de entrevistas y encuestas. Adicionalmente se revisó todos los recursos empleados internamente para la recolección de información de la operación.

- Fase 3, definición de indicadores

El desarrollo de esta etapa comprendió establecer los indicadores considerados clave a partir de las evidencias recabadas en la fase 2 y los recursos disponibles para sistematizar la toma de información.

- Fase 4, análisis inicial

En esta etapa se desarrolló un primer análisis de cómo las fuentes de perturbación estaban incidiendo sobre la productividad del departamento técnico

y como se encontraba operando el departamento previo a arrancar con el plan piloto.

- Fase 5, puntos críticos de operación

A partir del análisis inicial fue posible identificar las variables más críticas en la operación del departamento técnico. La importancia de identificar estas variables fue establecer en las siguientes etapas las acciones lógicas a seguir para controlarlas.

- Fase 6, selección de herramientas

Teniendo identificadas variables críticas fue posible identificar por herramientas disponibles que ayudarán a mitigar el efecto negativo de estas variables.

- Fase 7, dimensionamiento centro de soporte

Teniendo claridad de los factores que merman la productividad del departamento, las variables que inciden en ellas y las herramientas que pueden ser utilizadas, se definió la estructura inicial para el plan piloto. Esta estructura incluye todo el recurso humano, tecnológico requerido para ponerlo en funcionamiento.

- Fase 8, propuesta de implementación

Esta fase en concreto abarcó la puesta en funcionamiento del plan piloto durante un periodo de tiempo prudente durante el cual se pudo obtener suficiente

información para evidenciar cómo evolucionó y cómo este plan impactó sobre la productividad del departamento técnico.

- Fase 9, documentación

La etapa final abarcó toda la recolección de información asociada a la operación del departamento técnico posterior a la implementación del plan piloto para su análisis y discusión.

## INTRODUCCIÓN

Para explicar el contexto de este trabajo fue importante definir que la productividad de un empleado es la relación entre los objetivos, tareas o metas que se definen para cierto puesto de trabajo, y el tiempo que se ha utilizado para alcanzar estos objetivos, metas o culminación de tareas.

Partiendo de la anterior definición se puede llegar a pensar que un empleado con alta productividad es aquel que reporta una alta cantidad de horas trabajadas, lo cual estaría incorrecto. Por el contrario, la productividad no depende de la cantidad de horas trabajadas por el empleado, más bien depende de cómo cada una de esas horas ha sido utilizada y el provecho que se ha obtenido de ellas.

Incrementar la productividad de un empleado requiere tomar control de otras variables que no están ligada a la cantidad de horas trabajadas, como pueden ser una organización diferente del puesto de trabajo, coaching, procedimientos, entre otros. De forma inversa existe una relación entre la cantidad de horas de trabajo y productividad.

Uno de los objetivos de la investigación fue analizar, entender y plantear acciones que permitan incrementar la productividad de los empleados que conforman el departamento de servicio técnico. De lo anterior el principal costo operativo es el recurso humano que forma un departamento. Es acá donde se vuelve importante maximizar el uso que se le dé a cada hora hombre disponible y obtener la máxima productividad a fin de obtener la mayor rentabilidad.

La operación del departamento de servicios técnicos tiene un nivel de complejidad alto ya que incorpora variables externas que no están en control completamente del departamento, sin embargo, fue posible definir estructuras, lineamientos y proyectos que permitieron minimizar el impacto de estas variables que al final del día redujeron esas horas no efectivas de trabajo.

El concepto de soporte remoto es comúnmente empleado en áreas como la informática en donde el soporte y solución de un problema puedan darse exitosamente sin necesidad que un técnico se encuentre físicamente en el punto. Parte de las preguntas que esta investigación resuelve es confirmar que el concepto puede ser trasladado a otras áreas con el mismo nivel de éxito alcanzado en el área de informática. Un modelo de soporte remoto se estima debe permitir reducir hasta en un 25 % todas esas visitas a un sitio para resolver un problema.

La investigación se desarrolló en un total nueve etapas dando inicio con la recopilación de información asociada a la operación del departamento de servicio técnico. En el desarrollo de la propuesta se realizó un análisis de toda la operación de tal forma que fue posible cuantificar y medir el estado inicial de la operación del departamento. En las etapas intermedias el objetivo fue desarrollar la propuesta de implementación del centro de soporte regional tomando en cuenta para ello las diferentes opciones disponibles para su implementación.

Las etapas finales de la investigación abarcaron el análisis de resultados, interpretación del plan piloto y conclusiones, desde donde fue posible sintetizar que el modelo de soporte planteado es aplicable para otras áreas y cumple con el objetivo principal de incrementar la productividad de un departamento de servicios técnicos y en consecuencia proporcionar un mejor servicio a todos los clientes reduciendo tiempos muertos que experimentaban.

## 1. MARCO REFERENCIAL

La investigación fue desarrollada con información proveniente de una empresa de distribución y comercialización de maquinaria industrial con operaciones en toda Centroamérica y en donde cada filial posee una estructura de servicio técnico operando bajo una división de servicios post venta.

Uno de los factores claves para lograr la fidelización de los clientes y garantizar la recompra de nuevos equipos o partes se basa en ofrecer una buena experiencia posterior a completar todo el proceso de venta.

Un error comúnmente cometido, es pensar que el proceso de venta termina cuando un cliente compra un producto y se lo lleva. El concepto de ofrecer una buena experiencia puede variar acorde a la necesidad de cada cliente, sin embargo, es posible delimitar cuatro áreas que suelen ser común a estas necesidades:

- Soporte

Todo equipo industrial que es sometido a largas jornadas de operación requiere ser atendido constantemente con el fin de ejecutar tareas de mantenimiento preventivo que garanticen su continua operación. Por otro lado, ante una eventualidad el usuario final requiere un soporte excepcional ya que estos eventos ponen en riesgo los objetivos de la operación. De lo anterior, poder ofrecer un servicio técnico excepcional ya sea de ayuda o mantenimiento suele ser una necesidad común de todos los clientes.

- Comunicación

Para conseguir que un cliente se sienta identificado con una marca o servicio es necesario abrir canales de comunicación en donde encuentre una atención personalizada para cada uno de sus requerimientos, en otras palabras, todo cliente necesita sentirse bien atendido.

- Seguridad

Presentar al cliente una política clara en relación con cambios, devoluciones y reclamos suele ofrecer una mejor experiencia. Un reclamo bien gestionado proporciona esa seguridad al comprador que permite respaldar las decisiones tomadas.

- Promoción

Es vital mantener la atención del cliente luego de finalizar un proceso de venta, campañas de promoción y descuentos normalmente dejan saber al cliente la intención de construir relaciones comerciales a largo plazo y con esto se logra la fidelización.

De estas cuatro áreas descritas nuestro foco de atención en esta investigación fue el soporte.

En el pasado se han implementado planes de mejora basados en identificar todos aquellos cuellos de botella que limitan cumplir la promesa ofrecida al cliente. De estos planes fueron identificados una serie de problemas que requieren un plan estratégico para atacarlos y darles solución.

Las atenciones proporcionadas por el departamento técnico se clasifican en casos programados que son todos aquellos donde la dinámica del trabajo requerida permite programar anticipadamente todos los recursos y tiempos de intervención.

La segunda clasificación son todos aquellos casos no programados en donde la dinámica de trabajo normalmente es actuar inmediatamente derivado de un evento no previsto.

Para cada una de estas clasificaciones se definieron tiempos de respuesta o SLA de atención del departamento de servicio técnico los cuales se describen a continuación:

- Casos programados: siete días máximo para inicio de actividades
- Casos no programados: veinticuatro horas máximo para dar solución al problema

Durante los primeros seis meses de implementación de los planes mencionados antes, se observó que el cumplimiento de casos programados estaba por encima del 95 %, mientras que el cumplimiento de casos no programados era variable y nunca supera un 50 % de cumplimiento.

La administración de un departamento puede pasar por alto el cumplimiento de los SLA ocasionalmente debido a la cantidad de proyectos, cargas de trabajo y el manejo inevitable de emergencias que se enfrentan. Teniendo en cuenta que una pérdida de servicio, el incumplimiento o retraso del proveedor de servicio para hacer su trabajo solucionando el problema, podría

resultar en una interrupción grave para el negocio, el cumplimiento de los SLA es una actividad esencial

En sectores como el de informática, es habitual contar con servicios de soporte remoto que ofrecen una atención inmediata a través de una mesa de ayuda, es decir, sin la necesidad de que un técnico se encuentre frente al equipo con problemas. Estudios demuestran que las mesas de ayuda mejoran la satisfacción de los usuarios y permiten tomar decisiones oportunas mediante la definición de métricas.

El fin de esta investigación fue validar que el concepto de mesa de ayuda en sectores como el de tecnologías de la información, también son aplicables a otros sectores en donde habitualmente el soporte se da de forma presencial.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Servicio**

Esta es una palabra que proviene del latín *Servitium* en donde se hace referencia a la acción de servir. Servicio puede describirse entonces como un grupo de acciones que se ejecutan con el fin de servir a alguien. Es decir, prestar algún tipo de asistencia o apoyo a alguien haciendo uso de medios materiales o intelectuales.

### **2.2. Calidad de servicio**

La calidad del servicio puede ser descrita de la siguiente forma.

El concepto de la calidad se extendió en las fases de la vida de un producto o servicio, desde su fabricación hasta el uso por parte del cliente, teniendo el lema de cero defectos. Los productos o servicios no solo tienen que ser aptos para su uso sino deberían superar las expectativas del cliente, teniendo como objetivo satisfacer al cliente desde el inicio hasta el fin.

(Ruiz, 2001, p. 56)

### **2.3. Departamento de servicio técnico**

Dentro de las funciones principales de un departamento de servicio técnico se encuentran todas aquellas actividades relacionadas a la programación,

control, planificación y ejecución de tareas propias de mantenimiento de maquinaria y equipo, cuyo resultado final se espera sea garantizar la continua actividad operativa evitando retrasos en los procesos de manufactura.

## **2.4. Mantenimiento**

Existen varias definiciones para describir el término mantenimiento. Ferry Wireman la describe como “la administración de todos los activos que posee una compañía, basada en la maximización de rendimientos sobre inversión en activos” (Wireman, 2001, p. 23).

Otros conceptos de mantenimiento manifiestan que se trata de conjuntos de actividades.

El mantenimiento consiste en el conjunto de actividades a través de las cuales un equipo o sistema se mantiene o restablece en un estado donde puede realizar sus operaciones; el mantenimiento influye en la calidad de los productos y se convierte en una estrategia para ser competitivos. (Duffuaa, 2010, p. 41)

De forma más general podríamos describir al mantenimiento como la ejecución de un conjunto de actividades o trabajos realizados sobre cualquier máquina, equipo, sistema, entre otros. Con el único fin de que estas continúen operando o bien regresen a un estado operativo para aportar en el proceso para el fin que fueron diseñadas.

## **2.5. Tipos de mantenimiento**

Acorde a la naturaleza de las actividades el mantenimiento puede ser clasificado en dos grandes ramas de las cuales se desprenden otras clasificaciones.

Estas ramas son el mantenimiento correctivo y el mantenimiento preventivo.

La característica principal entre estas clasificaciones es el tiempo en el cual las actividades de mantenimiento tienen lugar. Por ejemplo, todas aquellas actividades que son ejecutadas antes que una falla ocurra pueden ser clasificadas como mantenimiento preventivo. Por el contrario, todas aquellas tareas que toman lugar después de ocurrida una falla se clasifican como mantenimiento correctivo.

Como parte de las subclasificaciones de mantenimientos está el mantenimiento predictivo y el mantenimiento modificativo. El primero se encuentra bajo la rama de los mantenimientos preventivos y el segundo bajo la rama de mantenimientos correctivos.

### **2.5.1. Mantenimiento correctivo**

“Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por usuarios de estos” (García, 2003, p. 17).

En síntesis, este mantenimiento consiste en ir reparando las fallas que se presentan en los equipos a medida que estas van apareciendo. Normalmente, es

el personal a cargo de operar estos equipos los que dan el aviso de que una falla ha aparecido y requiere intervención del personal del departamento técnico para poder restablecerla.

Dado que un mantenimiento correctivo se deriva de un paro no programado, el principal inconveniente de este es que la intervención suele ser de urgencia ya que el fallo aparece mientras el equipo se encuentra en operación o bien en arranque. Esta misma situación puede generar algunos otros problemas como no contar con el recurso humano disponible en el momento que ocurre el evento, lo que finalmente provocará un mayor tiempo de indisponibilidad de los equipos. Como acción de choque directa ante esta última situación, la solución sería tener suficiente recurso humano técnico disponible a fin de poder atender todos estos eventos no previstos. Sin embargo, esto significa un aumento en los gastos directos de los departamentos de servicio técnico.

De forma normal los usuarios operadores del equipo suelen agravar estas fallas al exigir los límites del equipo, hasta que este le impida continuar operando.

### **2.5.2. Mantenimiento modificativo**

Se les conoce así “a las acciones que llevan a cabo mantenimiento, tanto para modificar las características de producción de los equipos, como para lograr una mayor fiabilidad y mantenibilidad de estos” (Navarro, 1997, p. 36).

Este tipo de mantenimientos suele darse en su mayoría durante el proceso de instalación y puesta en servicio de un equipo nuevo. En el proceso se requieren ejecutar adecuaciones de un equipo estándar para acoplarlo a las necesidades propias de una línea de producción o proceso.

Durante la vida útil del equipo también pueden ocurrir situaciones que amerite ejecutar un mantenimiento modificativo. Normalmente este suele ejecutarse para eliminar cualquier causa raíz que genere fallas recurrentes en la máquina.

### **2.5.3. Mantenimiento preventivo**

“Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno” (García, 2003, p. 17).

Navarro afirma que “el mantenimiento preventivo tiene por misión conocer el estado actual, por sistema, de todos los equipos y programar así el mantenimiento correctivo en el momento más oportuno” (Navarro, 1997, p. 32).

Haciendo un resumen de ambos conceptos un mantenimiento preventivo puede decirse que incluye un conjunto de actividades propias de un mantenimiento correctivo, sin embargo, estas son ejecutadas con una planificación oportuna, con el único fin de evitar un paro no programado que impacte a otras áreas de la organización, además de ofrecer ventajas contra otros tipos de mantenimiento como:

- Distribuir de una mejor forma todo el trabajo de mantenimiento evitando sobrecargas o picos de demanda.
- Reducir la frecuencia de paros aprovechando agrupar otras actividades.
- Permite preparar oportunamente insumos y partes para ejecutar las tareas.

- Permite seleccionar el momento más oportuno para ejecutar las tareas propias del mantenimiento.

#### **2.5.4. Mantenimiento predictivo**

“Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad” (García, 2003, p. 17).

Resumiendo, el mantenimiento predictivo se basa en la recopilación de información de variables de los equipos con el fin de encontrar variaciones que permitan tomar decisiones oportunas en cuanto a ejecución de mantenimientos correctivos.

Este tipo de mantenimiento ofrece ventajas frente a otros tipos de mantenimiento como, por ejemplo, la velocidad con la que llega la información es mayor, o en muchos casos instantánea acorde a niveles de automatización. Suele incorporar mucha más información para su análisis que como resultado permite conocer de mejor forma el estado de los equipos.

#### **2.6. Indicadores de gestión**

En la práctica existen varias formas de medir el éxito que se está teniendo en desarrollar actividades propias de un departamento de servicios técnicos. No obstante, con mayor frecuencia se suele encontrar tres indicadores.

Estos tres indicadores son:

- Confiabilidad
- Disponibilidad
- Mantenibilidad

Estos indicadores son utilizados para analizar funciones propias de mantenimiento.

### **2.6.1. Confiabilidad**

Este indicador hace referencia a que tan probable es que un equipo se encuentre operativo y sin fallas mientras le sea requerido funcionar.

### **2.6.2. Disponibilidad**

Este indicador hace referencia a que tan probable es que un equipo se encuentre disponible y listo para ser operado cuando se le requiera.

### **2.6.3. Mantenibilidad**

Esta es una capacidad propia del equipo y hace referencia a la facilidad con que un equipo puede ser retornado a condiciones operativas luego de una falla.

Junto a ellos, existe otra serie de indicadores que están enfocados en medir cómo se relaciona el trabajo con los costos que se generan por llevarlo a cabo. Estos indicadores tienen utilidad en la gerencia y dirección del departamento ya que proporcionan métricas de la gestión económica.

Son cuatro indicadores los más importantes para poder analizar y medir la gestión económica de un departamento de mantenimiento.

El primer indicador nos permite medir la cantidad de dinero que está siendo gastado contra lo que se está produciendo.

$$\text{Indicador 1} = \frac{(\text{Costos totales operativos del departamento})}{(\text{Producción valorada a costes industriales})} \quad (\text{Ec. 1})$$

El segundo indicador nos devolverá como resultado que porcentaje del presupuesto asignado fue gastado en trabajos de un equipo específico.

$$\text{Indicador 2} = \frac{(\text{Costos acumulados-secciones-instalaciones})}{(\text{Costo presupuestado})} \quad (\text{Ec. 2})$$

El tercer indicador dará como resultado que cantidad de dinero está siendo gastado contra lo que se está produciendo, pero tomando en cuenta también otros gastos que se generen por alguna falla.

$$\text{Indicador 3} = \frac{(\text{Costos operativos+costos por paro})}{(\text{Producción valorada a costes industriales})} \quad (\text{Ec. 3})$$

El cuarto indicador nos devuelve como resultado una relación de costos propios del recurso humano utilizado.

$$\text{Indicador 4} = \frac{(\text{Costos de personal indirecto})}{(\text{Costos de personal operativo})} \quad (\text{Ec. 4})$$

Para calcular estos indicadores es necesario conocer la estructura de costos involucrados en la operación del departamento de servicios técnicos.

## **2.7. Costos**

En relación con los costos estos pueden segregarse en cuatro tipos principales acorde a la naturaleza de este.

Estos son:

- Costo de mano de obra
- Costo de los repuestos
- Costo de servicios tercerizados
- Costos financieros

Es importante aclarar que al utilizar esta estructura de costos se deja por fuera todos aquellos que pudieran generarse a consecuencia de una falla.

### **2.7.1. Costos de mano de obra**

De forma proactiva todas las empresas buscan tener un control de este rubro y maximizar su uso para garantizar la mayor productividad de sus equipos de trabajo.

Algunos estudios han identificado que cerca de un setenta por ciento de los gastos del departamento de mantenimiento corresponden al pago de planillas de personal, es decir la mano de obra del departamento asumiendo que no se subcontratan servicios.

Los costos por mano de obra incluyen todas aquellas remuneraciones que percibe un colaborador por desempeñar un trabajo dentro del departamento. Esto

debe incluir cualquier tipo de salarios, cargas sociales como seguros, fondos de pensiones, pasivos, entre otros.

Para poder llevar un control de estos gastos se deben implementar documentos o sistemas para sistematizar el seguimiento tales como órdenes de trabajo, control de tiempo, reportes, entre otros.

De este tipo de costos es muy importante mencionar que es fundamental para un departamento, conocer el costo medio por hora hombre que tiene disponible. Este dato permitirá conocer o estimar el costo de cada una de las intervenciones y a partir de allí analizar y proponer proyectos de mejora.

### **2.7.2. Costos de repuestos**

Acá se agrupan todos aquellos costos asociados a materiales, partes, productos que sean utilizados para prestar el servicio de mantenimiento.

Para aclarar, cualquier material usado acá se entendió que no sufre ningún proceso de transformación. Si alguno de estos materiales fuera sometido a un proceso como el descrito entonces podrían considerarse materia prima propia de un proceso productivo, por ejemplo.

### **2.7.3. Costos de servicios tercerizados**

Se debe incluir todos aquellos costos que tengan una relación directa con las actividades del departamento, es decir que tengan relación con cualquier tipo de mantenimiento ejecutado tanto preventivo como correctivo.

#### 2.7.4. Costos financieros

Dentro de estos costos suelen agruparse todos aquellos relacionados a amortizaciones derivadas de adquisiciones de activos o herramientas costosas para el departamento, depreciaciones, y cualquier otro similar que se trate de un desembolso de capital asociado directamente el departamento.

#### 2.8. Eficiencia

El término eficiencia tiene su origen en el latín *efficientia* y este término hacía referencia a la habilidad de contar con algo para alcanzar un objetivo y lograr un resultado. El término está también relacionado a la capacidad de poder utilizar recursos de una forma racional para llegar a cumplir un objetivo utilizando para ello el menor tiempo posible y el mínimo de recursos disponibles.

Cuando se menciona recursos se entiende estos son de tipo humano, tecnológicos, financieros, físicos, entre otros. Mientras mejor sea el aprovechamiento de este tipo de recursos, mayor será la eficiencia al completar la tarea definida.

La eficiencia puede ser medida o definida acorde al contexto o rubro al que se desea aplicar, pero en todos los casos se puede calcular a través de la siguiente expresión matemática.

$$E = \frac{P}{R} \quad (\text{Ec. 5})$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{(\text{Producto resultante})}{(\text{Recursos utilizados})} \quad (\text{Ec. 5})$$

### **2.8.1. Tipos de eficiencia**

Existen varios tipos de eficiencia y estos están relacionados al tipo de rubro de nuestro interés. De forma muy general los tres principales tipos de eficiencia son:

- Eficiencia por costos

Esta eficiencia hace referencia a la capacidad de un objetivo para obtener el menor costo y logrando la mayor cantidad posible de producción.

- Eficiencia por ingresos

Esta eficiencia hace referencia a conseguir la mayor cantidad posible de ingresos valorando el costo de los factores y el precio total del artículo para ser comercializado.

- Eficiencia por beneficios

Esta eficiencia busca conseguir el mayor beneficio posible y minimizar los costos. Es decir, obtener el máximo de ingresos posibles.

### **2.9. Productividad**

El concepto de productividad es descrito de la siguiente forma.

La productividad se puede definir como la relación entre lo producido y los recursos utilizados para genera un producto en específico, se suele hablar de productividad de los materiales, de equipos, y de la mano de obra,

siendo este último aspecto de los más importantes a tomar en cuenta ya que para lograr un aumento en la eficiencia del trabajo, es necesario un aporte alto de todas las partes que pueden afectarla. (Serpell, 1986, p. 53)

En palabras más coloquiales podríamos traducir que la productividad es una medida de cómo se relaciona lo que se produce y lo que se gasta. Hablando de servicios, también podríamos afirmar que la productividad nos serviría para evaluar el rendimiento de los equipos de trabajo y los empleados.

A partir de este concepto y para textualizar en el caso de estudio, se define la productividad para un departamento de servicio técnico como la eficiencia con que se utilizan los recursos como la mano de obra, materiales, herramientas y equipos, para llevar a cabo actividades que permitan restablecer o garantizar la operación continua de otros equipos.

La productividad puede describirse por la siguiente ecuación matemática en la cual se define como producto a los bienes o servicios y los insumos como el costo de mano de obra, materiales, entre otros.

$$Productividad = \frac{(Producto)}{(Insumos)} \quad (Ec. 6)$$

## **2.10. Soporte técnico**

La palabra soporte tiene su origen en el latín y que nace de la unión de dos vocablos. El prefijo *sub* que significa debajo y el verbo *portare* que significa llevar.

Al unir las dos palabras se puede describir el soporte como la acción de llevar o sostener por debajo algo. Otro significado válido sería dar sustento o servir de puntual para un objeto o una acción.

El soporte técnico también es conocido como asistencia técnica. Ambos conceptos pueden ser descritos como las acciones que una empresa lleva a cabo para que sus clientes puedan hacer uso de sus productos o servicios y mantener así las condiciones operativas bajo las cuales se concretó una venta.

El soporte técnico tiene como fin principal ayudar a todos los usuarios finales de un producto o servicio para que resuelvan problemas, dudas o nuevos requerimientos que puedan tener.

El soporte técnico puede ser brindado a un cliente por diferentes medios, como por ejemplo el soporte en sitio, vía correo electrónico, vía llamada telefónica, chats, *software* de aplicación, entre otros. Cada uno de estos medios ofrece ventajas y desventajas que afectan tanto al cliente como a la empresa que proporciona el servicio. De la misma forma todos podrían presentar diferentes resultados al ser aplicados, algunos de ellos pueden ser más eficientes que otros.

Con el paso del tiempo y el desarrollo de la tecnología se ha marcado una tendencia a convertir los servicios de asistencia técnica en virtuales o de forma remota para algunos sectores de la industria, en donde destacan principalmente el informático.

### **2.10.1. Niveles de soporte técnico**

El concepto de niveles de soporte está desarrollado para todas aquellas empresas que prestan este servicio en el sector informático, sin embargo, el concepto puede homologarse para otras industrias.

Se dice que los niveles de soporte técnico aparecen cuando existe una organización bien delimitada en el área técnica. Esta misma organización marca el dominio que miembros del equipo o subáreas, puedan tener sobre un producto o servicio. Esto quiere decir que, algunos miembros o áreas del equipo puedan ser más eficientes y eficaces para atender una solicitud, acorde a la naturaleza de esta. Suena lógico entonces segmentar estas solicitudes para que puedan ser direccionadas y atendidas por aquellos miembros o subáreas con mayor probabilidad de éxito en la resolución.

Establecer un sistema multinivel en lugar de un solo nivel de soporte tiene como única finalidad ofrecer a un cliente el mejor nivel de servicio y que este se preste de la forma más eficiente que sea posible. Es por eso que al establecer niveles de soporte va de la mano con el tipo de negocio que se preste o bien el tipo de cliente que solicite ese soporte.

No existe un número de niveles predefinido, la cantidad de niveles suele establecerse en función de las necesidades del negocio, los objetivos que se definan, la necesidad de los clientes, la dinámica de interacción, los medios disponibles.

De forma general o más comúnmente se delimitan cuatro niveles de soportes, en donde tres de ellos funcionan de forma interna a la organización.

### **2.10.1.1. Soporte de nivel 1**

Este nivel de soporte es conocido de distintas formas, entre las cuales se encuentra nivel inicial, *front end*, primera línea, incidencias básicas, línea 1 de soporte, y todas aquellas oraciones que puedan definir el punto de partida para una interacción de soporte técnico.

Este nivel de soporte tiene como principal objetivo recolectar toda la información para posteriormente analizarla y determinar la prioridad con la que la incidencia debe ser atendida. Aquí también se debe determinar o entender qué es lo que está ocurriendo y posterior a ello, definir posibles causas que producen la incidencia.

Una vez que el problema fue identificado se inicia con el verdadero proceso de soporte en el cual, de forma ordenada, se siguen una serie de pasos preestablecidos para intentar solucionar el problema identificado. La característica de los problemas resueltos en este nivel de soporte suele ser básicos y de complejidad baja con procedimientos fáciles de seguir para el usuario final.

El personal asignado a este nivel de soporte puede tener un nivel de conocimiento básico o general del producto o servicio. En la práctica se ha logrado identificar que cerca del 70 % de las incidencias que llegan a soporte técnico pueden ser resueltas en este nivel.

### **2.10.1.2. Soporte de nivel 2**

Dentro del nivel de soporte 2 se requiere incluir a personal que se encuentre mejor calificado y que tenga mucho mayor experiencia, lo normal es tener personas ya especializadas en áreas específicas.

En este nivel pasan todas aquellas incidencias que no pudieron ser resueltas en el nivel 1 y en donde la atención es similar a la del nivel 1, con la diferencia que ahora se encuentra al frente alguien que tiene mayor experiencia en el producto y por tanto la probabilidad de éxito para resolver el problema se incrementa. En este nivel se siguen también pasos acordes a las características del problema.

### **2.10.1.3. Soporte de nivel 3**

Este nivel también es conocido como *back end*. Dentro de este nivel se encuentra todo el personal que es reconocido en la categoría de expertos en un producto o servicio. Normalmente el personal en este nivel ha pasado por un proceso exhaustivo de entrenamiento y suelen tener largas horas de experiencia en campo.

Como función principal, el personal en este nivel funciona como soporte para el personal de los niveles 1 y 2 además de atender directamente incidencia clasificadas como complejas.

En este nivel también se llevan a cabo tareas de investigación y desarrollo para poder dar solución a problemas nuevos o desconocidos

#### **2.10.1.4. Soporte de nivel 4**

Comúnmente en este nivel se colocan todas aquellas incidencias que no pueden ser atendidas y solucionadas por la propia empresa. Esta incidencia requiere ser tratada por un tercero externo a la empresa que normalmente es el fabricante del producto.

Acorde a las características y dimensiones de la empresa puede existir un quinto nivel de soporte con las características mencionadas anteriormente y en su lugar para el nivel 4 se estaría haciendo referencia a un soporte presencial en las instalaciones del cliente solicitante.

#### **2.11. Realidad aumentada**

También conocida como AR, el término es utilizado para describir a un conjunto de herramientas o tecnologías a través de la cual se agregan capas de información visual sobre el entorno que nos rodea o mundo real.

En otros términos, la realidad aumentada permite incluir a la realidad una componente virtual en donde elementos físicos tangibles se mezclan con elementos virtuales en tiempo real.

El término realidad aumentada fue acuñado por Tom Caudell en el año 1992 y fue utilizado para describir a todas aquellas aplicaciones que estaban siendo utilizadas para resolver problemas en la industria y el diseño para dar apoyo en el montaje de cableados eléctricos complejos.

Hoy día el concepto de realidad aumentada se encuentra aún en desarrollo, a medida que pasan los años los proyectos van madurando en conjunto con los avances en tecnología de computación y visualización.

El concepto de realidad aumentada usualmente se confunde con el término realidad virtual, existe una gran diferencia entre ambos ya que la realidad virtual se limita a aislar el mundo real mientras que la realidad virtual mezcla ambos mundos, el virtual y el real.

Existe un tercer concepto conocido como realidad mixta o realidad híbrida. Este concepto define la convivencia de la realidad aumentada y la realidad virtual en un mismo plano, es decir que se permite la creación de nuevos espacios en donde interactúan objetos y personas, estos pueden ser virtuales o reales. En otras palabras, cuando nos referimos a nuevos espacios hablamos en concreto de la migración del mundo real a un mundo virtual que a su vez genera un modelo en tres dimensiones de la realidad donde se superpone la información virtual.

La siguiente tabla muestra los entornos, dispositivos, conceptos de cada una de las realidades descritas anteriormente:

**Tabla 2.**

*Matriz diferencia de realidad*

<b>Tipo</b>	<b>Donde se desarrolla</b>	<b>Concepto</b>	<b>Dispositivos</b>
<b>Realidad aumentada (AR)</b>	Mundo o ambiente reales	Se superponen capas de información virtual en el mundo real	Teléfono móvil, Tablet, PC, cámara, pantallas.

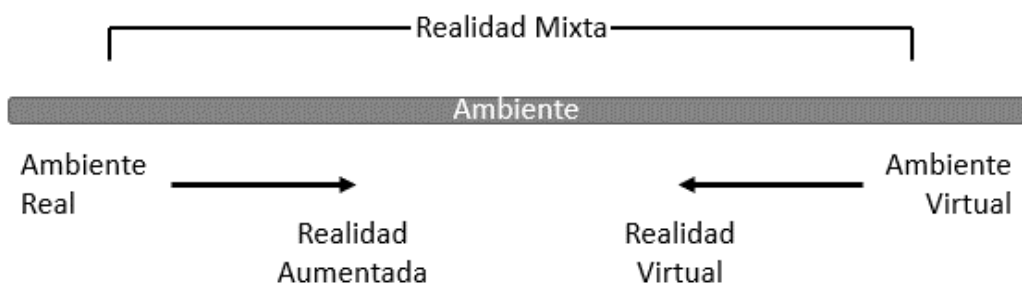
Continuación de la tabla 20.

Tipo	Donde se desarrolla	Concepto	Dispositivos
<b>Realidad virtual (VR)</b>	Mundo o ambiente virtuales	Se construye un mundo nuevo en el que el ser humano se sumerge	Dispositivos específicos como gafas VR
<b>Realidad mixta (MR)</b>	Mundo o ambiente virtuales	Se construyen nuevos espacios virtuales donde interactúan objetos y personas, reales y virtuales	Dispositivos de AR y VR

*Nota.* Matriz diferencia de realidades. Elaboración propia, realizado con Excel.

### Figura 1.

*Ambiente de realidad*



*Nota.* Representación gráfica del ambiente de realidad. Elaboración propia, realizado con PowerPoint.

### **3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Toda la investigación siguió una estrategia de identificación de variables críticas para la operación del departamento de servicios técnicos. Se consideraron variables críticas a todos aquellos factores que tienen una incidencia sobre la productividad del departamento técnico, fuese esta positiva o negativa.

A partir de la identificación de las variables críticas fueron creados todos los indicadores para poder hacer un análisis comparativo y medir la evolución del plan piloto implementado. El enfoque de toda la investigación se basó en un estudio cuantitativo.

Para el alcance de la investigación se definió que sería de tipo explicativo. Para ello se desarrolló un plan piloto con el cual introdujo cambios a la estructura de operación del departamento de servicios técnicos. Este plan piloto permitió proponer una solución al problema central de la investigación y en consecuencia medir el nivel de acción alcanzado de la solución propuesta.

#### **3.1. Diagnóstico de la situación actual**

Como en todo proyecto, fue necesario entender cuáles son los beneficios o necesidades que son cubiertas con la implementación, para ello normalmente se conoce de antemano las necesidades.

Tener claridad de la situación actual del departamento de servicios técnicos fue fundamental para cubrir la necesidad que se presentaba. En este

estudio se tuvo claro que el principal problema que se experimentaba era la baja productividad del departamento técnico, pero hubo factores adicionales que complementaron el problema principal.

El departamento de servicios técnicos en estudio pertenece a una empresa con operaciones en Centroamérica en el rubro de distribución de maquinaria y equipo. A lo largo del desarrollo de la investigación se hizo referencia al departamento técnico como una única estructura, sin embargo, esta estructura operativa se compone de seis equipos distribuidos en seis países y que están formados por una jefatura técnica y un número variable de técnicos acorde al tamaño de la operación.

La información recolectada y analizada que modeló el estado inicial de la operación fue agrupada en cuatro secciones las cuales se describen a continuación.

### **3.1.1. Recopilación de información**

Para esta etapa de la investigación se planteó el objetivo de recolectar toda la información disponible y que pudiera llegar a ser de interés en el proceso de investigación, independientemente del tipo y origen que esta tuviera. Toda la información y métodos de recolección fue segmentada y organizada de la forma descrita a continuación.

#### **3.1.1.1. Fuentes de información**

En el proceso de proporcionar un servicio técnico a un cliente existieron diversos departamentos involucrados, cada uno de ellos pudo tener una percepción distinta de la forma en que se estaban desarrollando las actividades

y por tanto tuvieron distintos enfoques para el problema de productividad que fue el punto central de la investigación.

Identificar todas las fuentes de información permitió enfocar los esfuerzos en un grupo de individuos y recursos para obtener toda esa información cruda que dio visibilidad de todas las causas que interfieren en el objetivo de alcanzar un nivel de productividad.

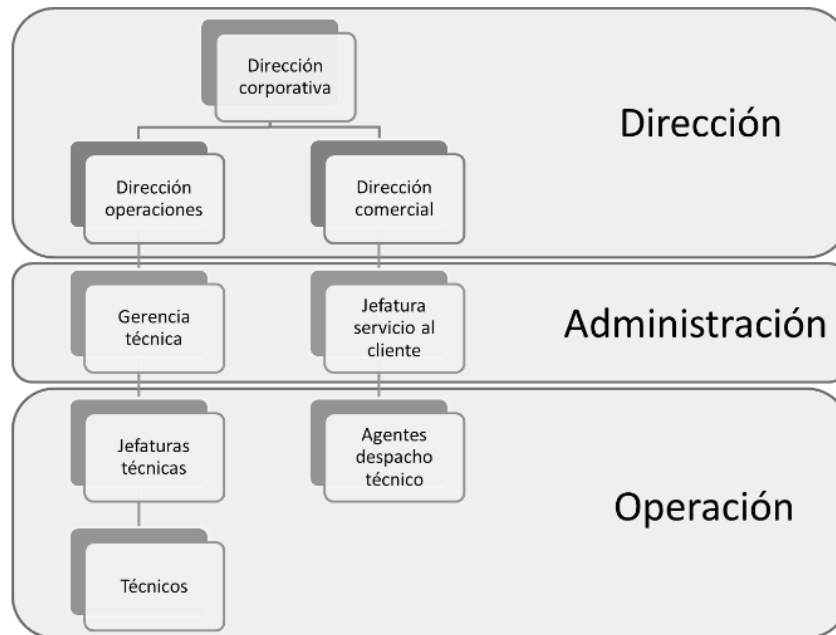
La identificación de fuentes tuvo como punto de partida la revisión del organigrama de la organización e identificación de todas aquellas posiciones que son de tipo operativo y están relacionadas directamente con la ejecución de un servicio de asistencia técnica.

De esta etapa se identificaron las siguientes fuentes de información y como estaba compuesta su estructura:

- 6 jefes técnico
- 14 técnicos senior
- 15 técnicos junior
- 12 técnicos *trainee*
- 4 agentes de despacho técnico

**Figura 2.**

*Estructura organizacional*



*Nota.* Estructura organizacional de la empresa foco del estudio. Elaboración propia, realizado con PowerPoint.

El anterior diagrama, muestra las posiciones asociadas a la operación, administración y dirección de la empresa.

Luego de completar esta tarea, se hizo una revisión de todos aquellos recursos no humanos que intervienen en el proceso de prestación de un servicio de asistencia técnica y que pudieran proporcionar información para el análisis de la situación actual. Se encontraron los siguientes recursos que también pasaron a formar parte de las fuentes de información:

- Resultados de encuestas a clientes
- GMAO departamento técnico

- Indicadores del área

### **3.1.1.2. Tipo de información**

Luego de identificar las fuentes de información y evaluar la información disponible para su análisis, se determinó que todos los datos permiten generar análisis numéricos, por tanto, se consideraron óptimos para dar un enfoque cuantitativo al problema de estudio.

### **3.1.1.3. Captura de datos**

La captura de datos fue estructurada acorde al tipo de fuente de información. Las primeras fuentes de información utilizadas fueron todas las personas involucradas en la operación del departamento técnico. Con todas ellas se practicaron entrevistas aleatorias utilizando el instrumento del apéndice 1.

El objetivo de las entrevistas fue determinar factores que limitaban el cumplimiento de los acuerdos de servicio pactados con los clientes, situaciones que limitaban el desarrollo de su trabajo y una percepción de cómo el cliente veía su trabajo.

Las entrevistas mostraron respuestas comunes en los entrevistados de cómo los ejecutores del servicio percibían cómo se estaba desarrollando la actividad y qué factores limitan su desarrollo. Los datos fueron tabulados y se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.***Resumen entrevistas aleatorias*

No.	Pregunta	Respuestas
1	Cómo se relaciona su trabajo con la atención a los clientes del departamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directamente, es la forma en la que el cliente percibe la calidad del servicio post venta</li> <li>• Mi trabajo es uno de los principales factores que el cliente mide para calificarnos como proveedores</li> <li>• La experiencia del cliente posterior a la facturación del equipo depende de mi trabajo</li> </ul>
2	Considera que el servicio prestado a los clientes del departamento está en línea con sus expectativas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No en todos los casos</li> <li>• En la mayoría de los casos</li> <li>• En algunos casos solamente</li> </ul>
3	Qué condiciones usted intentaría mitigar para mejorar el servicio hacia el cliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar los trabajos en la máquina del cliente más rápidamente, demoramos mucho en iniciar la atención</li> <li>• La cantidad de técnicos disponibles para atender casos</li> <li>• Responder más rápido a la necesidad del cliente</li> </ul>
4	Enumere los puntos que son más dolorosos para el cliente cuando se presta un servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo que debe esperar para conseguir soporte</li> <li>• No poder resolver inmediatamente el problema</li> <li>• Procesos administrativos para la coordinación del servicio</li> </ul>
5	Hay factores internos propios del departamento que cambiaría para mejorar el nivel de servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la cantidad de técnicos</li> <li>• Tener disponibles todos los repuestos inmediatamente</li> <li>• Tiempos de despacho de productos</li> </ul>
6	Hay factores externos al departamento que afectan el desarrollo de su trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La distancia de las oficinas con el cliente</li> <li>• El tráfico de la ciudad</li> <li>• La disponibilidad del cliente</li> </ul>
7	Si usted fuera el cliente que pediría del departamento de servicio técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atención inmediata</li> <li>• Buscar como resolver mi problema más rápidamente</li> <li>• Incrementar la confiabilidad de los equipos</li> </ul>
8	En una semana normal de trabajo que cantidad de horas estima que son usadas para trabajo efectivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerca del 60 %</li> <li>• Más del 80 %</li> <li>• Alrededor del 75 %</li> </ul>
9	Puede identificar factores que no le permitan tener más horas efectivas de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos para ingresar a planta</li> <li>• Tráfico y distancias</li> <li>• Tareas administrativas</li> </ul>

Continuación de la tabla 3.

No.	Pregunta	Respuestas
10	Cuántas horas promedio considera trabaja en una semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alrededor de 45 horas</li> <li>• Más de 50 horas</li> <li>• Cerca de 50 horas</li> </ul>

*Nota.* Instrumento de entrevistas. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para ampliar la muestra se creó y aplicó un segundo instrumento a todo el personal técnico, jefaturas técnicas y agentes de despacho técnico.

**Tabla 4.**

*Resultados encuestas*

No.	Pregunta	Calificación
1	Que tan negativo es el tráfico para llevar a cabo una atención técnica dentro del perímetro de la ciudad	4
2	Que tan negativo es el tráfico para llevar a cabo una atención técnica fuera del perímetro de la ciudad	3
3	Cómo califica la calidad de información que recibe antes de atender un caso	3
4	Cómo califica los procesos internos que se necesitan cumplir antes de atender a un caso	3
5	Qué tan rápido se desarrollan los procesos internos previo a una atención	3
6	Tiene disponibles todas las herramientas necesarias para resolver el problema de un cliente rápido	4
7	Con qué frecuencia el cliente cancela una atención	1
8	Con qué frecuencia se encuentra que el problema reportado ya fue resuelto	2
9	Que cantidad de los casos que atiende se hubieran podido resolver sin hacer una visita a planta	5
10	Con qué frecuencia tiene problemas para desplazarse hace una planta por falta de recursos (vehículos)	1

Continuación de la tabla 4.

No.	Pregunta	Calificación
11	Con qué frecuencia el cliente no está disponible para atenderlo	2
12	Cómo considera es el tiempo que emplea para ingresar a una planta una vez llega al sitio	5
13	Que tan engorrosos son los procesos para ingresar una planta de cliente	5
14	En su experiencia que tan bueno considera que es implementar un centro de soporte regional	4
15	Que tanta aceptación cree que un cliente pueda tener a recibir atención virtual	2

*Nota:* Tabulación resultados de encuestas. Elaboración propia, realizado con Excel.

La tabla anterior muestra los resultados obtenidos de la encuesta en donde la ponderación utilizada fue 1 para muy bajo, 2 bajo, 3 regular, 4 alto y 5 muy alto.

Los puntos principales para considerar fueron seleccionados de las puntuaciones más altas obtenidas, siendo estos:

- La experiencia del equipo considera que un muy alto número de casos pudieron haberse resuelto sin necesidad de hacer una visita a la planta del cliente.
- Consideran que el tiempo empleado para ingresar a una planta una vez se encuentren en el sitio es muy alto.
- Consideran que los nuevos procesos para ingresar a planta son muy engorrosos.

- Consideran que el tráfico tiene un impacto alto al momento de proporcionar un soporte.
- Consideran que no tienen todas las herramientas necesarias para solucionar un problema del cliente de forma rápida.
- Consideran que en su experiencia la implementación de un centro de soporte es bueno para la operación del departamento.

Luego de revisar y procesar las entrevistas y encuestas, se pasó a revisar la información disponible en las encuestas de clientes, *software* GMAO e indicadores del área.

Las encuestas de clientes mostraron un nivel de satisfacción aceptable por parte de todos los clientes, sin embargo, esta información fue descartada para la investigación ya que los datos más recientes provienen del año 2019 donde aún la pandemia no afectaba la operación del departamento de servicios técnicos.

Con relación a los indicadores del área, todos ellos fueron contruidos a partir de la información capturada a través del GMAO. Esta batería de indicadores buscaba medir la promesa de atención al cliente principalmente. Se consideró el GMAO como la única fuente de información cuantitativa ya que esta daba origen también a los indicadores del área.

#### **3.1.1.4. Informes**

Todos los informes que dieron forma al análisis inicial fueron generados desde el GMAO del departamento técnico. Este GMAO es de la marca Valuekeep y está basado en la nube. Para su operación cada uno de los miembros del

equipo técnico recibe una orden de trabajo en su dispositivo móvil a través de la cual, ejecuta todas las tareas asignadas y alimenta la información relacionada a su trabajo. Esta información comprende también las horas de desplazamiento y las horas efectivas de trabajo para la atención de un caso.

Aunque el GMAO no posee un módulo para la construcción de reportes personalizados, si es posible extraer toda la información a través de dos diferentes medios.

- Extracción de información cruda en un archivo de valores separados por comas, CSV.
- Extracción a través de consultas directas a la base de datos de Valuekeep y posterior procesamiento en *software* para generación de reportes.

En el desarrollo de la etapa se optó por la extracción de información a través de archivos CSV ya que la segunda opción requiere recursos adicionales del departamento de informática para llevar a cabo la integración.

El informe generado incluyó los meses de enero, febrero y marzo de 2022. Como parte de la información se extrajeron los siguientes datos:

- Número de orden de trabajo
- Descripción de la orden de trabajo
- Fecha de creación
- Fecha de atención
- País
- Prioridad
- Fecha inicio del SLA

- Fecha fin del SLA
- Tiempo total registrado
- Tiempo utilizado en trabajo en planta
- Tiempo utilizado para desplazamientos

**Figura 3.**

*Extracción de datos GMAO*

The screenshot shows the Valuekeep software interface for GMAO. The main title is 'Mano de Obra'. Below it, there are filters and a date range 'Fecha Prevista 01/08/2022 - 06/10/2022'. A search bar contains '(Orden de Trabajo, Descripción)'. A table lists work orders with columns: Orden de Tr..., Descripción, DescripciónNP, Tipo de OT, LocalizaciónN, Tipo..., Activo, and Taller. The table contains four rows of data.

Orden de Tr...	Descripción	DescripciónNP	Tipo de OT	LocalizaciónN	Tipo...	Activo	Taller
0000012688	LEVANTAMIENTO ESTATUS EQUIPOS SDX40- DIANA	Programadas	Otros	SV-DIANA		PRODUCTOS ALIMENTICIOS DIANA	Mant - El Salvad
0000012768	Pruebas presentación frijol New Pack	Programadas	Instalación Máquina nueva	GT-NEWPACK		DEPOSITO EL PROGRESO S.A.	Mant - Guatemc
0000012757	Arranque Nestlé Semana 31	Programadas	Preventivo	GT-NESTLEGT-ANT		NESTLE ANTIGUA	Mant - Guatemc
0000012816	SEGUIMIENTO A TURNO DIURNO LACTHOSA 1/8/2022	Programadas	VISITA SEGUIMIENTO	HN-LACTHOSA-YG		LACTHOSA YOGURT	Mant - Hondura:

*Nota.* Captura de pantalla del *software* de gestión de mantenimiento GMAO. Elaboración propia, realizado con Snagit.

### 3.1.2. Análisis inicial

Para realizar el análisis inicial de la operación del departamento de servicios técnicos, fue necesario desarrollar la tarea en dos partes, la primera correspondió al procesamiento de la información ya que como se describió anteriormente esta información fue generada en un archivo de datos crudos que requieren un procesamiento previo a su análisis.

La segunda parte de la tarea correspondió a la interpretación de los resultados del análisis inicial.

### **3.1.2.1. Procesamiento de información**

La información extraída contenía un total de 5611 registros que corresponden principalmente a los tiempos registrados en cada una de las órdenes de trabajo ejecutadas entre el 1 de enero de 2022 y el 31 de marzo de 2022. Algunos de los registros pertenecen a una misma orden de trabajo ya que un registro corresponde a una fracción de tiempo reportado.

Las fracciones de tiempo se declararon en el sistema en función de su origen, para ello se segregaron en tres categorías posibles la cuales fueron:

- Tiempo de trabajo
- Tiempo de viaje
- Tiempo de comida

La categoría tiempo de trabajo segrego todos los tiempos que el equipo técnico emplea para ejecutar una tarea frente a un equipo, toma de capacitaciones, tareas administrativas de liquidación de gastos, entre otros. En resumen, todo aquel tiempo que fue invertido para una tarea necesaria para la operación.

La categoría tiempo de viaje segregó todos los tiempos que no fueron efectivos de trabajo, acá se incluyeron los tiempos de traslado, tiempos de espera para ingresos a plantas, tiempo para certificar ingresos, tiempos en charlas y nuevos procesos de ingreso, entre otros.

La categoría tiempo de comida segregó todos los tiempos utilizados para que el equipo técnico ingiera sus alimentos siempre que se encontraran en medio de la ejecución de una orden de trabajo, es decir fuera de taller u oficinas.

Finalmente se realizó la conversión de formato de datos para pasar el tiempo acumulado expresado en horas: minutos: segundos, a un formato de tiempo en horas y fracciones de hora. Se insertaron todos los datos dentro de una tabla dinámica para hacer más fácil su organización y análisis.

La tabla de datos abajo muestra la distribución de horas en los tres meses analizados. Se puede observar que para el periodo analizado se registraron un total de 13,483.38 horas reportadas y la cantidad acumulada por cada una de las categorías descritas anteriormente.

**Tabla 5.**

*Distribución de horas antes de plan piloto*

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>TRA.EXTRA-ES</b>	<b>TRA.FESTIVA-ES</b>	<b>TRA.NORMAL-ES</b>	<b>Total</b>
Tiempo de comida	6.10	4.62	162.85	173.57
Tiempo de trabajo	681.45	87.23	7785.08	8553.77
Tiempo de viaje	782.08	18.28	3955.68	4756.05
<b>Total</b>	<b>1469.63</b>	<b>110.13</b>	<b>11903.62</b>	<b>13483.38</b>

*Nota.* Distribución de horas antes de la implementación del plan piloto. Elaboración propia, realizado con Excel.

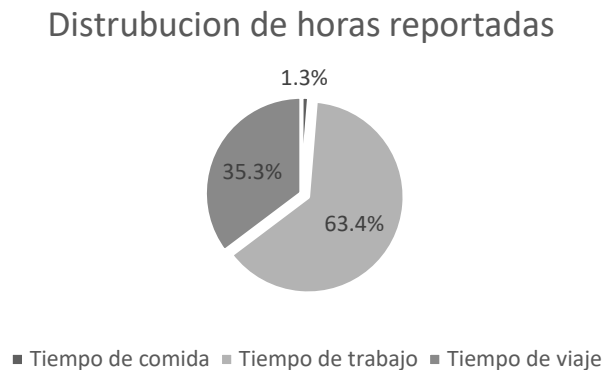
La tabla anterior muestra adicionalmente a las categorías, la franja en la cual cada una de las horas fueron empleadas, es decir todas las horas reportadas en un horario normal de trabajo, todas las horas reportadas en un horario extraordinario de trabajo y todas las horas reportadas en un horario festivo.

### 3.1.2.2. Resultados

Posterior al procesamiento de la información se realizaron los cálculos y análisis de la operación. Las horas reportadas en el GMAO siguieron una distribución acorde a la siguiente gráfica.

#### Figura 4.

*Distribución horas reportadas antes de plan piloto*



*Nota.* Gráfico distribución de horas reportadas por el equipo técnico. Elaboración propia, realizado con Excel.

De la gráfica se evidencio que solo el 63.4 % del tiempo reportado en sistema fue empleado para ejecutar una tarea productiva. Hubo un 35.3 % del tiempo reportado que se utilizó para otras tareas clasificadas como no productivas y un 1.3 % fue empleado como tiempos de comida que para nuestro análisis despreciamos.

Durante la ronda de entrevistas se comentó que la cantidad de horas reportadas en sistema no coincide con el total de horas disponibles, la razón de esto fue que muchos de los técnicos no cargan a una orden de trabajo el tiempo

empleado en tareas que no son productivas o de ocio por colocar un nombre solamente.

Para comprobar el supuesto anterior, se realizó un cálculo simple para determinar el valor teórico de horas que deberían aparecer reportadas en sistema para el periodo de tiempo analizado. Entre el 1 de enero 2022 y el 31 de marzo 2022 hubo un total de 12 semanas de trabajo, cada técnico debió reportar semanalmente un total de 44 horas de trabajo sin contar todo el tiempo extraordinario que eventualmente fuera necesario utilizar.

En promedio el total de horas efectivas de trabajo en este periodo de tiempo fue de 21,648 para los 41 técnicos que ejecutan servicios en campo. La tabla a continuación detalla el cálculo realizado, el total de horas disponibles por tipo de técnico y el total de horas disponibles para todo el equipo de trabajo.

**Tabla 6.**

*Disponibilidad de horas periodo análisis*

Nivel técnico	Cantidad	Horas por semana	Número de semanas	Horas disponibles
Técnicos Senior	14	44	12	7392
Técnicos Junior	15	44	12	7920
Técnicos Trainee	12	44	12	6336
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>132</b>	<b>-</b>	<b>21648</b>

*Nota.* Resumen horas disponibles en el periodo de análisis. Elaboración propia, realizado con Excel.

Posterior a realizar el comparativo contra lo reportado en el GMAO se encontró que hay una diferencia de 8,165 horas que el departamento técnico no

emplea en una tarea productiva y que no aparecen asociadas a ninguna orden de trabajo o incluso reportadas en sistema.

El concepto de productividad indica que esta se calcula con la división del producto generado dentro del insumo utilizado. Para el departamento de servicio técnico el producto generado es la facturación de esas horas de trabajo ya sea a un cliente externo o bien a uno interno, mientras que el insumo es el costo de operación del departamento técnico.

El precio de venta de una hora de servicio es diferente para clientes internos como para clientes externos, para fines de análisis se asumió que tiene un mismo precio de venta. Bajo esa premisa, el producto guarda una relación directa con la cantidad de horas utilizadas en trabajo efectivo. En contraparte, el insumo se puede expresar como el total de horas disponibles que podrían llegar a ser facturadas, esto guarda una relación directa también con los costos de operación del departamento técnico.

Se determinó la productividad del departamento de la siguiente forma:

- Producto = cantidad de horas facturables = tiempo de trabajo efectivo
- Insumo = cantidad de horas disponibles para facturar = horas disponibles

$$Productividad = \frac{(Cantidad\ horas\ facturables)}{(Cantidad\ horas\ disponibles)} \quad (Ec. 7)$$

$$Productividad = \frac{8,553}{21,648} \quad (Ec. 7)$$

$$Productividad = 39.5 \% \quad (Ec. 7)$$

El análisis inicial del departamento mostró que previo a la implementación del plan piloto, el departamento de servicios técnicos operaba con una productividad del 39.5 %, valor que fue nuestra referencia comparativa.

### **3.1.3. Definición de indicadores**

A continuación, se describirán las definiciones de los indicadores a utilizar en la investigación.

#### **3.1.3.1. Tipos de servicio**

El equipo de servicio técnico atiende una variedad de casos que se clasificaron acorde a su naturaleza. Esta clasificación puede diferir de los conceptos habitualmente usados, sin embargo, el principio es el mismo. Las diferencias en cómo se nombra a los casos radica en que hay servicios que no encajaron directamente en el concepto de mantenimiento preventivo o correctivo.

Un caso equivalió a una solicitud de atención que fue generada por un cliente interno o externo a la organización, a través de uno de los canales de atención. Este caso luego pasó a convertirse en una o varias órdenes de trabajo que cubrieron la necesidad del solicitante a través de una intervención técnica.

Los casos se clasificaron de la siguiente forma:

- Casos programados

Fueron todas aquellas solicitudes de atención que por su naturaleza propia pudieron ser coordinadas y programadas con suficiente tiempo de anticipación.

- Casos no programados

Fueron todas aquellas solicitudes de atención clasificadas como urgentes y que usualmente tuvieron asociado un equipo en falla.

Como una subclasificación, esos casos pasaron a convertirse en órdenes de trabajo con las cuales el equipo de técnicos ejecutó una tarea. Esas órdenes de trabajo se clasificaron de la siguiente forma.

- Casos programados

- Demostraciones de equipos
- Instalación de equipos
- Mantenimientos preventivos
- Capacitaciones
- Visitas de seguimiento

- Casos no programados

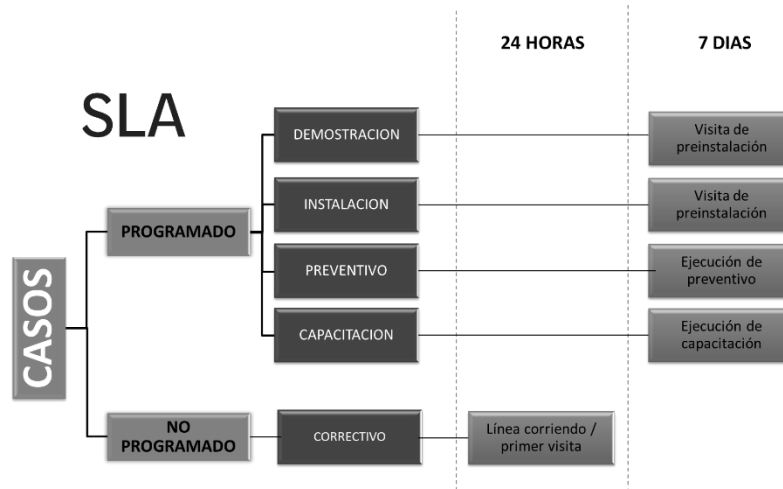
- Mantenimientos correctivos
- Atención emergencias

### **3.1.3.2. Acuerdos de nivel de servicio**

El Departamento de Servicios Técnicos estableció acuerdos de nivel de servicio SLA comunes para clientes internos y externos. Esos acuerdos de servicio se basaron en la criticidad del requerimiento y en función de la criticidad se definieron los tiempos máximos permisibles para una atención.

**Figura 5.**

*SLA por tipo de caso*



*Nota.* Tiempos de atención pactados con el cliente acorde al tipo de caso y subclasificación. Elaboración propia, realizado con PowerPoint.

De la imagen anterior se pueden resumir los siguientes SLA:

- Casos programados: SLA de 7 días máximo para la ejecución de la orden de trabajo.
- Casos no programados: SLA de 24 horas máximo para la ejecución de la orden de trabajo.

### **3.1.3.3. Indicadores clave**

Para tener visibilidad durante la puesta en servicio del plan piloto se definieron indicadores a través de los cuales se pudiera medir la evolución y poder cuantificar los resultados de la implementación. Los indicadores fueron

seleccionados en función de los objetivos específicos de la investigación y del análisis inicial previo a implementar el plan piloto.

- Indicador 1: productividad

$$Productividad = \frac{(Tiempo\ de\ trabajo)}{(Horas\ disponibles)} \quad (Ec. 8)$$

- Indicador 2: porcentaje de casos resueltos desde centro de soporte

$$\% \text{ casos resueltos} = \frac{(Casos\ resueltos\ por\ centro\ de\ soporte)}{(Total\ de\ casos\ atendidos)} \quad (Ec. 9)$$

- Indicador 3: porcentaje de tiempo muerto

$$\% \text{ tiempo muerto} = \frac{(Tiempo\ muerto)}{(Tiempo\ total\ reportado)} \quad (Ec. 10)$$

### **3.2. Dimensionamiento de plan piloto**

Completado el análisis inicial fue posible dimensionar el plan piloto. El dimensionamiento incluyó la selección de todos aquellos recursos necesarios para poner en funcionamiento el centro de soporte regional y que fueran la base para el plan piloto.

#### **3.2.1. Selección de herramientas**

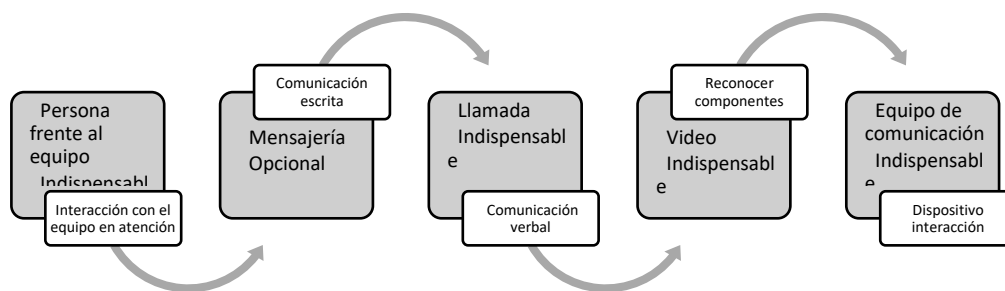
El desarrollo de esta etapa incluyó la búsqueda de herramientas disponibles en el mercado que permitieran realizar todas las tareas de soporte de forma virtual, es decir sin la presencia de un técnico del departamento frente al equipo con problemas.

Para la búsqueda y selección de herramientas se tomaron en cuenta necesidades básicas de operación en función de la interacción que se deba entre un técnico y el equipo atendido.

La ilustración a continuación refleja las necesidades del proceso consideradas.

**Figura 6.**

*Necesidades proceso de atención*



*Nota.* Ciclo de necesidades en el proceso de atención de casos. Elaboración propia, realizado con PowerPoint.

De todas las posibles soluciones disponibles en el mercado se realizó una preselección en función de la cobertura de necesidades, recursos necesarios para su operación, disponibilidad de versiones de prueba.

La lista de herramientas seleccionadas se muestra en la tabla a continuación.

**Tabla 7.***Herramientas*

Herramienta	Comunicación escrita	Comunicación verbal	Reconocimiento de partes	Dispositivo requerido / compatible
Llamada de voz	n/d	Disponible	• Limitado a instrucciones verbales	• Equipo celular
WhatsApp	Disponible	Disponible	• Fotografías • Videollamada	• Equipo celular
TeamViewer Pilot	Disponible	Disponible	• Señalización sobre video	• Equipo celular • Lentes VR
XMRReality	Disponible	Disponible	• Señalización sobre video	• Equipo celular • Lentes VR

*Nota.* Detalle de herramientas disponibles durante el plan piloto. Elaboración propia, realizado con Excel.

La tabla anterior muestra la lista de herramientas que se emplearon durante el plan piloto, el fin de tener disponible más de una herramienta de soporte virtual fue definir qué herramienta se adapta de mejor a las necesidades del departamento de servicios técnicos y al cliente como usuario del servicio.

### 3.2.2. Dimensionamiento centro de soporte

La etapa de dimensionamiento del centro de soporte consistió en determinar el tamaño que este debía tener en función de los recursos necesarios para operarlo.

Para la operación del centro de soporte regional se definió que se requerían tres tipos de recursos para su funcionamiento, esto correspondieron al recurso humano, el recurso tecnológico y el recurso material. Cada uno de estos recursos se definió y dimensionó de la siguiente forma.

### 3.2.2.1. Recurso humano

Para realizar el dimensionamiento del recurso humano, que en otras palabras es la cantidad de personas con la formación técnica necesaria para poder proporcionar soporte a un cliente de forma remota. Fue necesario estimar la cantidad de casos que un recurso podía atender en un periodo de tiempo determinado.

La cantidad de casos que se debieron estimar correspondieron exclusivamente a aquellos casos que el departamento técnico clasificó como no programados, estos casos estaban asociados a una atención de emergencia e involucran un equipo con fallas durante la producción del cliente. Este tipo de casos son los que ameritan una atención inmediata y prioritaria.

Para hacer una estimación de estos casos se utilizó la información recolectada del GMAO del 1 de enero de 2022 al 31 de marzo de 2022 para toda la región. Esta información fue filtrada para extraer y contabilizar todas las órdenes de trabajo que fueron creadas con prioridad no programado. Las estimaciones de órdenes de trabajo por caso se muestran a continuación en donde se detalló el número de órdenes de trabajo registradas para casos no programados y casos programados.

**Tabla 8.**

*Ordenes de trabajo por caso*

<b>Nivel de prioridad</b>	<b>Total, de órdenes de trabajo</b>
No Programadas	378
Programadas	2001
<b>Total, general</b>	<b>2379</b>

*Nota.* Distribución de órdenes de trabajo por tipo de caso. Elaboración propia, realizado con Excel.

A través de un cálculo rápido se promedió la cantidad de casos por día. En el periodo registrado hubo un total de 66 días no incluyendo los sábados y domingos, durante esos 66 días se registró atención para 378 casos no programados.

$$\text{Casos diarios NP} = \frac{(\text{Total de casos atendidos})}{(\text{Numero de días atencion})} \quad (\text{Ec. 11})$$

$$\% \text{ casos resueltos} = \frac{378}{66} = 5.73 \approx 6$$

La estimación de la cantidad del recurso humano necesario para atender esos 6 casos diarios requirió la definición un tiempo máximo por intervención, esto bajo el concepto que una llamada de soporte muy extensa retrasa el despacho de un técnico a sitio y pudo llegar a generar frustración a la persona que se encuentre frente al equipo con problemas. El tiempo máximo definido para una llamada de soporte fue estimado en 45 minutos.

El tiempo máximo efectivo en llamadas por día, fue estimado como se muestra a continuación.

$$\text{Tiempo máximo efectivo} = \text{Casos promedio diarios} * \text{duración de llamada} \quad (\text{Ec. 12})$$

$$\text{Tiempo máximo efectivo} = 6 * 45 = 270 \text{ minutos}$$

La jornada laboral diaria tuvo disponibles 480 minutos u 8 horas de trabajo diariamente. Los 270 minutos de tiempo máximo efectivo equivalen a un total de 4.5 horas, de esta relación se dedujo de forma muy general y bajo un supuesto que, una persona tenía la capacidad de atender todo el flujo de llamadas diario. Este supuesto resultó no ser cierto ya que se debió estudiar por medio de una

teoría de colas el comportamiento de llegada de esas llamadas. Para fines de puesta en funcionamiento, el plan piloto definió el recurso humano de tamaño 1.

Definida la cantidad de personal que atendería llamadas durante el plan piloto se realizó la selección del perfil adecuado para hacerlo.

Cada miembro del equipo técnico posee información que va de la mano con la experiencia que han obtenido en campo y las formaciones técnicas en las que ha participado. El departamento técnico se formó con tres niveles de técnico en donde el salto de nivel se da por la experiencia, formación y habilidades para el manejo de equipos específicos.

El personal técnico se evalúa constantemente a través de una matriz de habilidades en la cual se representa con una escala de 0 a 5 las habilidades que posee sobre un equipo. Esa matriz utilizó tres criterios de evaluación para definir si el técnico es clasificado con *trainee*, junior o senior.

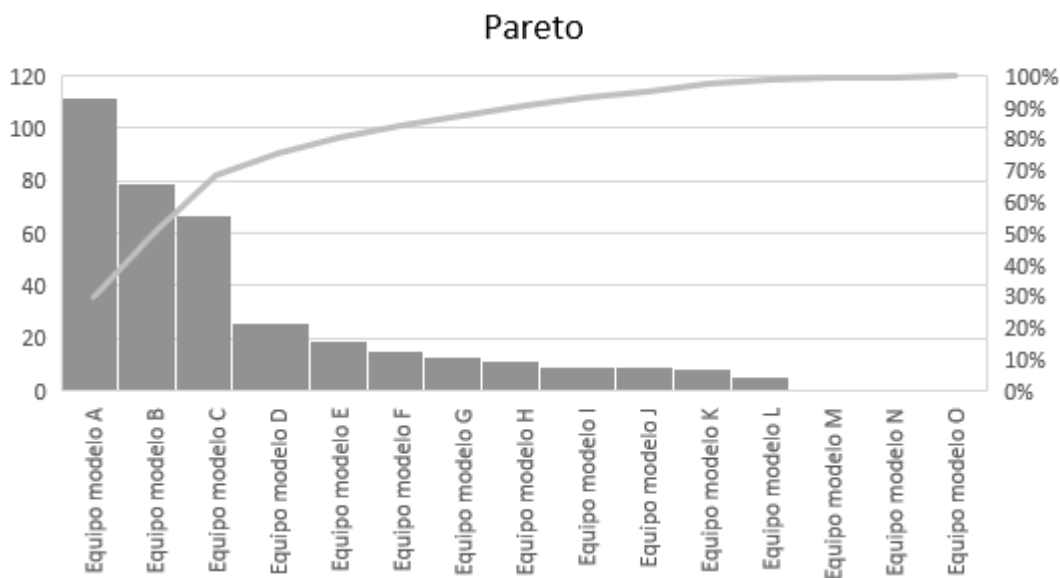
- Criterio 1: puntos acumulados
- Criterio 2: cantidad de equipos en los que puede trabajar de forma autónoma de proveedores A
- Criterio 3: cantidad de equipos en los que puede trabajar de forma autónoma de proveedores B

La selección del perfil adecuado para atender el centro de soporte regional se hizo en función de la distribución de trabajos en los diferentes modelos de equipos atendidos por el departamento técnico. El fin del centro de soporte regional fue incrementar la productividad del departamento técnico, por tanto, se buscó atender la mayor cantidad de casos posibles de forma exitosa.

Utilizando la información disponible en el GMAO se realizó un análisis que identificó que modelos de equipo generaban el mayor porcentaje de trabajo para el departamento técnico. Cada orden de trabajo generada en el GMAO estuvo asociada a un modelo de equipo, por tanto, fue posible estimar una distribución de casos. La gráfica de abajo muestra la distribución de trabajo en los tres meses de analizados previo a la puesta en funcionamiento del plan piloto.

**Figura 7.**

*Pareto atención de equipos*



*Nota.* Gráfico de Pareto de modelos de equipos que ingresan por atención técnica. Elaboración propia, realizado con Excel.

Este análisis de Pareto mostrado arriba, permitió comprender que un técnico con nivel junior o superior tenía las habilidades necesarias para atender al menos al 80 % de las llamadas que ingresaban al centro de soporte regional ya que estas correspondían a solicitudes para atender equipos modelo A, B y C.

### 3.2.2.2. Recurso tecnológico

Los recursos tecnológicos para la implementación del piloto fueron dimensionados a partir del tamaño del recurso humano, las herramientas seleccionadas y la interacción de un técnico cuando se encontraba frente a una máquina.

La información digital fue considerada un recurso tecnológico ya que se dependía de ella para lograr resolver un problema en un equipo exitosamente. Parte de esta información fue comprender la condición de falla del equipo.

La segunda porción estuvo asociada a la información que el técnico en el centro de soporte disponía para guiar a la persona frente al equipo con problemas una vez la falla fue comprendida. Esta información fueron todos aquellos documentos y material audio visual en el cual se describen procedimientos, pruebas de componentes, descripción de funcionamiento, descripción de componentes y cualquier otro tipo de información que funcionaba como una guía en la resolución de un problema técnico. La tabla abajo muestra la información que estuvo disponible y ubicación.

**Tabla 9.**

*Fuentes de información*

Fuente	Acceso	Ubicación	Información
Biblioteca técnica digital	Web	Sharepoint corporativo	• Manuales de usuario
			• Manuales de ingeniero
			• Manuales de partes
			• Notas técnicas
			• Software diagnóstico
			• Guías rápidas
			• Capacitaciones

Continuación de la tabla 9.

Fuente	Acceso	Ubicación	• Información
Videos de soporte	Web	Stream	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Videos procedimientos</li> </ul>
Base de conocimientos proveedor	Web	Plataforma dedicada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuales de ingeniero</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desglose de partes</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Videos procedimientos</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software diagnostico</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notas técnicas</li> </ul>
GMAO	Web	Plataforma dedicada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de producto</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historial de equipos</li> </ul>

*Nota.* Detalle fuentes de información disponibles. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para acceder a toda la información digital y hacer uso de las herramientas seleccionadas se definieron los equipos listados a continuación y que debieron estar disponibles para cada miembro del centro de soporte regional.

**Tabla 10.**

*Equipos*

Equipo	Especificación	Uso / Acceso
Computadora personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S.O. Windows 10 u 11</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sharepoint corporativo</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 GB ram</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stream</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 500 MB HD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base conocimientos proveedor</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WiFi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GMAO</li> </ul>
Teléfono móvil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S.O. Android</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llamadas de voz</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 GB ram</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensajes de texto</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WiFi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Whatsapp</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• TeamViewer Pilot</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• XMReality</li> </ul>

Continuación de la tabla 10.

Monitor adicional	• Led 17"	• Sharepoint corporativo
	• HDMI	• Stream
		• Base conocimientos proveedor
		• GMAO
Manos libres	• Audífonos	• IVR (llamada de voz)
	• Micrófono	• TeamViewer Pilot
		• XMReality
		• Whatsapp

*Nota.* Detalle de equipos necesarios para ejecutar el plan piloto. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para que el personal del centro de soporte regional tuviera comunicación con el personal frente al equipo en falla, se definieron múltiples canales de comunicación.

Uno de esos canales fueron las llamadas de voz. La habilitación de este canal estuvo a cargo del equipo de informática de la organización cuya tarea fue modificar el IVR de tal forma que las plantas telefónicas de los seis países pudieran transferir una llamada hasta el centro de soporte regional localizado en Guatemala.

WhatsApp fue una de las herramientas seleccionadas y funcionó como un canal alternativo de comunicación. Sobre esta herramienta el personal de soporte interactuaba a través de llamadas de voz, mensajería instantánea o vídeo llamadas, esto en función de la complejidad del problema y la preferencia del cliente.

El tercer canal de comunicación fueron dos herramientas que utilizan realidad aumentada, estas son TeamViewer Pilot y XMReality. Esto se consideró un canal de comunicación secundario ya que en todos los casos el primer contacto con el cliente se daba a través de una llamada de voz, WhatsApp o correo electrónico. Posteriormente la atención se derivó a una de estas herramientas en caso las condiciones del personal frente a planta lo permitieran.

### **3.2.2.3. Recursos materiales**

Los recursos materiales fueron seleccionados bajo la premisa de generar un espacio de trabajo óptimo para que el personal a cargo del centro de soporte regional pudiera tener una interacción con el cliente eficiente, sin interrupciones y concentrado en la tarea.

Los recursos materiales incluyeron:

- Oficina dedicada donde se pudieran llevar a cabo las llamadas sin interrupciones y ruido de fondo.
- Conexión estable a internet.
- Escritorio que pudiera albergar computadora personal y un segundo monitor.
- Silla adecuada para la jornada laboral.
- Tomas de corriente.

### **3.3. Implementación de plan piloto**

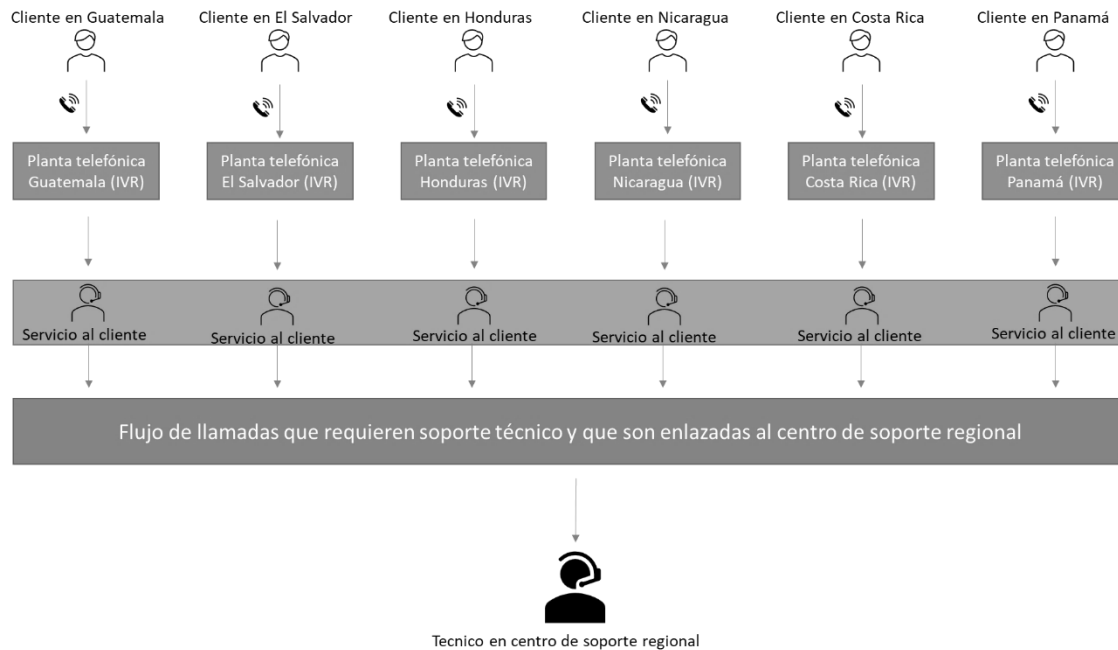
Para poner en marcha el plan piloto fue designado a uno de los técnicos de servicio en Guatemala y que poseía nivel junior para atender el centro de soporte regional. Este técnico fue seleccionado en función de sus habilidades blandas, para ello el departamento de talento humano evaluó a cada uno de los posibles candidatos y seleccionó el perfil más adecuado para la atención a clientes.

Aunque todos los técnicos estaban familiarizados con las diferentes fuentes de consultas y canales de comunicación, no lo estaban con las herramientas de comunicación y la nueva estructura. Por ello, fue establecido como paso previo a la implementación un periodo de capacitación, adaptación y socialización. Este periodo tuvo una duración de dos semanas.

La nueva estructura implementada estuvo relacionada directamente al centro de soporte regional. El centro de soporte se incorporó dentro del departamento de servicios técnicos y agregó un paso previo en el flujo atención a clientes. La imagen a continuación muestra un resumen de cómo la llamada de un cliente viajaba hacia el centro de soporte regional.

**Figura 8.**

*Estructura centro de soporte*



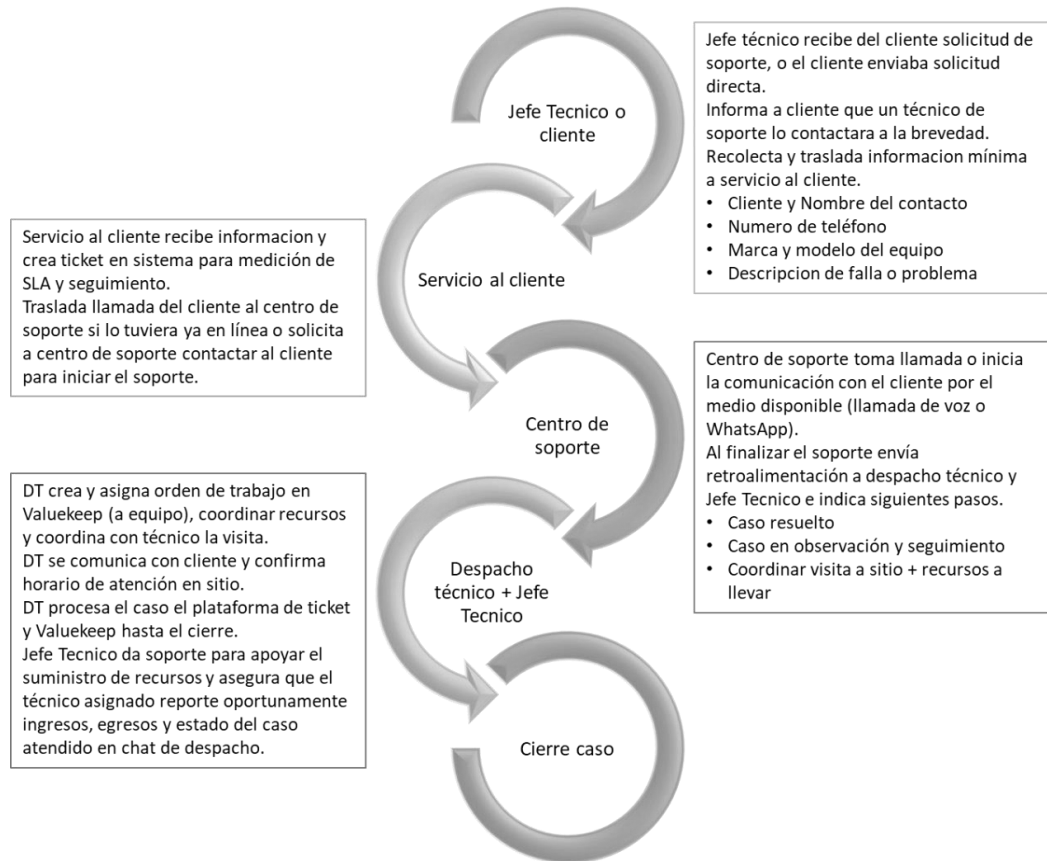
*Nota.* Estructura del centro de soporte regional utilizada durante el plan piloto. Elaboración propia, realizado con PowerPoint.

En la estructura que operaba previo al inicio de esta investigación, las llamadas de los clientes llegaban hasta un agente de servicio al cliente quien se encargaba de cotizar el servicio requerido y una vez este fuera aprobado se trasladaba a uno de los agentes de despacho técnico para coordinar la visita de unos de los técnicos del departamento de servicio al sitio. De esta estructura se resaltó que el departamento de servicio al cliente incluye a todos los agentes de despacho técnico.

Con la nueva estructura definida como parte del plan piloto, el flujo de atención se dio como se muestra en la figura abajo.

## Figura 9.

### Flujo comunicación centro de soporte



*Nota.* Flujo de comunicación para un caso que ingresa al centro de soporte. Elaboración propia, realizado con PowerPoint.

Con base a la estructura y flujo anterior se realizó la capacitación operativa en la nueva estructura para las siguientes posiciones:

- Técnicos de servicio
- Despacho técnico
- Jefe técnico
- Jefe servicio al cliente

- Técnico de centro de soporte

La capacitación trató temas relacionados al flujo de llamadas, canales de comunicación, salida en vivo del plan piloto, herramientas disponibles, interacción con los clientes.

Para el personal del centro de soporte se realizó una capacitación complementaria relacionada a la operación de las herramientas TeamViewer Pilot y XMReality.

Durante el periodo de adaptación se realizaron todos los ensayos con las herramientas y canales de comunicación simulando en el proceso el flujo de llamadas de soporte. Para esto se asignó personal técnico en los seis diferentes países para que generarán una solicitud de soporte tanto por llamadas de voz a las plantas telefónicas, correos electrónicos a jefe técnico y llamadas a número celular del centro de soporte.

Como punto final previo a la salida en vivo, se realizó la socialización del plan piloto para clientes internos y externos de la compañía, esto se llevó a cabo a través de campañas vía correo electrónico.

El plan piloto tuvo una duración de 60 días calendario durante los cuales se recibió un flujo de llamadas que incrementaron con el paso de los días y de las cuales se recolectó toda la información definida en las etapas previas. Adicional al registro de casos a través del GMAO fue necesaria la captura y tabulación manual de llamadas en una hoja Excel la cual fue de uso compartido entre el personal del centro de soporte, jefatura técnica, gerencia técnica e investigador para modelar el comportamiento del flujo de llamadas.

El instrumento de recolección utilizado para la recolección de llamadas contenía los campos enumerados a continuación:

- Número correlativo de llamada
- Fecha de ingreso de la llamada
- Técnico de centro de soporte que atiende
- Hora inicial
- Hora final
- País de origen
- Cliente
- Modelo de equipo atendido
- Descripción del problema
- Herramienta de soporte utilizada
- La llamada está asociada a un soporte anterior
- Se soluciona el problema al concluir la llamada
- Canal por el cual llegó el requerimiento

Fueron aplicadas también entrevistas uno a uno de forma presencial y vía telefónica con las otras posiciones relacionadas al proyecto. El fin de estas entrevistas fue validar que el flujo de llamadas registrado era el correcto y la percepción general que se tenía sobre la evolución del plan piloto.

Por medio de visitas de campo se supervisó que la captura de datos se daba de forma correcta en tiempo y forma.



## **4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

La presente investigación tuvo como objetivo general elaborar una propuesta que permitiera incrementar la productividad en una empresa de servicios técnicos. Este objetivo surgió de la necesidad de dar solución a un problema generado por la pandemia en el cual el departamento de servicios técnicos experimentó una caída en su productividad.

Previo a realizar la investigación y durante el desarrollo de esta, se observó que la baja productividad tenía su origen en la gran cantidad de tiempos muertos del departamento de servicios técnicos.

El centro de soporte regional tuvo como finalidad proponer un cambio en la estructura y procedimientos de trabajo de tal forma que fuera posible reducir esos tiempos muertos e incrementar la productividad del departamento de servicios técnicos. La investigación se desarrolló bajo un diseño de tipo experimental de variables cuantitativas que capturaron información a través de la observación y medición de la operación antes y durante el periodo de implementación del plan piloto del centro de soporte regional.

De acuerdo con los objetivos propuestos, se presentan los resultados obtenidos con la propuesta de implementación del centro de soporte regional y cada uno de los objetivos trazados.

#### **4.1. Determinar si la implementación de un centro de soporte regional incrementa la productividad en un Departamento de Servicios Técnicos**

En la etapa inicial de la investigación se realizó una preselección de recursos y herramientas en base a las necesidades identificadas en la etapa de dimensionamiento del centro de soporte regional. Para presentar los resultados estos fueron divididos de la misma forma, una sección para los resultados obtenidos para los recursos y en un segundo apartado para los resultados obtenidos para las herramientas. Finalmente se analizó como la utilización de estos recursos, herramientas, procedimientos y estructura, afectaron la medición de productividad del departamento de servicios técnicos.

##### **4.1.1. Recursos**

Para dimensionar el recurso humano fue necesario entender el comportamiento de las llamadas que ingresaban al centro de soporte regional. Todas las llamadas fueron documentadas a través del instrumento definido para dicho fin. Este instrumento contenía todos los campos necesarios para comprender el comportamiento del flujo de llamadas al centro de soporte.

El periodo de recolección de datos fue de 60 días, arrancando el día 18 de abril y finalizando el 15 de junio 2022. En este periodo de tiempo se registraron un total de 360 llamadas las cuales arrojaron la siguiente información.

**Tabla 11.***Tiempos de llamadas*

	Llamadas atendidas diarias	Duración llamada	Duración llamada (min)	Tiempo entre llamadas	Tiempo entre llamadas (min)
<b>PROMEDIO</b>	8.57	00:18:17	18.28	00:57:04	57.06
<b>MÍNIMO</b>	1.00	00:01:00	1.00	00:00:00	0.00
<b>MÁXIMO</b>	23.00	03:00:00	180.00	06:27:00	387.00
<b>DESVIACIÓN STD</b>	4.89	00:22:10	22.17	01:05:09	65.15

*Nota.* Resumen estadístico llamadas entrantes. Elaboración propia, realizado con Excel.

La tabla arriba muestra los valores promedio, mínimos, máximos, desviación estándar y el tiempo que transcurrió entre una y otra llamada que ingresó al centro de soporte regional.

Como se puede observar el número promedio de llamadas registrado fue de 8.57 y la desviación estándar de 4.89. Este número superó la estimación inicial de 6 llamadas calculadas en función del número de casos registrados en el periodo previo a la implementación del plan piloto.

Con relación a la duración de las llamadas, estas reflejaron una duración promedio de 18.28 minutos y una desviación estándar de 22.17 minutos. En este caso la estimación inicial de 45 minutos por llamada se cumplió en la mayoría de los casos.

Los tiempos entre una llamada y otra, reflejaron un promedio de llegada de 57.06 minutos y una desviación estándar de 65.15 minutos. Esto indicó una alta variabilidad en la llegada de llamadas durante un día normal de atención.

En el periodo de tiempo que el plan piloto operó se registró atención para un total de 22 modelos de equipos diferentes los cuales se distribuyeron de la siguiente forma.

**Tabla 12.**

*Distribución de llamadas por modelo*

Modelo de equipo	Número de llamadas	Promedio de duración (min)	distribución
Modelo A	261	17.60	72.50 %
Modelo B	38	16.95	10.56 %
Modelo C	10	15.80	2.78 %
Modelo D	7	10.86	1.94 %
Modelo E	7	16.71	1.94 %
Modelo F	6	46.50	1.67 %
Modelo G	4	9.75	1.11 %
Modelo H	4	6.50	1.11 %
Modelo I	4	9.75	1.11 %
Modelo J	3	21.00	0.83 %
Modelo K	3	42.00	0.83 %
Modelo L	2	15.50	0.56 %
Modelo M	2	8.50	0.56 %
Modelo N	1	4.00	0.28 %
Modelo Ñ	1	2.00	0.28 %
Modelo O	1	15.00	0.28 %
Modelo P	1	20.00	0.28 %
Modelo Q	1	180.00	0.28 %
Modelo R	1	18.00	0.28 %
Modelo S	1	60.00	0.28 %
Modelo T	1	19.00	0.28 %
Modelo U	1	53.00	0.28 %

*Nota.* Recurrencia, duración promedio y distribución de llamadas en función del modelo. Elaboración propia, realizado con Excel.

La tabla muestra la recurrencia de llamadas por modelo, la duración promedio que tuvo una llamada para ese modelo y la distribución de llamadas en función del modelo. Se evidencio que el modelo A predomina con un 72.5 % del

total de las llamadas que ingresaron al centro de soporte. El restante 27.5 % de llamadas se distribuyó en los restantes 21 modelos atendidos.

En general los modelos A, B y C que tuvieron la mayor recurrencia de llamadas reflejando una duración promedio de llamadas similar y dentro del rango de estimación inicial de 45 minutos.

Se realizó una estimación de llamadas por teoría de colas, los resultados obtenidos fueron los siguientes.

**Tabla 13.**

*Modeló teoría de colas*

Llamada	Hora de llamada	aleatorio	Tiempo entre llamada	Hora de atención	Tiempo de espera	Modelo	Tiempo atención	aleatorio 2	Hora fin llamada
1	07:00:00	0.42	00:43:30	07:00:00	00:00:00	Modelo A	00:17:36	0.42	07:17:36
2	07:43:30	0.21	00:03:59	07:43:30	00:00:00	Modelo A	00:17:36	0.16	08:01:06
3	07:47:29	0.91	02:23:33	08:01:06	00:13:37	Modelo A	00:17:36	0.19	08:18:42
4	10:11:01	0.10	-	10:11:01	00:00:00	Modelo A	00:17:36	0.28	10:28:37
5	09:44:38	0.24	00:10:58	10:28:37	00:44:00	Modelo B	00:16:57	0.80	10:45:34
6	09:55:36	0.92	02:29:26	10:45:34	00:49:58	Modelo A	00:17:36	0.55	11:03:10
7	12:25:02	0.42	00:44:34	12:25:02	00:00:00	Modelo A	00:17:36	0.05	12:42:38
8	13:09:36	0.04	-	13:09:36	00:00:00	Modelo A	00:17:36	0.40	13:27:12
9	12:11:53	0.25	00:13:50	13:27:12	01:15:19	Modelo F	00:46:30	0.90	14:13:42
10	12:25:43	0.31	00:24:25	14:13:42	01:47:58	Modelo B	00:16:57	0.77	14:30:39
11	12:50:08	0.87	02:11:13	14:30:39	01:40:31	Modelo A	00:17:36	0.31	14:48:15
12	15:01:21	0.32	00:27:03	15:01:21	00:00:00	Modelo A	00:17:36	0.46	15:18:57
13	15:28:24	0.26	00:15:18	15:28:24	00:00:00	Modelo A	00:17:36	0.03	15:46:00
14	15:43:42	0.99	03:23:22	15:46:00	00:02:18	Modelo A	00:17:36	0.16	16:03:36
15	19:07:03	0.68	01:26:58	19:07:03	00:00:00	Modelo A	00:17:36	0.09	19:24:39

*Nota.* Modelo de estimación teoría de colas para llamadas. Elaboración propia, realizado con Excel.

La tabla arriba muestra el modelo de estimación de llamadas por teoría de colas, se observa que se esperaba tener llamadas no atendidas inmediatamente y que requieren un tiempo de espera en línea como en el caso de las llamadas 3, 5, 6, 9, 10, 11 y 14.

El modelo se corrió tomando en cuenta que existió solamente un técnico en el centro de soporte. Bajo esta condición el ejercicio indicó claramente que no existió la cantidad de recurso necesario para atender todas las llamadas de forma inmediata.

#### **4.1.2. Herramientas**

Para implementar el plan piloto se realizó una preselección de herramientas las cuales fueron puestas en funcionamiento durante el mismo.

Para evaluar el desempeño de las herramientas fueron tomados dos criterios en consideración, los cuales se analizaron a través de variables cuantitativas obtenidas de la recolección de datos de llamadas entrantes al centro de soporte regional.

##### **4.1.2.1. Preferencia utilización cliente**

El plan piloto incluye la utilización de varias herramientas para llevar a cabo el soporte remoto. Estas herramientas fueron puestas a disposición del cliente durante una llamada de soporte y fue el mismo cliente quien acorde a sus recursos decidió que herramienta utilizar.

Para medir la preferencia del cliente en cuanto a la utilización de herramientas se analizó la frecuencia de utilización para cada una de las

opciones disponibles a lo largo de la operación del plan piloto. Los resultados del análisis se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 14.**

*Preferencia de utilización herramientas*

Herramienta	abril	mayo	junio	Frecuencia	Distribución
WHATSAPP - LLAMADA DE VOZ	31	152	80	263	73.06 %
WHATSAPP - VIDEO LLAMADA	1	50	20	71	19.72 %
TELÉFONO - LLAMADA DE VOZ	1	6	5	12	3.33 %
TeamViewer Pilot	1	6	1	8	2.22 %
XMReality	1	5	0	6	1.67 %
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>222</b>	<b>106</b>	<b>360</b>	<b>100.00 %</b>

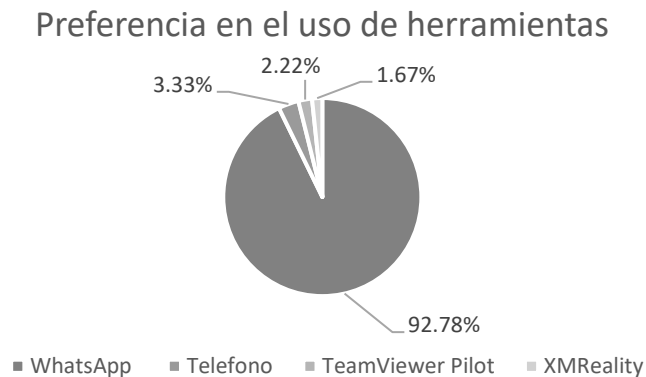
*Nota:* Detalle preferencia de utilización de usuarios. Elaboración propia, realizado con Excel.

La tabla arriba muestra el número de llamadas que fueron atendidas utilizando las diferentes herramientas disponibles. Predominó la frecuencia de utilización de WhatsApp tanto en una llamada de voz como video llamada, sumando un total de 334 llamadas de las 360 registradas durante el periodo.

De la gráfica se pudo notar también que, en el arranque del proyecto en el mes de mayo, el número de llamadas fue bajo en comparación con el mes de junio, esto fue atribuido directamente al tiempo que tomó hacer la socialización con todos los clientes del servicio del centro de soporte regional.

## Figura 10.

### *Preferencia en el uso de herramientas*



*Nota.* Gráfico distribución de preferencia en el uso de herramientas disponibles para clientes. Elaboración propia, realizado con Excel.

La gráfica arriba muestra cómo se dio la distribución de llamadas en cuanto a la preferencia de utilización de una herramienta por parte del cliente. WhatsApp ocupó un 92.78 % de preferencia contra las restantes 3 herramientas disponibles. Las de menor aceptación fueron TeamViewer Pilot y XMReality, las cuales resultaron ser completamente desconocidas para todos los usuarios.

#### **4.1.2.2. Efectividad herramienta**

El segundo criterio utilizado para evaluar las herramientas fue la efectividad que cada una de estas herramientas mostró durante el plan piloto de implementación. Para esto fueron analizados los datos recolectados, los cuales mostraron los siguientes resultados.

**Tabla 15.**

*Efectividad de herramientas*

Herramienta	Casos no resueltos	Casos resueltos	Total Casos	Efectividad
WHATSAPP	240	94	334	28.14 %
TELÉFONO - LLAMADA DE VOZ	10	2	12	16.67 %
TeamViewer Pilot	7	1	8	12.50 %
XMReality	5	1	6	16.67 %
<b>TOTAL</b>	<b>262</b>	<b>98</b>	<b>360</b>	

*Nota.* Efectividad de las herramientas utilizadas durante el plan piloto. Elaboración propia, realizado con Excel.

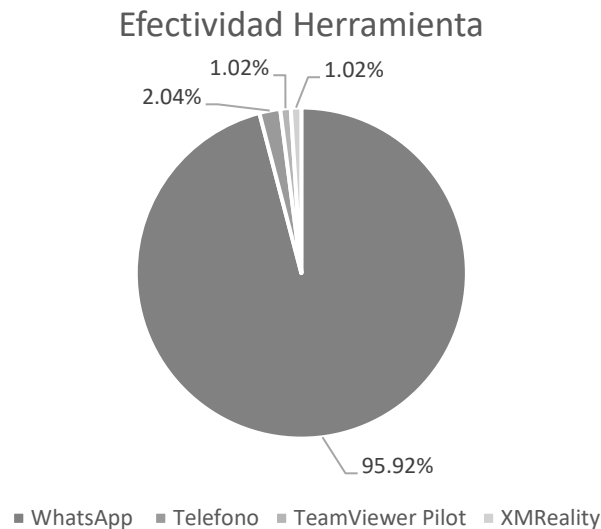
La tabla arriba muestra el porcentaje de efectividad alcanzado con cada una de las herramientas, esta efectividad fue calculada a partir de la cantidad de casos resueltos por las herramientas contra el total de casos atendidos con la herramienta.

Fue posible apreciar que la mayor efectividad se alcanzó utilizando WhatsApp con un 28.14 %, lo cual indica que, de los 334 casos atendidos, 94 fueron resueltos exitosamente.

Las restantes tres herramientas mostraron una efectividad de 16.67 %, 12.5 % y 16.67 %, sin embargo, es importante resaltar que la muestra para estas tres herramientas fue muy pequeña comparada con la muestra utilizada para WhatsApp.

## Figura 11.

### Efectividad herramientas



*Nota.* Gráfico distribución de efectividad de las herramientas disponibles. Elaboración propia, realizado con Excel.

La figura 11 muestra la distribución de casos que pudieron ser resueltos a través de alguna de las herramientas usadas para el soporte remoto. Del total de casos resueltos el 95.92 % fueron resueltos utilizando WhatsApp mientras que el 4.08 % fueron resueltos utilizando alguna de las otras tres herramientas disponibles. La gráfica en este caso es un reflejo de la preferencia de utilización de herramientas por el cliente y el tamaño de la muestra alcanzada por WhatsApp.

#### 4.1.3. Productividad

Otro de los factores analizado fue como se distribuyen las horas del equipo de técnicos durante la implementación del plan piloto y la productividad en este

periodo de tiempo. Los resultados de esta distribución se muestran a continuación:

**Tabla 16.**

*Distribución de horas después de plan piloto*

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>TRA.EXTRA-ES</b>	<b>TRA.FESTIVA-ES</b>	<b>TRA.NORMAL-ES</b>	<b>Total</b>
Tiempo de comida	2.60		203.78	206.38
Tiempo de trabajo	480.85	69.25	6752.32	7302.42
Tiempo de viaje	485.03	26.98	2105.78	2617.80
<b>Total</b>	<b>968.48</b>	<b>96.23</b>	<b>9061.88</b>	<b>10126.60</b>

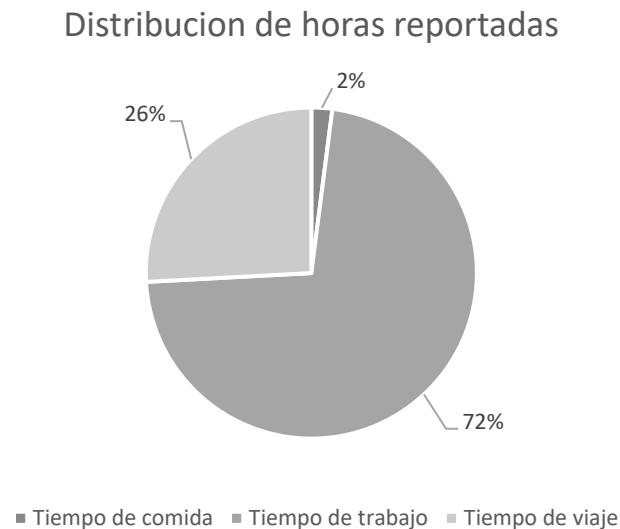
*Nota.* Distribución de horas durante la ejecución del plan piloto Elaboración propia, realizado con Excel.

En la tabla se muestran el total de horas reportadas por el equipo de técnicos de campo acorde a su utilización. Se observó que en tiempos de comida se reportaron un total de 206.38 horas y en tiempos de viaje 2617.80 horas. Este fue el total de horas que el equipo empleó en tareas que no fueron efectivas de trabajo y que afectaron la productividad del departamento técnico.

En el mismo periodo de tiempo el equipo de técnicos reportó un total de 7302.42 horas efectivas de trabajo en campo. Estas fueron las horas empleadas para ejecutar una tarea que aporte valor tanto al departamento de servicio técnico como al cliente.

## Figura 12.

### *Distribución de horas durante piloto*



*Nota.* Gráfico distribución de horas reportadas por el equipo técnico durante el plan piloto. Elaboración propia, realizado con Excel.

La figura 12 muestra la distribución de las horas reportadas por el equipo técnico, se observa que el 72 % del total de horas reportadas fueron utilizadas para realizar una tarea que aporta valor al cliente y el departamento de servicios técnicos.

Hubo un 26 % de las horas que fueron empleadas en tareas que no aportaron ningún valor para el cliente ni para el departamento de servicios técnicos, pero fueron necesarias para desplazarse hacia las instalaciones del cliente o bien realizar alguna gestión previo al ingreso a una planta y atender un equipo con problemas. El esperado era reducir esta cantidad de horas a partir de que los casos son resueltos desde el centro de soporte regional.

La gráfica muestra también un 2 % de horas que fueron reportadas por el equipo como parte de su horario de almuerzo y que por tanto no representan la ejecución de ningún trabajo que aporte valor al cliente ni al departamento técnico.

En el periodo de tiempo que operó el plan piloto, se calcularon el total de horas disponibles para ser empleadas en trabajo que aportará valor. La tabla a continuación muestra el cálculo para este periodo analizado.

**Tabla 17.**

*Disponibilidad de horas periodo piloto*

	Cantidad	Horas por semana	Número de semanas	Horas disponibles
<b>Técnicos Senior</b>	14	44	8	4928
<b>Técnicos Junior</b>	15	44	8	5280
<b>Técnicos Trainee</b>	12	44	8	4224
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>132</b>		<b>14432</b>

*Nota.* Resumen horas disponibles durante el plan piloto. Elaboración propia, realizado con Excel.

La tabla muestra en la primera columna las tres clasificaciones de técnico que componen el departamento de servicio técnico. En la columna siguiente aparece el total de técnicos que componen cada una de las categorías y que estuvieron activos durante el periodo analizado, es decir, 14 técnicos con nivel senior, 15 técnicos nivel junior y 12 técnicos nivel *trainee*.

Las siguientes dos columnas de la tabla muestran el total de horas de trabajo efectivas que tuvo una semana laboral normal, es decir que cada técnico puede en buena teoría ejecutar 44 horas de trabajo que aportará valor para el departamento técnico y el cliente. Y el número de semanas que abarcó el periodo analizado, que para la investigación se trató de 8 semanas. A partir de estas dos

columnas se calculó el total de horas disponibles en el departamento técnico para emplearlas en tareas que aportaran valor. Se totalizaron 14,432 horas disponibles.

Con la información de la tabla XVI y XVII se calculó la productividad del departamento técnico durante el periodo de operación del plan piloto.

El producto fue representado por el total de tiempo empleado en trabajo que aportaba valor, mientras que el insumo correspondió al total de horas disponibles para ser empleadas en tiempo de trabajo que aportará valor.

- Producto = cantidad de horas facturables = tiempo de trabajo efectivo
- Insumo = cantidad de horas disponibles para facturar = horas disponibles

$$Productividad = \frac{(Cantidad\ horas\ facturables)}{(Cantidad\ horas\ disponibles)} \quad (Ec. 13)$$

$$Productividad = \frac{7,302}{14,432} \quad (Ec. 13)$$

$$Productividad = 50.6 \% \quad (Ec. 13)$$

Para el periodo analizado se obtuvo que la productividad alcanzó un valor del 50.60 %.

Previo a la implementación del plan piloto el cálculo de productividad arrojó un valor del 39.5 %.

Los resultados mostraron que la productividad en general del departamento técnico pudo ser incrementada en un 28.1 % durante los 60 días que el centro de soporte regional estuvo operativo.

#### **4.2. Determinar qué porcentaje de casos no pueden ser resueltos a través de un centro de soporte regional**

El segundo objetivo de la investigación fue determinar la cantidad de casos que no podían ser resueltos a través de un centro de soporte regional. Para este fin se realizó un primer análisis tomando como base la información recolectada durante el plan piloto. Este primer análisis incluyó la distribución de casos resueltos y no resueltos, así como la tendencia de estos a lo largo del desarrollo del plan piloto.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la distribución de casos resueltos y no resueltos que pasaron por el centro de soporte remoto regional.

**Tabla 18.**

*Resolución de casos por mes*

<b>Mes</b>	<b>No resueltos</b>	<b>Resueltos</b>	<b>Total de casos</b>	<b>Porcentaje no resueltos</b>
abril	32	3	35	91 %
mayo	162	57	219	74 %
junio	68	38	106	64 %
<b>Total</b>	<b>262</b>	<b>98</b>	<b>360</b>	<b>74 %</b>

*Nota.* Detalle de casos resueltos por mes durante el plan piloto. Elaboración propia, realizado con Excel.

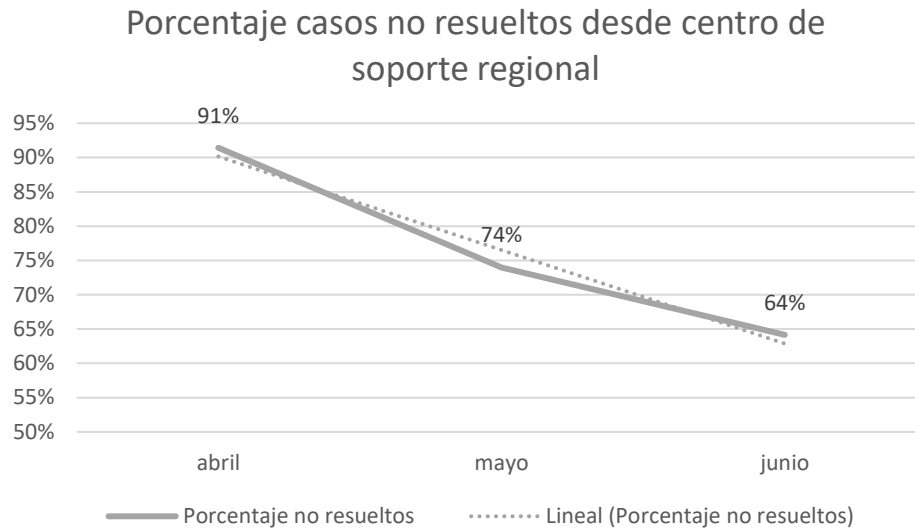
La tabla 18 muestra en columnas la cantidad de casos que no fueron resueltos, los sí resueltos y el total de casos registrados a lo largo de los meses en que se desarrolló el plan piloto. De esta información se observó que, durante el mes de abril, de los 35 casos atendidos solamente 3 de ellos pudieron ser resueltos desde el centro de soporte regional. Este resultado pudo atribuirse al arranque del plan piloto ya que fue necesario que el equipo de soporte se acomodará a esta nueva dinámica de trabajo.

Los meses de mayo y junio mostraron que se atendieron un total de 219 y 106 casos respectivamente, acá se pudo interpretar que el flujo de llamadas fue normal ya que para el mes de junio el piloto solamente abarcó 15 días que representaron el 50 % de días del mes de mayo aproximadamente.

En la última columna de la tabla se muestra el porcentaje de casos que no pudieron ser resueltos en cada uno de los meses. Se observó que con el transcurso de los meses la cantidad de casos que no pudieron ser resueltos disminuyó.

**Figura 13.**

*Tendencia casos no resueltos*



*Nota.* Gráfico tendencia de casos no resueltos desde el centro de soporte regional. Elaboración propia, realizado con Excel.

La gráfica arriba refleja el porcentaje de casos no resueltos representadas por la línea sólida, con estos datos se calculó la tendencia la cual se representó con la línea punteada. Se observó que la tendencia es negativa indicando que la cantidad de casos no resueltos desde el centro de soporte decreció a medida que avanzaron los meses de operación.

El segundo análisis para este objetivo se centró en determinar el comportamiento de los casos no resueltos, pero en función del modelo de equipo atendido. Los resultados de este análisis se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 19.***Resolución de casos por modelo*

<b>Modelo equipo</b>	<b>No resueltos</b>	<b>Resueltos</b>	<b>Total de casos</b>	<b>Porcentaje no resueltos</b>
Modelo A	184	77	261	70.50 %
Modelo B	30	8	38	78.95 %
Modelo C	9	1	10	90.00 %
Modelo D	5	2	7	71.43 %
Modelo E	6	1	7	85.71 %
Modelo F	4	2	6	66.67 %
Modelo G	3	1	4	75.00 %
Modelo H	3	1	4	75.00 %
Modelo I	3	1	4	75.00 %
Modelo J	3	0	3	100.00 %
Modelo K	3	0	3	100.00 %
Modelo L	1	1	2	50.00 %
Modelo M	2	0	2	100.00 %
Modelo N	1	0	1	100.00 %
Modelo Ñ	0	1	1	0.00 %
Modelo O	1	0	1	100.00 %
Modelo P	1	0	1	100.00 %
Modelo Q	0	1	1	0.00 %
Modelo R	0	1	1	0.00 %
Modelo S	1	0	1	100.00 %
Modelo T	1	0	1	100.00 %
Modelo U	1	0	1	100.00 %
<b>Total</b>	<b>262</b>	<b>98</b>	<b>360</b>	<b>72.78 %</b>

*Nota:* Detalle de casos resueltos por modelo de equipo atendido. Elaboración propia, realizado con Excel.

La tabla 19 detalla el total y porcentaje de casos que no pudieron ser resueltos por modelo de equipo atendido. De esta información se puede observar que ocurrió una alta variabilidad de porcentajes de casos no resueltos y se sumó a esta condición que las muestras fueron muy pequeñas para algunos de los modelos. Esto fue información no concluyente ya que los resultados estuvieron sesgados por lo pequeño de la muestra.

#### 4.3. Determinar las acciones que se deben ejecutar desde un centro de soporte regional para reducir los tiempos muertos de clientes finales

El tercero de los objetivos planteados en esta investigación fue determinar las acciones que se debían ejecutar desde un centro de soporte regional para reducir los tiempos muertos de los clientes.

Para este objetivo se analizó cómo el tiempo de atención desde el centro de soporte regional tuvo relación con la efectividad del soporte, es decir si la cantidad de casos resueltos varían en función del tiempo que el centro de soporte regional dedicó en atender el caso. Utilizando análisis estadísticos de regresión se determinó si la variable tiempo de atención guardaba relación con la variable casos no resueltos. Los resultados del análisis se muestran a continuación.

**Tabla 20.**

*Correlación tiempo atención – casos no resueltos*

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.06963695
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.0048493
R <sup>2</sup> ajustado	0.00206955
Error típico	0.44526171
Observaciones	360

*Nota.* Detalle estadístico de correlación tiempo de atención y solución de casos. Elaboración propia, realizado con Excel.

La tabla 20 muestra que se analizaron un total de 360 muestras que correspondieron al total de llamadas o casos que atendió el centro de soporte regional durante el funcionamiento del plan piloto. El coeficiente de determinación mostró un valor de 0.0048493 que representó que existió una correlación del 0.48

% entre el tiempo que se invirtió para atender un caso y la efectividad para resolver ese caso.

## **5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Para la investigación se trazaron tres objetivos específicos y uno a nivel general. Este último detallaba elaborar una propuesta para incrementar la productividad en un departamento de servicios técnicos. Este objetivo quedará discutido dentro del primer objetivo específico a continuación.

### **5.1. Determinar si la implementación de un centro de soporte regional incrementa la productividad en un Departamento de Servicios Técnicos**

La discusión de resultados para este apartado siguió la misma estructura utilizada en la sección de presentación de resultados. Tal como se había establecido durante la etapa de dimensionamiento, se realizó una preselección de estos recursos, herramientas, procedimientos y estructura que fueron el punto de comparación contra los resultados obtenidos durante la implementación del plan piloto.

#### **5.1.1. Recursos**

El principal recurso de un centro de soporte regional fue el recurso humano ya que este es quien tuvo toda la interacción con el cliente cuando se estaba prestando un servicio técnico de soporte remoto.

Inicialmente el tamaño del recurso humano fue estimado en función de la cantidad de casos que un técnico del centro de soporte pudo atender en un periodo de tiempo determinado.

El primer análisis mostró que diariamente se atendieron un promedio de seis casos no programados por el equipo técnico. En la misma línea se estimó un periodo de tiempo prudente en el cual un técnico del centro de soporte pudo dar atención a un caso no programado. El tiempo de atención estimado fue de cuarenta y cinco minutos.

Todas esas estimaciones llevaron a definir el tamaño de recurso humano igual a uno, bajo el entendido que el tiempo máximo en atención de llamadas fue de doscientos setenta minutos efectivos para una jornada de ocho horas.

Durante el desarrollo del plan piloto fue recolectada toda la interacción del técnico en el centro de soporte a través de los instrumentos definidos para dicho fin. Toda la información fue procesada y analizada en el capítulo cuatro de tal forma que pudiera ser comparada con el tamaño del recurso humano definido en la etapa de preselección.

Se analizó cómo se distribuyen las llamadas y el tiempo de estas llamadas. Los datos obtenidos distaron de la estimación inicial de 6 casos ya que el promedio arrojó un resultado de 8.57 llamadas diarias. Mostrando además que el número mínimo de llamadas fue 1 y el número máximo de llamadas en un día alcanzó las 23 llamadas. Por su parte la desviación estándar arrojó un valor de 4.89.

En contraparte la duración promedio de una llamada fue de 18.28 minutos contra los 45 minutos estimados en la etapa de dimensionamiento inicial.

También se observó que al menos 7 llamadas ocurrieron mientras el técnico de soporte estaba atendiendo otra llamada y el cliente se vio forzado a esperar para ser atendido, es decir representó un tiempo muerto para el cliente.

Se observó que en al menos 6 de las llamadas, el técnico del centro de soporte esperó más de 30 minutos para atender una nueva solicitud.

Se pudo interpretar entonces que el recurso humano para atender las llamadas de soporte no pudo ser 1. Si el objetivo principal fue incrementar la productividad del departamento y en consecuencia reducir los tiempos muertos que experimentan los clientes, la disponibilidad de técnicos para atender llamadas en el centro de soporte debió ser alta.

Para obtener una disponibilidad de técnicos alta en el centro de soporte, el número ideal es de dos personas lo cual generaría cero minutos de espera para todas las llamadas. Sin embargo, el cambio implica incluir un recurso adicional dedicado lo cual incrementa los costos de operación del centro de soporte regional.

### **5.1.2. Herramientas**

Las herramientas fueron analizadas desde dos puntos de vista, el primero de ellos fue la preferencia del cliente y el segundo la efectividad.

#### **5.1.2.1. Preferencia utilización cliente**

Durante el plan piloto fueron puestas a disposición del cliente 4 herramientas para proporcionar el soporte remoto. Cada cliente seleccionaba en base a sus recursos disponibles la herramienta más adecuada para este fin.

Las llamadas telefónicas ocuparon un 3.33 % de preferencia, esto pudo ser adjudicado a los siguientes factores.

- Las llamadas de voz fueron solo una parte de la solución de una herramienta de soporte remoto.
- Las instrucciones estuvieron limitadas a un mensaje 100 % oral.
- Existió un costo asociado a una llamada de voz por un medio tradicional.
- La herramienta pudo tener movilidad limitada.
- No se poseía una línea telefónica a nivel piso de planta.

Por su parte la herramienta TeamViewer Pilot y XMReality mostraron una preferencia de uso del 2.22 % y 1.67 % respectivamente. A pesar de ser herramientas dedicadas para el soporte remoto o soporte virtual y contar con herramientas integradas para este fin, la aceptación fue bastante baja.

Los factores considerados relevantes para los resultados de estas dos herramientas fueron los siguientes.

- Requerían la instalación de un *software* en un dispositivo móvil celular o lentes de realidad aumentada.
- Ninguno de los clientes atendidos disponía de lentes de realidad aumentada.
- Usar la herramienta en un dispositivo celular requirió tener dos personas frente al equipo. Una de ellas para sostener y guiar la cámara del celular y una persona más para ejecutar las instrucciones en la máquina.

- La calidad de la video llamada resultó ser mala en la mayoría de los casos, esto atribuido a velocidades de red disponibles en planta.

La mayor preferencia de selección de herramientas fue WhatsApp con un 92.78 %, esto a pesar de no ser una herramienta dedicada para soporte remoto pero que contiene varias herramientas que permiten proporcionar un soporte aceptable a través de llamada de voz, mensajes de texto, imágenes.

Los factores considerados relevantes para los resultados de esta herramienta fueron los siguientes.

- La mayoría de la población que utiliza un dispositivo móvil celular utiliza WhatsApp como una herramienta de comunicación.
- La herramienta funciona a través de datos de internet que en muchos de los casos no forzaron al usuario a tener que pagar una tarifa por llamada.
- Ofreció funcionalidad de llamada de voz, videollamada, compartir documentos, imágenes y videos.
- Es una herramienta que la mayoría de las personas tenía instalada ya en su teléfono celular.
- La mayoría de los usuarios del servicio del centro de soporte conocían la herramienta y sabían utilizarla.

Los resultados obtenidos en la preferencia de herramientas concuerdan con la investigación desarrollada por Brizuela donde menciona que el consumir información desde un dispositivo personal, es un dato interesante para

comprender a ese 91.4 % de ciudadanos de Centroamérica y el Caribe que ubica a WhatsApp como su red social por excelencia (Brizuela, 2020).

### **5.1.2.2. Efectividad herramienta**

En cuanto a la efectividad de la herramienta, los resultados mostraron que, del total de casos resueltos a través del centro de soporte regional, el 95.92 % fueron resueltos utilizando WhatsApp y el otro 4.08 % fueron resueltos utilizando las otras tres herramientas disponibles. Esta distribución estuvo directamente relacionada con la cantidad de casos atendidos por esta herramienta.

Se calculó la efectividad de cada una de las herramientas partiendo de la relación que existe entre los casos solucionados por la herramienta contra el total de casos atendidos con esa herramienta. Los resultados situaron a WhatsApp con un 28.14 % de efectividad, en segunda posición apareció TeamViewer Pilot y XMReality con un 16.67 % y finalmente con 12.5 % para las llamadas telefónicas.

### **5.1.3. Productividad**

La distribución de horas previo a la implementación del plan piloto mostró que solo el 63.4 % de las horas del equipo técnico eran invertidas en tareas que representaban un trabajo que agregaba valor. El 36.6 % restante de ese tiempo el equipo lo utilizaba para tiempos de comidas y tiempos de viaje hacia instalaciones de un cliente. Todos los tiempos de espera y relacionados a trámites propios para ingresos fueron segregados bajo tiempos de viaje.

Durante la implementación del plan piloto la distribución del tiempo cambió generando un incremento en las horas utilizadas para trabajo que aportará valor,

alcanzando un 72 %. El restante 28 % se distribuyó en las horas utilizadas para comidas y tiempo de viajes.

El cálculo de productividad mostró que durante el periodo del plan piloto se alcanzó un 50.6 % de productividad contra un 39.5 % de productividad alcanzado previo a la implementación.

Se determinó que la productividad del departamento técnico se vio afectada positivamente con la implementación de un centro de soporte regional a través del cual se canalicen todos los casos de atención técnica. El objetivo trazado fue cumplido satisfactoriamente ya que se demostró un incremento en la productividad.

## **5.2. Determinar qué porcentaje de casos no pueden ser resueltos a través de un centro de soporte regional**

El análisis de este apartado fue dividido en dos secciones, la primera de ellas correspondió a la distribución de casos no resueltos a lo largo del plan piloto. La segunda parte del análisis estuvo asociado al comportamiento de los casos no resueltos en función del modelo de equipo que fue atendido.

Con relación a la distribución de casos no resueltos, se observó que para el mes de abril el porcentaje de casos no resueltos alcanzó un 91 %. Este porcentaje tuvo su origen en el arranque del plan piloto ya que existió un periodo de adaptación.

Para el mes de mayo hubo una disminución en la cantidad de casos no resueltos pasando de un 91 % a un 74 %. Estos datos reflejaron que el periodo

de adaptación fue superado y que el flujo de llamadas mensual alcanzó la media esperada.

El periodo final del plan piloto incluyó los primeros 15 días del mes de junio. El porcentaje de casos no resueltos durante este periodo mostró una reducción del 74 % al 64 %, manteniendo la media de llamadas mensuales esperada.

Se observó una tendencia de casos no resueltos desde el inicio hasta final del plan piloto. Esta tendencia fue decreciente y mostró el comportamiento de los casos en el periodo analizado. La duración del plan piloto no permitió alcanzar un periodo de maduración que delimitara el porcentaje de casos que no pueden ser resueltos, se determinó que es necesario alcanzar en la línea del tiempo un punto donde el porcentaje de casos no resueltos se estabilice.

Estudios realizados en el sector informático donde operan centro de soporte refieren que alrededor de un 66 % de los casos son resueltos durante la primera llamada y no requieren una intervención en campo por parte de su personal técnico, sin embargo, este porcentaje depende en gran medida del ambiente de trabajo, el cual está definido por estandarización de *software*, variedad de equipos atendidos, entre otros. A mayor estandarización mayor será el porcentaje de éxito para dar solución a un caso en la primera llamada.

El segundo factor analizado fue el porcentaje de casos no resueltos en función del modelo atendido. Se observó que hubo modelos que reflejan un bajo porcentaje de éxito en una llamada de soporte, por tanto, fueron considerados como casos que no pueden ser atendidos desde el centro de soporte regional debido a la propia complejidad del equipo en atención.

### **5.3. Determinar las acciones que se deben ejecutar desde un centro de soporte regional para reducir los tiempos muertos de clientes finales**

Establecer tiempos correctos fue uno de los factores críticos para el análisis ya que, a mayor tiempo de atención desde el centro de soporte, mayor fue también el tiempo que transcurrió para que un técnico se presentará a planta en aquellos casos que fue completamente necesario.

La tabla XX mostró los resultados de la correlación entre el tiempo de atención y la efectividad para solucionar un caso. El coeficiente de determinación mostró un valor de 0.48 % lo que indicó que existe una muy baja relación entre el tiempo invertido y el éxito para solucionar un caso, por tanto, fue posible establecer un tiempo medio de atención para cada caso antes de tomar la decisión de enviar a un técnico al sitio.

De este segundo análisis se determinó que otra de las acciones a ejecutar fue limitar el tiempo de atención en función del tiempo medio registrado para todos los casos. Esta acción obedeció estrictamente a definir un tiempo máximo previo enviado de un técnico al sitio ya que el éxito de solución del caso no estaba determinado por la cantidad de tiempo que el técnico del centro de soporte remoto atiende el caso.



## CONCLUSIONES

1. La propuesta de modificar la estructura del departamento técnico y procedimiento a través de la implementación de un centro de soporte regional demostró que es posible incrementar la productividad de un departamento de servicios técnicos y obtener beneficios adicionales como disponer de más recurso humano para atender otras tareas y reducir significativamente el tiempo de atención de un cliente del servicio.
2. La implementación de un centro de soporte regional demostró que es posible incrementar la productividad en un departamento de servicios técnicos. Durante la etapa de implementación del centro de soporte regional todos los casos fueron direccionados para recibir atención de forma virtual, como resultado la distribución de horas del equipo técnico cambio, reduciendo el número de horas invertidas en tareas no productivas e incrementando la productividad general del departamento de servicios técnicos en un 28.1 %.
3. Durante el periodo de operación del centro de soporte regional se identificó una marcada tendencia decreciente de casos que no era posible resolver desde el centro de soporte regional. Aunque el tiempo de operación del plan piloto no permitió alcanzar un periodo de maduración y estabilización que delimitara un porcentaje de casos que no pueden ser resueltos por el centro de soporte regional, si fue posible evidenciar la reducción de estos casos en el paso del tiempo.

4. El plan piloto estableció tiempos límites de atención para todos los casos acorde a sus características, de esa forma se alcanzó un balance entre el tiempo de atención remota y la toma de decisión para el despacho de un técnico al sitio, minimizando los tiempos muertos experimentados por los clientes que aguardaban por el servicio en sitio. Durante el proceso se evidenció también que cerca del 36 % de los casos que pasaban por el centro de soporte regional eran solucionados de forma exitosa y evitaban la necesidad de desplazar a un técnico de servicio a instalaciones y por tanto el soporte que el cliente recibió fue de forma inmediata reduciendo así los tiempos muertos de clientes finales.

## RECOMENDACIONES

1. La dirección de operaciones a cargo del departamento de servicios técnicos debe continuar desarrollando el centro de soporte regional ya que demostró ser una herramienta que permite mejorar la productividad del departamento de servicios técnicos. Es necesario realizar una evaluación económica del proyecto a fin de poder presupuestar proyectos de mejora que permitan a su vez incrementar la productividad.
2. El centro de soporte regional demostró que hay un potencial para implementar nuevas herramientas que permita automatizar interacciones y hacer más efectivo el proceso de soporte, sin embargo, antes de implementar estas nuevas herramientas es necesario lanzar campañas de familiarización a fin de reducir el rechazo al cambio de los usuarios finales. De lo anterior se recomienda a la gerencia de operaciones impulsar proyectos de familiarización y capacitación con clientes estratégicos que permitan monitorear y mejorar de forma controlada los niveles ya alcanzados de productividad.
3. La gerencia de operaciones debe mantener operando el centro de soporte regional con la estructura original por un periodo no mayor a seis meses con el fin de alcanzar la maduración del proyecto y encontrar un punto estable que permita identificar el límite de casos que no pueden ser resueltos a través del centro de soporte regional.

4. El Departamento de Calidad debe realizar una encuesta de satisfacción de clientes posterior a la implementación del centro de soporte regional. Es importante conocer la percepción del cliente sobre el servicio a fin de identificar mejoras y continuidad del proyecto en general. Es necesario confirmar que los clientes perciben la reducción de los tiempos muertos y que el uso del centro de soporte regional representa para ellos una mejora en el servicio que se brinda.

## REFERENCIAS

- Beltran, A. (2014). *Mejora de eficiencia de servicio en una empresa instaladora*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Valencia]. Archivo digital. <https://riunet.upv.es/handle/10251/49515>
- Brizuela, W. (05 de octubre de 2020). *Como se informa el consumidor centroamericano y del caribe en tiempo de Covid 19*. IBO Noticias. <https://noticiasibo.com/2020/10/05/whatsapp-lider-en-centroamerica-y-el-caribe-afirma-estudio-de-aliados/>
- Duffuaa, S. (2010). *Sistemas de mantenimiento, planificación y control*. Limusa.
- Durand, S. (2018). *Propuesta de mejora de procesos en el área de servicio técnico de una empresa de venta de equipos médicos*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Archivo digital. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581757>
- García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Diaz de Santos.
- Lazo, J. (203). *Estudio de casos de empresas del estado de Nuevo León que utilizan el help desk como herramienta de soporte a usuarios de informática*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio institucional.

Mejía, G. (2007). Seguimiento de la productividad en obra: Técnicas de medición de rendimiento de mano de obra. *Revista de la facultad de ingenierías físicomecánicas*, 6(2), 49-59.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=553756891003>

Navarro, L. (1997). *Gestión integral de mantenimiento*. Marcombo.

Pastor, R. (2018). *Aumenta tu empresa con la realidad aumentada y la realidad virtual: Cómo sacar el máximo provecho en el mundo profesional*. Marcombo.

Praxedo. (2018). *Gestión de la asistencia técnica: aumente su capacidad de respuesta*. <https://www.praxedo.es/blog/gestion-asistencia-tecnica-aumente-capacidad-respuesta-tiempo-real/>

Ruiz, C. (2001). *Gestión de la calidad del servicio a través de indicadores externos*. AECA.

Serpell, A. (1986). Productividad en la construcción. *Revista de Ingeniería en Construcción*, 1, 1-20. <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/10017>

Wireman, F. (2001). *Desarrollo de indicadores de desempeño para administración de mantenimiento*. Rojas Eberhard Editores LIDA.



## Apéndice 2.

### Instrumento encuesta



NOMBRE: \_\_\_\_\_

POSICION: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

Califique cada una de las pregunta con un valor entre 1 y 5. Siendo 1 muy bajo; 2, bajo, 3 regular, 4, alto, 5 muy alto

1	Que tan negativo es el trafico para llevar a cabo una atencion tecnica dentro del perimetro de la ciudad	
2	Que tan negativo es el trafico para llevar a cabo una atencion tecnica fuera del perimetro de la ciudad	
3	Como califica la calidad de informacion que recibe antes de atende un caso	
4	Como califica los proceso internos que se necesitan cumplir antes de atender a un caso	
5	Que tan rapido se desarrollan los procesos internos previo a una atencion	
6	Tiene disponibles todas las herramientas necesarias para resolver el problema de un cliente rapido	
7	Con que frecuencia el cliente cancela una atencion	
8	Con que frecuencia se encuentra que el problema reportado ya fue resuelto	
9	Que cantidad de los casos que atiende se hubieran podido resolver sin hacer una vistia a planta	
10	Con que frecuencia tiene problemas para desplazarse hace una planta por falta de recursos (vehiculos)	
11	Con que frecuencia el cliente no esta disonible para atenderlo	
12	Como considera es el tiempo que emplea para ingresar a una planta una vez llega al sitio	
13	Que tan engorrosos son los procesos para ingresara una planta de cliente	
14	En su experiencia que tan bueno considera que es implementar un centro de soporte regional	
15	Que tanta aceptacion cree que un cliente pueda tener a recibir atencion virtual	

*Nota.* Instrumento utilizado para encuestas. Elaboración propia, realizado con Word.